



INFORME FINAL

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
Proyecto
FIP N° 2004-07

**Evaluación del stock
desovante de merluza del
sur y merluza de cola en
la zona sur austral,
año 2004**

JUNIO
2005



INFORME FINAL

FIP N° 2004-07

Evaluación del stock
desovante de merluza del sur
y merluza de cola
en la zona sur austral,
año 2004

• Junio, 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



JEFE DE PROYECTO

SERGIO LILLO VEGA

AUTORES

SERGIO LILLO V.
RENATO CÉSPEDES M.
VILMA OJEDA C.
FERNANDO BALBONTÍN C.
RICARDO BRAVO M.
ÁLVARO SAAVEDRA G.
M. ANGELA BARBIERI B.
CLAUDIO VERA



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados finales del proyecto FIP 2004-07: "Evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2004", licitado y financiado por el Fondo de Investigaci3n Pesquera (FIP). Dichos resultados dicen relaci3n con cuantificar el stock desovante de ambos recursos presentes en la zona de aguas exteriores de las regiones X y XI, as3 como tambi3n determinar su distribuci3n, abundancia, adem3s de las caracter3sticas biol3gicas y pesqueras relevantes.

Metodol3gicamente, en primer lugar se realiz3 un crucero de prospecci3n en el B/C "Abate Molina", con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y biol3gicos; y en segundo lugar se procedi3 a procesar y analizar los datos para evaluar ambos recursos precitados. El crucero de prospecci3n acústica se llev3 a cabo desde el 13 al 28 de agosto del ańo 2004 en el 3rea de la plataforma continental comprendida entre los 43°30' y 47°00' de latitud sur, efectu3ndose 43 transectas acústicas, 40 lances de pesca con sus correspondientes muestreos biol3gicos y un muestreo intensivo en un sector de alta concentraci3n de los recursos objetivos ubicado al sureste de la isla Guamblin

Los principales resultados de la evaluaci3n fueron los siguientes:

- 1) La biomasa de merluza del sur se estim3 en 53.200 toneladas (t), con un intervalo de confianza que vari3 ($t_{\alpha/2; 5\%} = 1,65$) entre 45.300 y 61.000 t. La fracci3n adulta del stock (> 69 cm) fue de 50.679 t, representando el 95,3% de la biomasa total. La composici3n por sexo de la biomasa de merluza del sur fue de 44.156 t (83%) de hembras y 9.044 t (17%) de machos.



- 2) Tanto merluza del sur como merluza de cola presentaron una distribuci3n asociada a la plataforma continental, talud continental delimitada por los paralelos 43°30'S y 47°00'S, con un alto grado de agregaci3n y las mayores densidades localizadas en las cercanías de la isla Guamblin.
- 3) La abundancia estimada de merluza del sur fue de 11.789.646 ejemplares. Esta abundancia resulta del aporte de 2,7 millones (23%) de ejemplares machos y 9,1 millones (77%) de individuos hembras.
- 4) La biomasa de merluza de cola se estim3 en 188.600 toneladas con un intervalo de confianza entre 149.078 y 228.121 toneladas. Esta biomasa corresponde al aporte de 58.466 t (31%) de machos y 130.134 t (69%) de hembras. La fracci3n adulta considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total, se estim3 en 153.356 t equivalentes al 81,3% de la biomasa total.
- 5) La abundancia de merluza de cola estimada fue de 215.466.909 individuos. Esta abundancia resulta de la contribuci3n de 87,2 millones de ejemplares (40%) de machos y 128,2 millones (60%) de hembras.
- 6) El stock de merluza del sur estuvo compuesto principalmente por los GE VII a XVIII, doce grupos de edad, los cuales constituyen el 95% de la abundancia del stock. La moda estuvo constituida por los ejemplares del GE XII a XV. El stock de merluza de cola estuvo compuesto mayoritariamente (92%) por ocho grupos de edad, los cuales corresponden a los GE III a X. La moda se present3 en el GE VI a VIII.



- 7) Las hembras inmaduras correspondieron a un 28% del total de hembras. Las hembras en maduraci3n, en proceso de desove activo, m1s las que hab1an desovado recientemente fueron equivalentes a un 72% del total. El estadio de madurez con la mayor representaci3n correspondi3 a hembras en regresi3n gonadal, con un 36%, lo que significa que un tercio de las hembras ya hab1a terminado el per1odo de reproducci3n. En el caso de la merluza de cola, las hembras inmaduras correspondieron al 16% del total. Los peces en maduraci3n, maduros junto a los que ya hab1an desovado alcanzaron a 84%. Del total de hembras, la mitad ya hab1a desovado.
- 8) La fecundidad modal promedio (\pm la desviaci3n est1andar) de la merluza del sur, fue de 1.499.355 (\pm 686.995) ovocitos, valor que se ubica dentro del rango de valores de a1os anteriores. La fecundidad relativa promedio, expresada como el n1mero de ovocitos por gramo de pez menos el peso de la g3nada, fue de 285 ± 100 ovocitos. Para la merluza de cola, la fecundidad total promedio (\pm la desviaci3n est1andar), fue de 375.906 ± 327.980 ovocitos, similar a la estimada el 2003 pero inferior a la del a1o 2002. La fecundidad relativa, expresada como el n1mero de ovocitos por gramo de peso corporal, fue de 317 ± 165 ovocitos.
- 9) La captura obtenida en 40 lances de identificaci3n estuvo compuesta por ocho del grupo peces ***Merluccius australis*** (merluza del sur), ***Macruronus magellanicus*** (merluza de cola), ***Micromesistius australis*** (merluza de tres aletas), ***Trachurus murphyi*** (jurel), ***Seriollella caerulea***, (cojinoba del sur), ***Seriollella punctata*** (cojinoba moteada), ***Brama australis*** (reineta), ***Genypterus blacodes*** (congrio dorado) y una del grupo de cefal3podos ***Dosidicus gigas*** (jibia).



- 10) En los cinco años de cruceros de investigación (2000 a 2004), la dieta de merluza del sur se caracteriza por ser de tipo ictiófaga y basada principalmente en la presa merluza de cola (99% IRI), con característica de estenofagia. En el caso de la merluza de cola, en los cuatro años continuos de cruceros de investigación (2001 a 2004), es del tipo planctófaga e ictiófaga; y muestra un comportamiento alimentario de una especie oportunista. La principal presa de merluza de cola en el crucero fue restos de peces (34% IRI), seguido de *Euphausia mucronata* (34% IRI) y *Maurolicus muelleri* (13% IRI), con ausencia de canibalismo.

- 11) Las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola presentan una relación significativa entre su morfometría y su densidad. El tamaño de las agregaciones estaría asociado a los procesos biológicos (desove) en el período y área evaluada.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE FIGURAS	viii
ÍNDICE TABLAS	xiii
ÍNDICE ANEXOS	xvi
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA	6
4.1 Crucero de prospecci3n.....	6
4.1.1 Área y período de estudio.....	6
4.1.2 Equipos	7
4.2 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribuci3n espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.....	10
4.2.1 Diseño de muestreo	10
4.2.2 Identificaci3n de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola.....	10
4.2.3 Estimaci3n de la fuerza de blanco (TS)	11
4.2.4 Estimaci3n del coeficiente de ecointegraci3n	12
4.2.5 Estimaci3n de la biomasa y su varianza	14
4.2.6 Estimaci3n de la abundancia (número).....	16
4.2.7 Estimaci3n de la abundancia en número de ejemplares por clase de talla	17
4.2.8 Distribuci3n espacial del stock de merluza del sur y merluza de cola	18
4.3 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batimétrica	21
4.3.1 Composici3n de tallas del stock.....	21
4.3.2 Estimaci3n de la abundancia por grupo de edad	23
4.4 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n	27
4.4.1 Trabajo a bordo	27
4.4.2 Análisis de laboratorio	27



4.5	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificaci3n	32
4.5.1	Toma y procesamiento de los datos	32
4.5.2	Análisis de los datos.....	33
4.6	Analizar el contenido estomacal de merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.....	33
4.6.1	Procesamiento de las muestras.....	33
4.6.2	Importancia relativa de las presas por área y total zona de estudio.....	34
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.....	35
5.	RESULTADOS	39
5.1	Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n.....	39
5.1.1	Comportamiento de la red de arrastre	39
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio	39
5.2.1	Biomasa y abundancia	39
5.2.2	Distribuci3n espacial de la biomasa.....	42
5.3	Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batimétrica	45
5.3.1	Composici3n de tallas y proporci3n sexual.....	45
5.4	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificaci3n	54
5.4.1	Estadios de madurez sexual (EMS).....	54
5.4.2	ndice gonadosomático (IGS)	55
5.4.3	Talla 50% de primera madurez sexual (talla media de madurez sexual)	57
5.4.4	Fecundidad.....	58
5.5	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificaci3n	59
5.6	Determinar la composici3n de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio	60
5.6.1	Merluza del sur.....	60
5.6.2	Merluza de cola	63



5.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.....	65
5.7.1	Descriptores morfol3gicos	65
5.7.2	Descriptores batim3tricos	67
5.7.3	An3lisis de los descriptores	68
5.7.4	An3lisis de componentes principales.....	70
5.8	Taller de Difusi3n y Discusi3n Metodol3gica.....	73
5.8.1	Res3menes de las presentaciones.....	73
5.8.2	Consultas y Observaciones al Taller	79
5.8.3	Consideraciones finales	83
6	AN3LISIS DE LOS RESULTADOS	85
7.	CONCLUSIONES.....	97
8.	REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS.....	100

ANEXOS

Anexo 1. Taller de Difusi3n y Discusi3n Metodol3gica.

Anexo 2. Report on chilean acoustic survey for hoki and hake in 2004.

Anexo 3. Personal Participante por Objetivo Específico.

Anexo 4. CD con Informe Final FIP N° 2004-07 en PDF.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Desembarques de merluza del sur (*Merluccius australis*). (Fuente: Aguayo, 1996; Sernapesca, 2003; Subpesca, 2004).
- Figura 2. Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). (Fuente: Sernapesca, 1990, 2001).
- Figura 3. Distribuci3n de a) transectas acústicas (izquierda) y b) lances de pesca.
- Figura 4. Red de arrastre empleada para los lances de identificaci3n.
- Figura 5. Descriptores de una agregaci3n.
- Figura 6. Distribuci3n espacial de merluza del sur ($t \cdot mn^{-2}$), agosto de 2004. FIP 2004-07.
- Figura 7. Índice de Gini estimados para la distribuci3n espacial de merluza del sur. Período 2000-2004.
- Figura 8. Variogramas estimados para la distribuci3n espacial de la merluza del sur. Muestreo intensivo (superior) y resto del área (inferior).
- Figura 9. Distribuci3n espacial de merluza de cola ($t \cdot mn^{-2}$), agosto de 2004. FIP 2004-07.
- Figura 10. Índice de Gini estimados para la distribuci3n espacial de merluza de cola Período 2000-2004.
- Figura 11. Variogramas estimados para la distribuci3n espacial de la merluza de cola Muestreo intensivo (superior) y resto del área (inferior).
- Figura 12. Distribuci3n de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Figura 13. Distribuci3n de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Figura 14. Distribuci3n de la talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad B/C Abate Molina, agosto 2004.



- Figura 15. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroac3sticos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzos, agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).
- Figura 16. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por 1rea para los cruceros hidroac3sticos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).
- Figura 17. Distribuci3n relativa y acumulada de talla de merluza del sur por profundidad para los cruceros hidroac3sticos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, ago-sept 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).
- Figura 18. Distribuci3n de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por 1rea de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Figura 19. Distribuci3n de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Figura 20. Distribuci3n de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por 1rea y rango de profundidad. B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Figura 21. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroac3sticos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).
- Figura 22. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por 1rea para los cruceros hidroac3sticos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).
- Figura 23. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por profundidad para los cruceros hidroac3sticos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).

- Figura 24. Comparaci3n de las funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur y merluza de cola y representaci3n de los par3metros a y b de esta relaci3n en el per3odo 2001 - 2004,
- Figura 25. Abundancia por grupos de edad de merluza del sur presente en las evaluaciones directas del per3odo 2000-2004.
- Figura 26. Abundancia por grupos de edad de merluza de cola presente en las evaluaciones directas del per3odo 2000-2004.
- Figura 27. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur ***Merluccius australis*** en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 28. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur ***Merluccius australis***, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 29. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 30. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 31. Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS) m3s la desviaci3n est3ndar, en hembras de merluza del sur ***Merluccius australis*** de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 32. Valores promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS) m3s la desviaci3n est3ndar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur ***Merluccius australis***, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 33. Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS) m3s la desviaci3n est3ndar, en hembras de merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 34. Valor del 3ndice gonadosom3tico (IGS) m3s la desviaci3n est3ndar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, en agosto y septiembre de 2004.



- Figura 35. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur ***Merluccius australis*** en agosto y septiembre de 2004, con l3mites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 36. **a)** Distribuci3n de frecuencia de la longitud total de hembras sexualmente inmaduras y maduras de merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, en agosto y septiembre de 2004. **b)** Ajuste de una curva log3stica a los datos de madurez gonadal de merluza cola de agosto y septiembre de 2004.
- Figura 37. Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza del sur ***Merluccius australis***, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 38. Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur ***Merluccius australis***, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 39. Relaci3n entre la fecundidad y la longitud total en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 40. Relaci3n entre la fecundidad y el peso del cuerpo en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, en agosto y septiembre de 2004.
- Figura 41. Participaci3n (%) de las especies presentes en las capturas de los lances de pesca de identificaci3n.
- Figura 42. Distribuci3n espacial de la merluza de tres aletas y jibia en el 3rea de estudio.
- Figura 43. Frecuencia relativa y acumulada del tama1o de la presa merluza de cola registrada en los muestreos de est3mago de merluza del sur, de los cruceros de investigaci3n entre 2000 y 2004.
- Figura 44. Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones
- Figura 45. Distribuci3n de frecuencia del descriptor altura de agregaciones.
- Figura 46. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones.
- Figura 47. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones.
- Figura 48. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n.
- Figura 49. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.



- Figura 50. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.
- Figura 51. Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo.
- Figura 52. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.
- Figura 53. Largo promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 54. Altura promedio, y coeficiente de variación según zona.
- Figura 55. Área promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 56. Perímetro promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 57. Elongación promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 58. Dimensión fractal promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 59. Profundidad promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 60. Profundidad del fondo y coeficiente de variación según zona.
- Figura 61. Índice altura promedio y coeficiente de variación según zona.
- Figura 62. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.
- Figura 63. Correlación de las variables originales con los dos componentes.
- Figura 64. Relación potencial entre Log Sa y el valor del componente morfométrico.
- Figura 65. Biomosas relativas en relación con el año 2000, de merluza del sur y merluza de cola con diferentes relaciones longitud – fuerza de blanco. Período 2000-2004.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Calibraci3n del sistema de eointegraci3n simrad ek500. B/C Abate Molina.
- Tabla 2. Relaci3n longitud-ts, 3rea prospectada, estimados de biomasa, varianza y l3mites de confianza de la biomasa de merluza del sur y merluza de cola.
- Tabla 3. Par3metros de la relaci3n peso - longitud de merluza del sur y merluza de cola, crucero de evaluaci3n agosto del 2004.
- Tabla 4. Abundancia de merluza del sur por sexo. Crucero agosto del 2004.
- Tabla 5. Estimaciones del stock de merluza del sur en las cinco 3ltimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.
- Tabla 6. Abundancia de merluza de cola por sexo. Crucero agosto del 2004.
- Tabla 7. Caracter3sticas del stock de merluza de cola en las cinco 3ltimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.
- Tabla 8. Estadística de la talla de merluza del sur por 3rea y rango de de profundidad de la red (m). B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Tabla 9. Estadística de la talla de merluza de cola por 3rea y rango de de profundidad de la red (m). B/C Abate Molina (agosto 2004).
- Tabla 10. Abundancia por grupos de edad y desviaci3n est3ndar para merluza del sur por sexo y proporci3n de ambos seg3n ge. Crucero de evaluaci3n 2004.
- Tabla 11. Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos. Crucero de evaluaci3n 2004.
- Tabla 12. Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, Hembras. Crucero de evaluaci3n 2004.
- Tabla 13. Abundancia por grupos de edad; desviaci3n est3ndar para merluza de cola por sexo y proporci3n de ambos seg3n ge crucero de evaluaci3n 2004.



- Tabla 14. Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluaci3n 2004.
- Tabla 15. Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, Hembras. Crucero de evaluaci3n 2004.
- Tabla 16. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza del sur ***Merluccius australis***, en agosto y septiembre de 2004.
- Tabla 17. Proporci3n estimada de individuos maduros y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur ***Merluccius australis*** en agosto y septiembre de 2004.
- Tabla 18. Fecundidad modal promedio calculada en estudios anteriores realizados en merluza del sur ***Merluccius australis***.
- Tabla 19. Comparaci3n de resultados sobre aspectos reproductivos de la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, ańos 1996 a 2004.
- Tabla 20. Importancia en la captura total y presencia en los lances de pesca de las especies presentes en los lances de pesca de identificaci3n.
- Tabla 21. Númerode muestras biol3gicas y est3magos de merluza del sur analizados. B/C A. Molina (agosto 2004).
- Tabla 22. Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área y total. B/C A. Molina (agosto 2004).
- Tabla 23. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur por área y total. B/C A. Molina (agosto 2004).
- Tabla 24. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur en los cinco cruceros de aguas exteriores (2000 y 2004), y crucero 2003 de aguas interiores X y XI Regi3n.
- Tabla 25. Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área y total. B/H FrioSur VII (septiembre 2004).
- Tabla 26. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur para los datos colectados en los buques A. Molina (agosto 2004) y FrioSur VII (septiembre 2004).



- Tabla 27. N3mero de muestras biol3gicas y est3magos de merluza de cola analizados. B/C A. Molina (agosto 2004).
- Tabla 28. Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por 3rea y total. B/C A. Molina (agosto 2004).
- Tabla 29. 3ndice de importancia relativa (iri, %) de merluza de cola por 3rea y total. B/C A. Molina (agosto 2004).
- Tabla 30. 3ndice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola en los cuatro cruceros de aguas exteriores (2001 y 2004)
- Tabla 31. Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por 3rea y total. B/H FrioSur VII (septiembre 2004).
- Tabla 32. 3ndice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola para los datos colectados en los buques Abate Molina (agosto 2004) y FrioSur VII (septiembre 2004).
- Tabla 33. valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza austral y merluza de cola.
- Tabla 34. Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza austral y merluza de cola, seg3n zona.
- Tabla 35. Valores cr3ticos y calculados en el test f de un factor para la comparaci3n de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).
- Tabla 36. Matriz de correlaciones entre las variables originales.
- Tabla 37. Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes principales.
- Tabla 38. Correlaciones de las variables originales con los componentes principales
- Tabla 39. Estimaciones de biomasa (t) de merluza del sur y merluza de cola (achurado) con diferentes relaciones longitud fuerza de blanco.



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Taller de Difusi3n y Discusi3n Metodol3gica.
- Anexo 2.** Report on chilean acoustic survey for hoki and hake in 2004.
- Anexo 3.** Personal Participante por Objetivo Específico.
- Anexo 4.** CD con Informe Final FIP N° 2004-07 en PDF.



1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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



3. ANTECEDENTES

La pesquería demersal sur - austral abarca las aguas correspondiente al mar interior y exterior comprendida entre las latitudes 41°28,6'S y 57°00'S, reconociéndose administrativamente en ella dos unidades de pesquerías, una norte (UPN) y otra sur (UPS) con un límite divisorio entre ambas en la latitud 47°S. Longitudinalmente, se extienden hasta una distancia de 60 millas náuticas (UPN) y 80 millas náuticas (UPS), ambas medidas desde las Líneas de Base Rectas. La pesquería industrial de carácter multiespecífico está orientada a la explotación de las especies: merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), las que se distribuyen asociadas a la plataforma y talud continental de la región sur austral de Chile.

Esta pesquería, en su zona del mar exterior, se encuentra asociada al sector costero de la corriente del Cabo de Hornos que corresponde a la bifurcación hacia el sur de la Deriva del Oeste que enfrenta al continente alrededor de los 40°S (Bernal y Ahumada, 1985). Así, el régimen oceanográfico de la región está dominado por la acción combinada de una mezcla de aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) que se localizan hasta los 47°S, aguas subantárticas y aguas estuarinas (Silva y Neshyba, 1977).

El inicio industrial de la pesquería, se remonta a 1976 con la operación de una flota compuesta por buques arrastreros fábricas, a la que se agregó en 1984 una flota de buques arrastreros hieleros y entre 1986-1987, se sumaron dos flotas más compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras.



Además, a partir de 1984 se produce un fuerte desarrollo de una pesquería de carácter artesanal en la zona de aguas interiores de las Regiones X a XII, orientada básicamente a la explotación de merluza del sur, mediante la utilización de espineles (Aguayo, 1995).

El rápido desarrollo de la pesquería durante la década del 80, elevó el desembarque de merluza del sur de 14 mil a 70 mil toneladas anuales en el período 1978-1988 (**Figura 1**), iniciando luego una caída que se detuvo en 1993 y, a partir de entonces no ha superado las 30 mil toneladas (**Aguayo, 1995; Sernapesca, 2003**). La caída mostrada por algunos indicadores como la biomasa del stock, CPUE, desembarques y talla de los ejemplares, desembocó en una situación de sobrepesca a partir de 1986, como consecuencia del incremento del esfuerzo de pesca aplicado en toda el área de la pesquería (**Aguayo, 1995**).

Frente al escenario antes señalado, la autoridad administrativa debió adoptar severas restricciones a la operación de las flotas, el establecimiento de vedas, regulación de artes de pesca y fijación de cuotas de capturas, cuya aplicación debería permitir niveles de captura acorde a los excedentes productivos del stock de merluza del sur (**FIP, 2002**), con cuotas de captura que durante la última década han fluctuado entre 20 y 30 mil toneladas anuales.

En el caso de la merluza de cola, históricamente los mayores niveles de desembarques habían correspondido al aporte de la pesquería pelágica de la zona centro sur (**Figura 2**), mientras que los desembarques anuales de la pesquería sur austral que se habían mantenido por bajo las 20 mil t, durante los últimos tres años han experimentado un significativo aumento, alcanzando las 45 mil toneladas en el 2004 (**Sernapesca, 2003; Subpesca, 2004**), lo que permitió que por primera vez los desembarques provenientes de la pesquería demersal sur austral superen los desembarques de merluza de cola de la pesquería de la zona centro sur.



Actualmente, ambas unidades de pesquerías se encuentran normadas por el régimen de administraci3n de límite máximo de captura por armador, sobre la base de aplicar anualmente cuotas de captura de merluza del sur y merluza de cola, respectivamente. El manejo de la pesquería industrial está orientado a regular la captura por armador, sobre la base de aplicar anualmente cuotas de captura de merluza del sur y merluza de cola, respectivamente. La metodología para el establecimiento de las cuotas de captura, está basada en la aplicaci3n de evaluaciones indirectas del stock, calibrados con las evaluaciones directas realizadas por métodos acústicos.

En este contexto, el Consejo de Investigaci3n Pesquera (FIP) ha licitado y financiado 6 proyectos de evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur y 5 proyectos de evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en forma conjunta.

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

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia
1992	FIP 92-02	M. del sur	31.250	
1992	FIP 92-02	M. de cola	591.000	
1994	FIP 93-04	M. del sur	23.123	7.650.000
1996	FIP 95-18	M. de cola	264.000	973.773.000
1996	FIP 96-38	M. del sur	40.301	17.065.132
2000	FIP 2000-14	M. del sur	133.845	35.585.682
2000	FIP 2000-14	M. de cola	501.252	418.035.460
2001	FIP 2001-19	M. del sur	99.987	26.780.066
2001	FIP 2001-19	M. de cola	578.809	660.605.769
2002	FIP 2002-19	M. del sur	50.356	13.700.000
2002	FIP 2002-19	M. de cola	431.900	453.300.000
2003	FIP 2003-09	M. del sur	84.269	21.321.834
2003	FIP 2003-09	M. de cola	242.784	235.700.170



Las evaluaciones directas se han efectuado considerando, por una parte, que el 1rea de concentraci3n reproductiva constituye un fondo de desove que permite efectuar una estimaci3n de la biomasa del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola, y utilizar dicha informaci3n para la conservaci3n de los stocks pesqueros (FIP, 2002).

El Consejo de Investigaci3n Pesquera, consider3 conveniente mantener esta lnea de investigaci3n sobre el stock de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, e incluy3 el presente proyecto en el programa de investigaci3n pesquera correspondiente al a1o 2004, del cual se entrega el informe final.



4. METODOLOGÍA

4.1 Crucero de prospecci3n

4.1.1 Área y período de estudio

Según lo establecido en los términos de referencia del proyecto y lo consignado en la oferta técnica, el área y el período de estudio fueron los siguientes:

- El área de estudio abarcó la plataforma continental comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S (**Figura 3**), delimitada longitudinalmente por los veriles de 100 y de 600 metros de profundidad. Dentro de esta área están comprendidos las áreas de desove de ambas especies en estudio, que abarca las islas Guafo y Guamblin.
- La realizaci3n del crucero de prospecci3n se realizó entre el 13 y 28 de agosto del año 2004.

La elecci3n del área y período del estudio, se basó en los análisis realizados por IFOP de los datos correspondientes a los muestreos biológicos de merluza del sur realizados durante el período 1982-1997, que mostraron para el cuatrimestre junio-septiembre de cada año el desarrollo de su proceso reproductivo anual en un área que se extiende entre las latitudes 41° y 57°S', con una fuerte concentraci3n al final del período en el área de las islas Guafo y Guamblin (44°- 47°S).

Temporalmente, la merluza del sur presenta una época de desove a fines de invierno aunque los antecedentes disponibles señalan que pueden existir con diferencias interanuales de algunas semanas en la fecha de máxima actividad



reproductiva (Aguayo *et al.*, 1987; Balbontín y Bravo, 1993; Aguayo *et al.*, 2001; Balbontín, 2001). En aguas exteriores, el mayor porcentaje de las hembras desova a fines de julio y en agosto, alcanzando a un 50% en agosto de 2001 y 2003 (Balbontín y Bravo, 2002), en cambio en muestras obtenidas en julio de 2002 sólo el 21% de las hembras estaban en desove activo, lo que pone de manifiesto la regularidad del desove de la especie (Balbontín y Bravo, 2004; 2003).

Con respecto a la merluza de cola, se observa un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez en julio y culmina con un corto período de desove durante los meses de agosto y septiembre de cada año (Young *et al.*, 1998) en un área similar a la señalada para la merluza del sur, aunque es posible también observar variaciones temporales en el período en que se alcanza la mayor actividad reproductiva (Lillo *et al.*, 2004)

4.1.2 Equipos

a) Embarcación

El crucero de prospección se efectuó a bordo del B/C “Abate Molina”, nave que efectuó las tareas de prospección acústica y lances de identificación. Esta nave de investigación corresponde a una del tipo arrastrero, tiene una eslora de 43,6 metros y está equipado con un sistema acústico de evaluación y redes de arrastre de mediagua y fondo.

Se contó además con la participación del B/F “Friosur IX” el que operó en faenas de pesca comercial durante la primera semana de septiembre.

b) Sistema de ecointegraci3n

La prospecci3n acústica fue realizada con el sistema de ecointegraci3n operando con un transductor modelo ES38B de haz dividido, frecuencia de 38 KHz, 2 KW de potencia y longitud de pulso de 1 ms.

El sistema de ecointegraci3n fue calibrado de acuerdo al procedimiento seÑalado por su fabricante (Simrad, 1991), el cual sigue las recomendaciones efectuadas por el ICES (Foote *et al.*, 1987) para el uso cuantitativo de mediciones acústicas, que consiste en ubicar en el eje del haz acústico una esfera de cobre de 60 mm de diámetro de fuerza de blanco conocida ($TS(esf) = -33,6 \text{ dB re } 1 \text{ m}^2$), también conocida como blanco estándar.

La estimaci3n 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 correcci3n a la ganancia en modo TS en uso (TS_0).

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

El ajuste de las ganancias en modo de ecointegraci3n ($SV_{(gain)}$) se efectúa también mediante la aplicaci3n de un factor de correcci3n a la ganancia actual de integraci3n ($SV_{(gain)}(0)$). Este factor se calcula como la raz3n logarítmica entre la integraci3n medida del blanco estándar ($S_A(medido)$) y su integraci3n te3rica ($S_A(esf)$) mediante el siguiente procedimiento 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).

c) Redes de pesca

Los lances de pesca de identificaci3n, fueron realizados con una red de arrastre de mediagua marca Motueka (**Figura 4**) de 119 metros de relinga, con un desarrollo de altura vertical que fluctu3 entre los 30 y 37 metros.

Considerando que el objetivo de los lances de pesca de identificaci3n 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 (calcet3n) de 50 mm de tama3o de malla.



4.2 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el 3rea de estudio

4.2.1 Dise1o de muestreo

Se aplic3 un dise1o de muestreo de tipo sistem3tico, que es considerado como el m3s adecuado para estudios de estimaci3n de la abundancia, precisi3n y distribuci3n espacial de un recurso pesquero, pues permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido de las transectas, como tambi3n, obtener informaci3n adecuada sobre la distribuci3n espacial de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992; Simmonds *et al.*, 1991).

El muestreo ac3stico se realiz3 mediante 43 transectas distribuidas de forma sistem3tica y con direcci3n perpendicular al sentido general de la costa, cubriendo entre los veriles de 100 a 600 metros de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de cinco millas n3uticas (**Figura 3**) y se desarrollaron en el per3odo de oscuridad que media entre el ocaso y orto del sol. Adem3s, debido a que durante el desarrollo del estudio se detect3 una fuerte concentraci3n de ambas especies objetivos en el 3rea comprendida entre las latitudes 45°15'S - 45°21'S y longitudes 74°51'W – 75°10'W, se realiz3 all3 una grilla de muestreo con transectas separadas latitudinalmente una milla n3utica (**Figura 1a**).

4.2.2 Identificaci3n de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola

Para efectuar la identificaci3n de los ecotrazos correspondientes a merluza del sur y merluza de cola y la asignaci3n de las unidades de ecointegraci3n, se inspeccionaron los ecogramas, en lo que concierne al tipo y ubicaci3n espacial de



los ecotrazos, conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificaci3n.

La asignaci3n de las unidades de eointegraci3n, se realiz3 mediante el m3todo propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribuci3n a la integraci3n ($S_{A(i)}$) de una especie "i" a la integraci3n total ($S_{A(t)}$) del intervalo b3sico de muestreo es proporcional a su participaci3n en la captura (w_i) y su coeficiente de dispersi3n ac3stico (σ).

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

Durante el crucero se efectuaron 40 lances de pesca, cuya distribuci3n geogr3fica se entrega en la **Figura 3a**.

4.2.3 Estimaci3n de la fuerza de blanco (TS)

Previo y durante los lances de pesca se efectuaron mediciones de fuerza de blanco (TS) de las agregaciones presentes en el 3rea del recorrido de los lances.

Las mediciones se efectuaron en 36 lances, pero las capturas de ellos correspondieron en la mayor3a de ellos al aporte combinado de merluza del sur y merluza de cola. Como el 3xito de estas mediciones dependen de la posibilidad de detectar a las especies objetivos como blancos resueltos e identificables mediante lances de pesca y teniendo en consideraci3n lo se3alado precedentemente y de conformidad con lo planteado en la propuesta t3cnica, se opt3 por estimar la fuerza de blanco utilizando las relaciones descritas para merluza del sur por Lillo *et al.* (1996) y para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) por Do y Surti (1993).

Merluza del sur $TS = 20 \cdot \log(L) - 68,1$ (dB)

Merluza de cola $TS = 20 \cdot \log(L) - 72,7$ (dB)

La relaci3n utilizada en merluza del sur es similar a la estimada para ***Merluccius capensis*** (Svelingen y Ona, 1999) y ***Merluccius productus*** (Traynor, 1996).

4.2.4 Estimaci3n del coeficiente de ecointegraci3n

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

$$\hat{C}_b = \frac{S_A \cdot \bar{w} \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{10} \cdot \overline{TS}}$$

donde:

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

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

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

SA = unidades de ecointegraci3n.

La varianza del coeficiente de ecointegraci3n \hat{V}_{C_b} se estim3 como (Miranda, 1999):

$$\hat{V}_{C_b} = \left[\frac{2,302585 \cdot \bar{w}_k}{4 \cdot \pi \cdot 10^{\left(\frac{\overline{TS}}{10} + 3\right)}} \right]^2 * \left[\frac{\hat{V}_{(\bar{w}_k)}}{\bar{w}_k^2} + \frac{\hat{V}\left(\frac{\overline{TS}}{10}\right)}{10^2} \right]$$

Siendo:

$$\hat{V}(\bar{w}_k) = \frac{1}{n_k} * \frac{1}{n_k - 1} * \sum_{i=1}^{n_k} [w_{ik} - \bar{w}]^2$$



$$\hat{V} \left[\frac{\overline{TS}}{10} \right] = \frac{(\log(L_k))^2 * \hat{V}_{(m)} + \hat{V}_{(b)} + 2(\text{Log}(L) * \text{Cov}_{(m,b)})}{10^2}$$

donde, $\hat{V}_{(b)}$ es la varianza del intercepto de la regresi3n TS-longitud:

$$\hat{V}_{(b)} = \hat{\sigma}^2 * \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n * \sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$\hat{V}_{(m)}$, es la varianza de la pendiente de la regresi3n TS-longitud:

$$\hat{V}_{(m)} = \hat{\sigma}^2 * \frac{1}{\sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$\text{Cov}_{(b,m)}$, es la covarianza:

$$\text{Cov}_{(b,m)} = -\hat{\sigma}^2 * \frac{\bar{L}}{\sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$\hat{\sigma}^2$, es la varianza general de los residuos:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} * \frac{1}{(n-2)} * \sum_{i=1}^n [TS_i - \hat{TS}_i]^2$$

donde,

n_k = n3mero de datos observados en la talla

w_{ik} = peso observado a la talla

\bar{w} = peso estimado a la talla

\bar{L} = longitud promedio o mediana



- L_i = longitud observada
 \overline{TS}_i = fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud
 TS_i = fuerza de blanco observada
 n = n3mero de datos observados

4.2.5 Estimaci3n de la biomasa y su varianza

La biomasa se estim3 mediante el m3todo propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso, estimando su densidad (Z^*_v) en dicha 3rea (V) mediante la expresi3n:

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

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 3rea de influencia, el estimador de Z^*_v se puede estimar como la media aritm3tica de los datos de S_A por intervalo b3sico de muestreo.

$$\hat{Z}^*_{v(i)} = \frac{1}{N} \sum S_{A(i)}$$

La biomasa (\hat{B}_i) de merluza del sur y merluza de cola se estim3 entonces como:

$$\hat{B}_i = A * \hat{Z}^*_{v(i)} * \hat{C}_{b(i)}$$

donde A representa el 3rea de estudio (mn^2), $\hat{Z}^*_{v(i)}$ el promedio de las lecturas de eointegraci3n de la especie "l" y $\hat{C}_{b(i)}$ el coeficiente de eointegraci3n de merluza del sur o merluza de cola, seg3n corresponda.

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

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

La varianza proveniente de la distribuci3n espacial de cada 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:

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

La varianza $\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$ 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 b3sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimaci3n de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posici3n relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado m3nimo de la varianza (Cressie, 1993).

Para la obtenci3n de los estimadores geoestadísticos, se utiliz3 el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

Tambi3n se cuantific3 la incerteza asociada a la evaluaci3n acústica mediante la metodología propuesta por O'Driscoll (2004), que mediante el m3todo de simulaci3n de Monte Carlo combina la incertidumbre asociada al muestreo (distribuci3n normal), calibraci3n (distribuci3n uniforme), fuerza de blanco (distribuci3n uniforme) y el peso medio (distribuci3n normal).

4.2.6 Estimación de la abundancia (número)

La estimación de la abundancia (\hat{N}) y su varianza $\hat{V}(\hat{N})$ de cada uno de los recursos objetivos se realizó como:

$$\hat{N} = \frac{\hat{B}_h}{\hat{W}}$$

$$\hat{V}(\hat{N}) = \hat{B}_h^2 * \frac{1}{\hat{W}^4} \hat{V}(\bar{w}) + * \frac{1}{\hat{W}^2} \hat{V}(\hat{B}_h) - \hat{V}(\hat{B}_h) * \frac{1}{\hat{W}^4} \hat{V}(\bar{w})$$

donde el término \bar{w} corresponde a la estimación del peso medio por ejemplar y \hat{B}_h a la biomasa estimada de merluza del sur/merluza de cola mediante el método hidroacústico.

El peso medio por ejemplar (\hat{W}) y su varianza ($\hat{V}(\hat{W})$) se estimaron como:

$$\hat{W} = \sum_{k=1}^{k=K} \bar{w}_k * \hat{P}_k \quad ; \quad \bar{w}_k = \hat{\alpha} * l_k^{\hat{\beta}}$$

$$\hat{V}(\hat{W}) = \sum_{k=1}^{k=K} \hat{V}(\bar{w}_k * \hat{P}_k)$$

$$\hat{V}(\bar{w}_k * \hat{P}_k) = \bar{w}_k^2 * \hat{V}(\hat{P}_k) + \hat{P}_k^2 * \hat{V}(\bar{w}_k) - \hat{V}(\bar{w}_k) \hat{V}(\hat{P}_k)$$

donde:

- \bar{w}_k = peso medio por ejemplar dentro de la clase de talla "k".
- \hat{P}_k = proporción de ejemplares en la población o área objeto de estudio.
- $\hat{V}(\bar{w}_k)$ = estimador de la varianza del estimador \bar{w}_k
- $\hat{V}(\hat{P}_k)$ = estimador de la varianza del estimador \hat{P}_k .
- $\hat{\alpha} ; \hat{\beta}$ = parámetros de la relación longitud-peso

4.2.7 Estimaci3n de la abundancia en n3mero de ejemplares por clase de talla

El dise1o para estimar el n3mero de ejemplares por clase de tallas (\hat{N}_k) y su varianza ($\hat{V}(\hat{N}_k)$) correspondi3 a:

$$\hat{N}_k = \hat{N} * \hat{P}_k$$

$$\hat{V}(\hat{N}_k) = \hat{N}^2 * \hat{V}(\hat{P}_k) + \hat{P}_k^2 * \hat{V}(\hat{N}) - \hat{V}(\hat{N}) * \hat{V}(\hat{P}_k)$$

donde:

- \hat{N}_k = estimador de la abundancia en n3mero por clase de talla.
- \hat{N} = estimador de la abundancia total en n3mero y,
- \hat{P}_k = estimador de la estructura de tallas, siendo k la talla.
- \hat{N} = abundancia total (n3mero de ejemplares)
- $\hat{V}(\hat{P}_k)$ = varianza de la estructura de tallas, siendo k la talla de ejemplares de merluza del sur.
- $\hat{V}(\hat{N}_k)$ = varianza de la abundancia por tallas (n3mero).

El estimador de la estructura de tallas (\hat{P}_k) y su varianza ($\hat{V}(\hat{P}_k)$) est3 dado por:

$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i}{C_0} \hat{P}_{ki} \quad ; \quad \hat{P}_{ki} = \frac{n_{ki}}{n_i} \quad ; \quad C_0 = \sum_{i=1}^{i=n} C_i$$

$$\hat{V}(\hat{P}_k) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{[\hat{P}_{ki} - \hat{P}_k]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{\hat{P}_{ki}(1 - \hat{P}_{ki})}{n_i - 1}$$

donde:

- i = indica el lance.
- n = tama1o de muestra de lances.
- N = n3mero total de lances del viaje o crucero.
- n_i = tama1o de muestra en el lance " i ".



n_{ki} = ejemplares de talla "k" en el lance "l".

N_i = total de ejemplares.

C_i = captura del lance "l".

C_0 = captura en la totalidad de los lances componentes de la muestra.

P_{ki} = proporci3n de ejemplares de talla "k" en el lance "l".

P_k = proporci3n de ejemplares en la poblaci3n o 3rea objeto de estudio.

4.2.8 Distribuci3n espacial del stock de merluza del sur y merluza de cola

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

En el mapeo de las densidades de la merluza del sur, se consideraron aspectos relacionadas con la t3cnica geoestadística, (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales (An3nimo, 1991, Maynou *et al.*, 1998).

En geoestadística, el m3todo intrínseco es una aplicaci3n de la teoría de funciones aleatorias a la estimaci3n local (mapeo) y a la estimaci3n global (estimaci3n de la abundancia). En este m3todo, los datos son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 3rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i+h))^2$ como funci3n de su distancia h , definida mediante la ecuaci3n:



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

La asunci3n de estacionaridad de segundo en el m3todo intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $2^*\gamma(h)$ como:

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

Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(h)$ el n3mero de pares de datos a la distancia h .

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

Modelo esf3rico:

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

Modelo exponencial:

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

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.

La selecci3n del variograma se realiz3 mediante la estimaci3n de su ajuste (*gof*) propuesto por Rivoirard **et al.** (2000) como:



$$gof = \frac{\sum_h N(h) [\gamma(h) - \gamma^*(h)]^2}{\sum_h D(h)^2 [\gamma^*(h)]^2}$$

Donde $N(h)$ es el n3mero de pares de datos utilizados para estimar $\gamma(h)$ y $D(h)$ la *distancia*. 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 no representativos (Rivoirard **et al.**, 2000).

La intensidad de la dependencia espacial (SpD) de la distribuci3n se estim3 mediante el 3ndice propuesto por Robertson y Freckmann (1995) como:

$$SpD = (1 - nugget / sill) * 100$$

El valor de SpD var3a entre 0 y 100, siendo mayor la intensidad de la dependencia espacial cuando el 3ndice aumenta.

La carta de distribuci3n espacial, se confeccion3 de acuerdo a una escala de categor3as de densidad y el mapeo de las densidades se realiz3 mediante el software Surfer6 (Kleckner, 1996).

De los datos de distribuci3n espacial de los recursos, se estimaron los estad3sticos centro de gravedad (CG) y su Inercia (I), que representa la posici3n promedio y dispersi3n del recurso en la zona de estudio, mediante las expresiones:

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

siendo x un punto en el espacio y $z(x)$ una variable regionalizada (densidad).



Tambi3n se estim3 el grado de agregaci3n de los recursos objetivos en el 3rea de estudio, mediante la estimaci3n del 3ndice de Gini a partir de la aplicaci3n de la curva de Lorenz. Esta se construye representando en el eje-x el porcentaje acumulado del 3rea, mientras que el eje-y el porcentaje acumulado de biomasa. Si los peces est3n homog3neamente distribuidos, la curva de Lorenz corresponder3a a la funci3n identidad, pero si los peces est3n concentrados la curva es c3ncava hacia la derecha. El 3ndice de Gini o 3ndice de concentraci3n, se estim3 como dos veces el 3rea comprendida entre la funci3n identidad y la curva de Lorenz (Myers y Cadigan, 1995).

4.3 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica

4.3.1 Composici3n de tallas del stock

La estimaci3n de la estructura de tallas y la proporci3n sexual de merluza del sur y merluza de cola fue realizada a partir de los muestreos biol3gicos provenientes de las capturas de los lances de pesca efectuados para la identificaci3n de ecotrazos a bordo del B/C "Abate Molina". Estos muestreos biol3gicos consistieron en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de ambas especies. En los casos que las capturas fueron escasas, se cens3 toda la captura. Esta actividad de muestreo biol3gico consisti3 b3sicamente en registrar los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posici3n, profundidad y captura), y los datos del muestreo biol3gico, como: talla, sexo, estado de madurez sexual macrosc3pico (seg3n escala de madurez sexual IFOP, 1985), extracci3n de otolitos almacenados en sobres, y recolecci3n de est3magos y g3nadas, los cuales fueron almacenados (en una soluci3n formaldeh3do al 10%), para posterior an3lisis en laboratorio.



El an3lisis de los datos de tallas y proporci3n sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal y profundidad, seg3n los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluaci3n hidroac3stica en ambas especies efectuados entre el 2000 y 2002 (FIP 2000-14, FIP 2001-20, FIP 2002-19 y 2003-09).

Para la estimaci3n de la composici3n de longitud por 3rea de estudio se emple3 una combinaci3n lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderaci3n los valores de captura en n3mero de individuos, correspondientes a cada uno de los lances.

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

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

donde:

- j = lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
- k = clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
- C_j = Captura (en n3mero 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 proporci3n sexual, de merluza del sur y de merluza de cola, se estim3 bas3ndose en la participaci3n de los sexos en los muestreos de longitud. La proporci3n de sexos se estim3 por la relaci3n:



$$\hat{P}_s = \sum_{j=1}^j \frac{C_{sj}}{C} \hat{P}_{sj} ; \quad \hat{P}_{sj} = \frac{n_{sj}}{n_{asj}}$$

donde:

- j = n° del lance de pesca
- C = captura en n°
- s = sexo de la captura
- n_{asj} = n° de ejemplares de ambos sexos en lance j
- n_{sj} = n° de ejemplares del sexo s en lance j

4.3.2 Estimaci3n de la abundancia por grupo de edad

4.3.2.1 Claves talla - edad

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos segun su grupo de edad (GE) y calcular la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades. Los datos se han procesado con intervalo de clase de 2 cm, el cual es adecuado para el rango de tallas que las sustenta (Ojeda *et al.*, 1987).

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



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

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

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} = nmero de individuos de edad " i " con longitud " j "

n_j = nmero total de individuos de longitud j .

4.3.2.2 Estimaci3n de la abundancia por grupo de edad

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

El nmero de individuos perteneciente a cada GE segun intervalo de talla es:

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

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



donde:

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

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporci3n con que participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodol3gico se3alado anteriormente, permite obtener matrices completas que presentan expl3citamente la estructura interna de la captura en n3mero de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para c3lculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

Considerando la proporci3n (P_i) con que participa cada GE :

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

puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

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

donde:

- l_j = Proporci3n de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N = Tama3o de la muestra de longitudes
- n_j = Tama3o de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} = Proporci3n de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L = N3mero de estratos de longitud.



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

4.3.2.3 Estimaci3n de pesos promedios por grupos de edad

La estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar y Ricker (1968) y posteriormente Nielsen y Schoch (1980), abordaron este tema presentando m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m3todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a de Pienaar y Ricker (1968).

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, se pueden presentar dos casos, uno es cuando se est3 frente a crecimiento isom3trico en donde b es igual a tres, y el otro es cuando b toma valores diferentes de tres, siendo de 2,5 a 3,5 un rango frecuente de observar.

El valor esperado de funci3n de W , $\Psi(L)$, es:

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

donde el n3mero de t3rminos depende del exponente b .



4.4 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n

4.4.1 Trabajo a bordo

El 3rea en que obtuvo muestras para determinar los aspectos reproductivos, el B/C Abate Molina, comprendi3 entre las latitudes 44°00' y 47°00', lo que se realiz3 entre el 13 y 28 de agosto de 2004. Muestras adicionales se obtuvieron del 3rea comprendida entre los 47°17' y los 51°01', entre el 2 y 13 de septiembre de 2004. Los muestreos de hembras, 659 de merluza del sur y 769 de merluza de cola, se realizaron a partir de las capturas obtenidas en los lances de identificaci3n. A cada ejemplar se le midi3 la LT, el peso del cuerpo con una balanza de precisi3n de 10 g y se extrajeron las g3nadas, las que se pesaron y fijaron en formalina 10% tamponada (Hunter, 1985). De estas g3nadas, 25 de merluza del sur y 423 de merluza de cola se analizaron en fresco a bordo.

4.4.2 An3lisis de laboratorio

En el laboratorio se determin3 el estadio de madurez sexual de acuerdo a las caracter3sticas macrosc3picas y mediante el examen microsc3pico de trozos de las g3nadas fijadas a bordo en formalina. Los trozos de g3nada se disgregaron para posteriormente medir el di3metro de los ovocitos m3s desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de alg3n grado de reabsorci3n gonadal, como tambi3n examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La escala apreciativa que se aplic3 (Balbont3n y Bravo, 1993) consta de los siguientes estadios (EMS).



<p>1 Virginal: ovarios peque1os, filiformes; sexo dif3cilmente discernible de manera macrosc3pica. El examen microsc3pico muestra la presencia de c3lulas germinales. En un estadio m1s avanzado son de color rosado claro, de secci3n tubular y con un di1metro m1ximo de los ovocitos menor que 0,18 mm.</p>
<p>2 Inmaduro: ovarios claramente diferenciados, con paredes firmes, gruesas; color rosado claro o amarillo ocre. Ovocitos no visibles al ojo desnudo, de aspecto opaco, en vitelog3nesis incipiente; di1metro m1ximo de los ovocitos inferior a 0,38 mm.</p>
<p>3 En maduraci3n: ovarios turgescientes, con escasa vascularizaci3n; color amarillo p1lido; alcanzan un gran volumen. Ovocitos visibles a simple vista, en un amplio rango de tama1os, en vitelog3nesis avanzada; di1metro m1ximo de los ovocitos inferior a 0,85 mm.</p>
<p>4 Maduro: ovarios turgescientes, a menudo con zonas traslúcidas; color amarillo a anaranjado p1lido; en una fase avanzada, los ovocitos fluyen del ovario al presionar el abdomen. Ovocitos visibles al ojo desnudo, con el proceso de hidrataci3n inici1ndose; con o sin gota oleosa; di1metro de los ovocitos m1s diferenciados igual o mayor que 0,85 mm.</p>
<p>3A En maduraci3n, desove parcial reciente: ovario similar al estadio 3, turgescientes o ligeramente fl1cidos; color amarillo p1lido u oscuro. Di1metro de los ovocitos similar al estadio 3, pero adem1s se distingue un n1mero reducido de ovocitos hidratados con gota oleosa que corresponden al remanente de un desove parcial reciente. Estos ovarios pasan nuevamente al estadio 4.</p>
<p>5 En regresi3n: ovario fl1cido, con lumen grande; color rojizo; al final de este estadio las paredes se tornan gruesas y el color pasa a rosado amarillento. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en n1mero reducido en proceso de reabsorci3n. Estos ovarios pasan al estadio 2.</p>

Cada uno de los estadios se puede caracterizar de acuerdo al diámetro de los ovocitos, junto con las características macroscópicas del ovario. En el caso de la merluza de cola, no se incluyó el EMS 3A en consideración al tipo de desove total que presenta esta especie.

a) Índice Gonadosomático

Se efectuó el pesaje de las gónadas con una balanza de 0,1 g de precisión. Se calculó el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) menos el peso de la gónada acuerdo a la siguiente relación:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{P_{gi}}{P_{ci} - P_{gi}} \right) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} IGS_i$$

Calculado el IGS promedio, se estableció su varianza y su desviación estándar a través del siguiente estimador:

$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

Con la información respecto del EMS según la talla de las hembras; el IGS promedio y su desviación estándar y de acuerdo al EMS, se obtienen resultados que permitan determinar si la población adulta efectivamente se encuentra en proceso de desove.

b) Ojiva de madurez

Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y 2. Los peces maduros fueron aquellos en EMS 3,



3A (s3lo merluza del sur), 4 y 5, adem3s de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se hab3a iniciado el proceso de vitelog3nesis. La estimaci3n de la talla media de madurez, en que el 50% de las hembras est3n sexualmente maduras y de la ojiva de madurez fue realizada mediante el m3todo de m3xima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). El ajuste correspondi3 a una funci3n log3stica generalizada, restringida a los par3metros identificados por " b_0 " y " b_1 ", en que $P(LT)$ es la fracci3n de individuos maduros en funci3n de la talla; LT es la longitud total, relacionados a trav3s de la siguiente expresi3n:

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

La estimaci3n de los par3metros de esta funci3n permiti3 dar un primer ajuste de la talla media de madurez. Esta relaci3n se realiz3 mediante un procedimiento no lineal siguiendo un c3lculo iterativo de estimaci3n, el que permiti3 lograr un mejor ajuste de la ojiva de madurez por una parte y por otra, de la estimaci3n de la talla media de madurez. El ajuste de la funci3n log3stica est3 dado por la relaci3n descrita a continuaci3n:

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

c) Fecundidad modal

Para la determinaci3n de fecundidad modal, se procesaron ovarios que estaban mantenidos en l3quido de Gilson. La moda m3s avanzada de ovocitos vitel3nicos se separ3 del resto de los ovocitos mediante el m3todo de Battacharya (Gayanilo *et al.*, 1988). Esta 3ltima opci3n involucra la medici3n del di3metro de ovocitos presentes en una submuestra bajo un microscopio estereosc3pico. En la merluza de cola, por el hecho de presentar una fecundidad de tipo total, la moda m3s



avanzada se destaca f3cilmente del resto de los ovocitos de peque1o tama1o, por lo tanto, esa moda se separ3 manualmente bajo el microscopio y posteriormente se cont3. El n1mero de ovarios que se utiliz3 en las determinaciones de fecundidad fue 80 en merluza del sur y 43 en merluza de cola, proces3ndose la totalidad de los ovarios recolectados que cumplieron los requisitos para este fin, es decir, una moda de ovocitos en avanzado estado de vitelog3nesis y que al mismo tiempo no presentaran signos de un desove previo, como es el caso del EMS 3a.

Para la cuantificaci3n de los ovocitos, a los ovarios que estaban en l3quido de Gilson se les removió la membrana que los envuelve y los ovocitos se separaron mediante un chorro de agua. El n1mero de ovocitos presentes en el ovario se determin3 mediante un submuestreador consistente en una vasija rotatoria, que posee 16 c3maras iguales en el fondo, especialmente dise1ado con este fin. Este aparato no presenta diferencias significativas al nivel del 5% en el n1mero de ovocitos sedimentados en cada c3mara (Fischer y Balbont3n, 1970). En el proceso se utilizaron al menos dos submuestras. La fecundidad fue igual al n1mero de ovocitos presentes en la submuestra, multiplicado por la fracci3n correspondiente a la submuestra y tomando en cuenta el peso de los ovarios:

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

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



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

4.5.1 Toma y procesamiento de los datos

La unidad muestral fue el lance de pesca y la información básica consistió en el peso por especie en kilogramos, además de la información que caracteriza el muestreo como el número de lance, la hora del día y la fecha.

El procedimiento de muestreo de fauna acompañante fue el siguiente: en cada lance de pesca de identificación de ecotrazos, la captura que no correspondió a las especies objetivos, fue separada y vaciada en cajas de 42 litros (2,1 kg vacías). La fauna separada de este modo, fue clasificada por especie y pesada en una balanza romana utilizando el mismo tipo de caja. Aquellos componentes de la fauna acompañante que por sus proporciones (muy pequeños o demasiado grandes) la manipulación en cajas fuese poco práctico, fueron separados por especie y pesados individualmente.

La totalidad de la captura fue devuelta al mar utilizando el mismo tipo de caja y el número de cajas vertidas al mar fue contabilizado. La captura en peso de cada especie por lance, se obtuvo por el cociente entre el peso en la muestra y la captura total.

Se consideraron con particular interés aquellas especies que constituyen recursos de interés como por ejemplo: congrio dorado, reineta, jibia y cojinobas entre otras.



4.5.2 Análisis de los datos

Se elaboró un listado de las especies indicándose en cada caso el nombre común y científico correspondiente y la importancia relativa de las capturas en peso y número de cada especie.

Se confeccionó una carta de distribución latitudinal y batimétrica de las capturas correspondientes a la fauna acompañante.

4.6 Analizar el contenido estomacal de merluza del sur, a partir de los lances de identificación

4.6.1 Procesamiento de las muestras

Los estómagos de merluza del sur y merluza de cola muestreados a bordo fueron fijados en formalina 10% y registrados los siguientes datos provenientes de los muestreos biológicos, como el estado del estómago (vacío, evaginado y con contenido) y su estado de repleción (semilleno, lleno y distendido) cuando tienen contenido.

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



Una vez identificadas las presas, se emplearon descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980):

- **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 tax3n presa en cada est3mago. 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.

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

La importancia relativa de cada tax3n de presa se determinó mediante el Índice de Importancia Relativa, IIR (Pinkas *et al.*, 1971, fide Berg, 1979), según la siguiente fórmula:

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



donde:

- N = Porcentaje en n3mero: recuento de cada tax3n de presa encontrado en los est3magos de la especie predador analizada
- P = Peso de cada tax3n de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.
- F = Frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa, expresado en forma porcentual.

La informaci3n de contenido estomacal de merluza del sur y merluza de cola, previamente georeferenciada, fue analizada espacialmente, de forma similar a las estratificaciones empleadas en el an3lisis de composici3n de talla. Esta informaci3n fue complementada con la informaci3n de dieta registrada para ambas especies en estudios de a3os anteriores proveniente de proyectos similares.

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

En la caracterizaci3n de las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola se utilizaron descriptores estimados a partir de observaciones ac3sticas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegraci3n, seg3n lo describe Scalabrin (1997). Debido a la mezcla de ambas especies, hecho ratificado mediante los lances de pesca de identificaci3n, la caracterizaci3n de las agregaciones se efectu3 considerando a ambos recursos sin diferenciar entre ellos, pero asignando a cada agregaci3n las unidades de ecointegraci3n seg3n lo expuesto en el numeral 4.2.2 de este informe.

La agregaci3n se defini3 como un conjunto de muestras ac3sticas que poseen una continuidad vertical y horizontal, adem3s exceden un umbral predeterminado de



energía y tamaño. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical a la distancia de la semilongitud del pulso.

Los descriptores utilizados se clasificaron en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1993).

Dentro de los descriptores morfológicos se consignan los siguientes criterios: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según se muestra en la **Figura 5**.

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 b3sicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter3sticas de la agregaci3n, como la dimensi3n fractal (*DFrt*) empleada para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 3sta corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar3a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o el borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1997):

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

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados est3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

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

El 3ndice de altura (*Arel*) es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:

$$Arel = 100 * \frac{\left(Altura_{m3nima} + \frac{Altura}{2}\right)}{Profundidad\ del\ fondo}$$



El an3lisis de los datos se efectu3 mediante el an3lisis de componentes principales (Rencher, 1995), t3cnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la informaci3n contenida en el conjunto original de datos, adem3s, de reducir la dimensionalidad de los datos.

Posteriormente, fueron analizadas por separado las diferentes caracter3sticas morfom3tricas y batim3tricas de las agregaciones, como tambi3n las diferencias latitudinales que presentan estas variables.



5. RESULTADOS

5.1 Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n.

La calibraci3n ac3stica del sistema de ecointegraci3n se desarroll3 en puerto Ballena en la zona de aguas interiores de la XI Regi3n. Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 1**.

5.1.1 Comportamiento de la red de arrastre

Durante el transcurso de los lances de pesca, el desempe1o del sistema de pesca fue monitoreado mediante una sonda ac3stica en la red, lo que permiti3 un seguimiento continuo de su desarrollo vertical (altura de la red).

Los valores de altura de la red medidos en un rango de profundidades de 155 a 480 metros, fluctuaron entre 26 y 34 metros de altura con un valor central de 31 metros.

5.2 Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el 1rea de estudio

5.2.1 Biomasa y abundancia

La prospecci3n abarc3 un 1rea total de 2.730 millas n1uticas cuadradas y en ella se estimaron los siguientes valores de biomasa y abundancia.

a) Merluza del sur

La biomasa de merluza del sur (**Tabla 2**) se estim3 en 53.200 toneladas, con un intervalo de confianza que vari3 ($t_{\alpha/2; 5\%} = 1,65$) entre 45.300 y 61.100 toneladas. Esta biomasa se desagrega en 15.473 t estimadas para el 1rea de muestreo intensivo localizada el sur este de la isla Guamblin y 37.727 para el resto del 1rea evaluada. La biomasa desovante, considerada como aquella de talla superior a los 70 cm, se estim3 en 50.679 t lo que represent3 el 95,3% de la biomasa total.

La composici3n por sexo de la biomasa fue de 44.156 t (83 %) de hembras y 9.044 t (17 %) de machos.

La biomasa y sus l3mites de confianza estimadas mediante el m3todo propuesto por O'Driscoll (2004), se estim3 una biomasa de 53.200 t y un intervalo de confianza que fluctu3 entre 45.100 y 62.770 toneladas.

La abundancia estimada a partir de la estimaci3n de biomasa y empleando la informaci3n de distribuci3n de tallas y las relaciones peso-longitud (**Tabla 3**) obtenidas durante el crucero de prospecci3n fue de 11.789.646 ejemplares. Esta abundancia resulta del aporte de 2.706.355 (23%) de ejemplares machos y 9.083.291 (77%) de individuos hembras (**Tabla 4**).

La abundancia estimada para el presente estudio es un 45% inferior en comparaci3n a la estimada para el a1o 2003, disminuci3n que se explica en principalmente por el descenso de la abundancia de machos de 10,2 millones el a1o 2003 a 2,7 millones en el presente estudio, implicando una reducci3n del 73,5% entre ambos a1os (**Tabla 5**).



b) Merluza de cola

La biomasa de merluza de cola se estimó en 188.600 t con un intervalo de confianza entre 149.078 y 228.121 toneladas (**Tabla 2**). Esta biomasa corresponde al aporte de 58.466 t (31%) de machos y 130.134 t (69%) de hembras. La fracción adulta, considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total se estimó en 153.356 t equivalentes al 81,3% de la biomasa total.

La biomasa total estimada proviene de 78.900 toneladas estimadas para el área de la isla Guamblin y 109.700 t para el resto del área de estudio.

La biomasa y sus límites de confianza estimadas mediante el método propuesto por O'Driscoll (2004), se estimó una biomasa de 191.645 t y un intervalo de confianza que fluctuó entre 151.335 y 239.475 toneladas.

La abundancia estimada a partir de la estimación de biomasa y empleando la información de distribución de tallas y las relaciones peso-longitud (**Tabla 3**) obtenida durante el crucero de prospección fue de 215.366.909 individuos. Esta abundancia resulta de la contribución de 87.168.881 ejemplares (40%) de machos y 128.198.028 (60%) de hembras (**Tabla 6**). La fracción adulta del stock estuvo (> 55 cm) representada por el 74,8% del stock (161.133.963 ejemplares).

La biomasa estimada para el año 2004 resultó ser un 22% menor a la estimada en el año 2003, en cambio la abundancia (215.466.909 individuos) sólo fue 9% menor en relación al año anterior, lo que indica la presencia de ejemplares de menor tamaño. La proporción en número entre ambos sexos se mantuvo similar al año anterior, aumentando levemente la presencia de machos (**Tabla 7**).



5.2.2 Distribución espacial de la biomasa

a) Merluza del sur

Durante la prospección se evaluó un área de 3.730 millas náuticas cuadradas, en esta área la distribución espacial de la merluza del sur presentó una distribución que se puede clasificar como característica para el área y período del estudio, como es asociado a la plataforma y talud continental (**Figura 6**) con su centro de gravedad situado en la posición $45^{\circ}22'S$ (d.s=0,4°) y $075^{\circ}04'W$ (d.s=0,2°).

En el área prospectada se registraron tres sectores o focos de concentración de la merluza del sur ubicados uno en el sector centro-norte del área de estudio ($44^{\circ}10'S$); otro al sureste de la isla Guamblin ($45^{\circ}20'S$); y el tercero en las cercanías del límite sur del área de estudio. Las concentraciones del sector central y centro-norte del área de estudio se encuentran localizadas en sectores con características batimétricas especiales como son los cañones submarinos presentes en dichas áreas (**Figura 6**).

La distribución espacial de la merluza del sur al igual que lo observado en los estudios anteriores presentó un alto grado de concentración, índice de Gini de 0,90 (**Figura 7**), valor que se mantiene dentro de los niveles observados en los estudios efectuados entre el 2000 y el 2004, aunque el año 2002 se efectuó con 20 días de anticipación en relación a los demás años. El alto grado de agregación en la distribución de este recurso, es concordante con el proceso reproductivo del stock detectado durante el período del crucero, donde el 72% de las hembras se encontraba en proceso de desove activo.

Las densidades locales de merluza del sur tanto en la zona de muestreo intensivo como en el resto del área fueron ajustadas a un modelo de variograma exponencial, para el área de muestreo intensivo el variograma ajustado ($gof = 0,013$)



se estim3 con un rango de 1,4 millas n3uticas, una variabilidad de microescala de $30.000 \text{ t}^2 * \text{mn}^{-4}$ y una varianza estructural de $380.000 \text{ t}^2 * \text{mn}^{-4}$, lo que permite estimar un coeficiente de dependencia espacial (SpD) del 92%. Para el resto del 3rea prospectada el variograma de modelo exponencial ajustado ($\text{gof} = 0,017$) tuvo un rango de 1,3 millas n3uticas, variabilidad de microescala de $250 (\text{t}^2 * \text{mn}^{-4})$, varianza estructural de $600 (\text{t}^2 * \text{mn}^{-4})$ y un coeficiente de dependencia espacial del 70%. De acuerdo a lo anterior, se puede se3alar que la distribuci3n espacial del stock de merluza del sur en el 3rea y per3odo del estudio present3 una fuerte dependencia espacial (**Figura 8**).

Para comparar ambas distribuciones a trav3s de su estructura espacial se estimaron y ajustaron variogramas relativos, los que entregaron como resultados una variabilidad total de 1,2 para el 3rea de la isla Guamblyn y de 0,64 en el resto del 3rea de estudio, manteni3ndose los rangos de 2,7 y 3,0 millas n3uticas para cada sector, respectivamente, la mayor variabilidad estimada para el sector del 3rea de la isla Guamblyn es atribuible a los mayores niveles de densidad detectados en dicho sector. De acuerdo a los par3metros estimados, la dependencia espacial alcanz3 al 100% en el 3rea de la isla Guamblyn y al 84% en el resto del 3rea, lo que ratifica la alta dependencia espacial del stock de merluza del sur durante su proceso reproductivo.

b) Merluza de cola

La distribuci3n espacial de la merluza de cola tambi3n se detect3 asociada a la plataforma y talud continental, abarcando longitudinalmente todo el 3rea de estudio, con el centro de gravedad de la distribuci3n espacial en la posici3n $45^{\circ}16'S$ (d. s. $\pm 0^{\circ}28'$) y $74^{\circ}59' W$ (d. s. $0^{\circ}31'$). Se registraron tres sectores de concentraci3n, el principal se ubic3 al sur-este de la isla Guamblyn entre las latitudes $45^{\circ}15'S$ y $45^{\circ}22'S$ y los otros dos secundarios uno ubicado en la latitud



44°10'S al sur de la isla Guafo y el otro hacia el l3mite sur del 3rea de estudio en la latitud 46°20'S (**Figura 9**), estando las dos primeras concentraciones asociadas a sector de ca3ones submarinos.

La distribuci3n espacial de la merluza de cola al igual que lo observado en los estudios realizados en el per3odo 2001-2003 se registr3 en un alto nivel de agregaci3n, reflejado en un 3ndice de Gini de 0,91 valor superior a 0,85 (2003), 0,81 (2002) y 0,79 (2001). El alto grado de concentraci3n estimado refleja el desarrollo del proceso reproductivo de la merluza de cola en el per3odo del estudio (**Figura 10**).

Los datos de densidad de merluza de cola fueron ajustados a un modelo de variograma exponencial, estim3ndose para el 3rea de Guamblin ($gof=0,013$) un rango de 1,7 millas n3uticas, la variabilidad total o sill alcanz3 a $1,2 * 10^6 (t^2 * mn^{-4})$ descompuesta en un 8,3% del efecto pepita o variabilidad de microescala y el 91,3% a la varianza estructural, en tanto que para el resto del 3rea prospectada los par3metros del variograma ($gof 0,021$) fueron un rango de seis millas n3uticas y un sill de 3.000 compuesto en su totalidad por la varianza estructurada (**Figura 11**). En ambos casos la distribuci3n espacial de la merluza de cola present3 un alto indicador de dependencia espacial, reflejado en valores de 91,7 en el 3rea de la isla Guamblin y de 96,0 en el resto del 3rea prospectada.

Los resultados de la estimaci3n de los variogramas relativos fueron: para el 3rea de Guamblin se ajust3 un variograma exponencial con un rango de 3,2 millas n3uticas, un sill de 1,15 correspondiendo en su totalidad a la variabilidad estructurada. En el resto del 3rea de estudio se obtuvieron valores de 0,45 para el sill correspondiendo un 67% al efecto pepita y un 33% a la componente estructurada (**Figura 11**).



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

5.3.1 Composici3n de tallas y proporci3n sexual

5.3.1.1 Merluza del sur

a) Muestreo

En el an1lisis espacial fue empleada la subdivisi3n latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2001, 2002, 2003 y 2004), la cual consiste en 3 1reas: 1rea 1, entre 42° y 44°29' S denominada Guafo; 1rea 2, entre 44°30' y 45°29' S denominada Guambl3n; y 1rea 3, entre 45°30' y 47°29' S denominada Taitao. Respectivamente, para cada una de las 1reas fueron muestreados 402, 529 y 145 ejemplares de merluza del sur, sumando un total para el 1rea de estudio de 1.076 individuos (**Tabla 8**).

b) Distribuci3n de la estructura de talla en la zona de estudio

La estructura de talla de merluza del sur registrada durante el crucero (**Tabla 8, Figura 12**) estuvo compuesta principalmente de ejemplares adultos (> 69 cm) que constituyeron el 87% y una escasa presencia de ejemplares juveniles (13%). Las hembras registraron una distribuci3n de talla desplazada las tallas mayores con una moda entre 75 y 99 cm y talla promedio 83,6 cent3metros. Los machos presentaron una distribuci3n de talla con una moda entre 70 y 89 cm y promedio 76,6 cent3metros. La distribuci3n de la estructura de talla de ambos sexos fue unimodal y centrada entre los 70 y 99 cm con un promedio de 82 cm, distribuci3n que est1 influenciada por la mayor presencia de hembras en el stock evaluado.



En las tres subzonas consideradas (Guafo, Guablín y Taitao) las distribuciones de tallas de ambos sexos en conjunto registraron escasa presencia de juveniles y formas unimodales similares a las distribuciones de tallas de las hembras (**Figura 12**). Aunque las distribuciones muestran diferencias entre áreas, ellas tienden a presentar un moda de ejemplares adultos entre 70 y 99 cm, con un desplazamiento hacia tallas mayores en el área Guafo que registró la menor presencia de juveniles (3%) y la mayor talla promedio 88 cm (**Tabla 8**). En cambio, los machos registraron en las tres áreas distribuciones de talla inferiores respecto de las hembras, con un promedio entre 76 y 80 centímetros.

En sentido batimétrico, estratificado en rangos de 100 m (200-299, 300-399 y 400-499 m, según profundidad de la red, relinga superior), las estructuras de tallas por sexo (**Figura 13**) y al interior de cada área (**Figura 14**) registraron ser muy similares, concentradas principalmente entre los 200 y 399 metros de profundidad.

c) Proporción sexual

En el área de estudio, las hembras predominaron (77%) respecto de los machos (23%), registrándose la mayor presencia de hembras en las zonas de Guafo y Guablín, con 90% en ambas áreas y una proporción algo menor (70%) en el área Taitao (**Tabla 8**). En sentido batimétrico, las hembras mantuvieron su predominio respecto de los machos entre los 200 y 399 m de profundidad entorno al 77%.

d) Distribución de talla del crucero 2004 respecto de los cruceros anteriores en la zona de estudio

La información de talla obtenida en el crucero de investigación del 2004 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los cuatro cruceros anteriores para la misma zona de estudio y similar metodología. Los cruceros del 2003 (Lillo



et al., 2004) y 2004 fueron realizados a bordo del B/C Abate Molina; los cruceros del año 2001 y 2002 fueron efectuados a bordo del B/F Unzen Maru (Lillo *et al.*, 2002 y 2003, respectivamente), y el crucero del 2000 a bordo del B/F Betanzo (Lillo *et al.*, 2001).

Las distribuciones de tallas de merluza del sur del presente estudio como las registradas en los cruceros anteriores presentaron una similar moda principal (**Figura 15**) sustentada por adultos entre 70 y 94 cm, con una leve tendencia de desplazamiento de la moda hacia a tallas mayores y donde se ha registrado un incremento de la talla promedio de 77 cm en el 2000 hasta 82 cm el 2004. En los cinco años de estudio las hembras han predominado respecto de los machos (**Figura 15**), sin embargo en el año 2004 se registró el mayor predominio de las hembras (77%) en relación con los años previos (52% aproximadamente). Por otro lado, la presencia de ejemplares juveniles ha sido escasa en los cuatro años de estudio, entre un 6% (2003) y un 18% (2000).

Al analizar las distribuciones de talla de merluza del sur provenientes de los cinco años de estudio para cada subzona, se observa que en general se han sustentado sobre la base de una similar moda principal (**Figura 16**), aunque en el 2004 fue registrado en el área Guafo una mayor presencia de tallas adultas (80- 89 cm) y que se sustenta en la mayor presencia de hembras (90%).

De forma similar, en las distribuciones de tallas por estrato de profundidad se observa que en general se basan en una moda principal adulta entre los 70 y 99 cm (**Figura 17**). Sin embargo, el año 2004 registró un leve desplazamiento de la moda hacia tallas mayores en las profundidades 200-299 m y 300-399 m, respecto de los años anteriores; en donde es posible observar que la mayor presencia de hembras se registra en dichos estratos de profundidad (**Figura 17**).



5.3.1.2 Merluza de cola

a) Muestreo

En el an3lisis espacial fue empleada la misma subdivisi3n descrita para merluza del sur. El total de ejemplares de merluza de cola medidos fue de 5.134 ejemplares, dividido en 1.687, 2.152 y 1.295 individuos para las 3reas Guafo, Guabl3n y Taitao, respectivamente (**Tabla 9**).

b) Distribuci3n de la estructura de talla en la zona de estudio

La composici3n de la captura de merluza de cola en todo el crucero de investigaci3n (**Tabla 9**) se caracteriz3 por una participaci3n de 50% de ejemplares adultos y 50% de ejemplares juveniles (menores de 55 cm). En la estructura de tallas destaca una moda principal de ejemplares adultos que se extendi3 en el rango de 65 a 94 cm de longitud total y otra moda de ejemplares juveniles entre 35 y 54 cm (**Figura 18**). La estructura de talla de las hembras estuvo compuesta por ejemplares de mayor tama1o (63 cm) en relaci3n con los machos (51 cm) y en consecuencia la mayor presencia de juveniles fue registrado en los machos (65%) que respecto de las hembras (40%).

En sentido latitudinal, las estructuras de talla de merluza de cola en las tres 3reas registraron la presencia de la moda de ejemplares adultos entre 65 y 94 cm (**Figura 18**). En la 3rea Guafo y Guabl3n fue registrada la presencia de la moda de ejemplares juveniles entre 35 y 54 cm, principalmente en los machos, en cambio la moda adulta estuvo representada principalmente por la estructura de las hembras. La menor presencia de juveniles (5%) y la mayor talla promedio (74 cm) fueron registrados hacia el sector sur del 3rea de estudio (3rea Taitao), y la mayor



presencia de juveniles (38%) y menor talla promedio (61 cm) fueron registrados en el 1rea Guabl3n, en la zona intermedia del 1rea de estudio (**Tabla 9**).

En sentido batim3trico, en general la estructura de talla de merluza de cola registr3 que a mayor profundidad la moda principal se desplaza de tallas adultas (**Figura 19**), situaci3n que tambi3n se present3 al interior de cada 1rea (**Figura 20**). La moda adulta entre 60 y 94 cm se present3 en toda la amplitud batim3trica. Las estructuras de tallas del estrato 200-299 m y 300-399 m tienden a ser similares en machos y hembras (**Figura 19 y 20**), excepto en el 1rea Guafo donde se registr3 una alta presencia de ejemplares adultos entre 200-299 m. La moda juvenil de 35 y 54 cm fue registrada principalmente en el estrato de 100-199 m (**Figura 19**) con una talla promedio de 50cm (**Tabla 9**), correspondiente al 1rea Guabl3n.

c) Proporc3n sexual

La proporci3n sexual en el 1rea de estudio predomin3 las hembras (60%) respecto de los machos (40%, **Tabla 9**), manteni3ndose, en general, la mayor presencia de las hembras registrada en estudios anteriores (Lillo *et al.*, 2002, 2003 y 2004). La mayor presencia de hembras fue registrada en el 1rea Taitao (78%), seguida del 1rea Guafo (58%); en cambio, en el 1rea intermedia, Guabl3n, los machos y las hembras registraron similar presencia (50% para ambos). Por otro lado, en sentido batim3trico es posible mencionar que al aumentar la profundidad se registr3 una mayor presencia de hembras, respecto de los machos (**Tabla 9**).



d) Distribuci3n de talla del crucero 2004 respecto de los cruceros de investigaci3n anteriores en la zona de estudio

En los cuatro a1os de cruceros, en el 1rea de estudio la estructura de talla de merluza de cola se sustenta principalmente sobre una fracci3n adulta entre los 60 y 94 cm (**Figura 21**). En general, la estructura de talla del 2004 presenta una mayor semejanza a las estructuras de tallas de los a1os 2001 y 2002 (**Figura 21**) y diferentes a los a1os 2000 y 2003, diferencia que es provocada por la baja participaci3n de ejemplares juveniles en la composici3n del stock evaluado. En el 2004 la estructura de talla, respecto de los a1os anteriores, registr3 la menor talla promedio (58 cm) y la mayor presencia de ejemplares juveniles (50%).

En sentido latitudinal, las estructuras de tallas del 2004 en las 1reas Guafo y Guabl3n fueron relativamente similares a las estructuras de tallas registradas en los a1os 2001 y 2002 (**Figura 22**). No as3 el 1rea Taitao, en donde la estructura de talla del 2004 difiere notablemente de los tres estudios anteriores, siendo principalmente de ejemplares adultos con una talla promedio de 73 cm (**Figura 22**); situaci3n que ejemplifica la amplia variaci3n espacio temporal que registra la estructura poblacional en esta especie.

En sentido batim3trico, durante el 2004 la fracci3n adulta de merluza de cola que participa en el desove fue registrada principalmente entre los 200 y 399 m de profundidad (**Figura 23**), distribuci3n relativamente acotada, respecto de otros a1os, en donde la fracci3n adulta tambi3n fue registrada a menor profundidad (entre 100-199 m, 2001), como tambi3n a profundidades mayores (entre 400-499 m, 2002 y 2003), manteni3ndose en la mayor3a de dichos estratos un predominio de las hembras respecto de los machos (**Figura 23**).



5.3.1.3 Estructura de edades del stock

Para la conversi3n de la biomasa (t) obtenida mediante m3todos hidroac3stcos en abundancia (N°), se emple3 la informaci3n de distribuci3n de tallas obtenida de los muestreos efectuados a las capturas de los lances de identificaci3n y las relaciones peso - longitud estimadas con los datos de los muestreos biol3gicos espec3ficos realizados en los mismos lances.

a) Claves talla – edad

En el Crucero de Evaluaci3n se colect3 para merluza del sur una cantidad de muestras de 821 pares de otolitos sagitta de los cuales 196 corresponden a machos, 625 a hembras. Para merluza de cola se muestre3 un total de 1.530 pares de otolitos, de los cuales 425 correspondieron a machos y 1105 a hembras. Los archivos base de la informaci3n de edad se generaron clasificados por sexo. Para ambas especies las claves edad-talla (CET) se procesaron empleando intervalos de clase de tallas de 2 cent3metros.

Los grupos de edad (GE) presente fueron desde el IV a XXIII para merluza del sur y desde I a XIII para merluza de cola. La estructura de edad se muestra separada por sexo, debido a su crecimiento diferencial.

El an3lisis de muestras para la determinaci3n de edad, comprendi3 distintos pasos tendientes a comparar la asignaci3n de edad que se realiza en diferentes proyectos en que se estudia la edad de las especies contempladas en este crucero de evaluaci3n. Esta es una etapa que requiere un particular esfuerzo en compartir an3lisis y relecturas de muestras a fin de asegurar que los criterios de discriminaci3n de anillos de crecimiento, tanto secundarios como anuales se mantengan en el tiempo y a trav3s de los diferentes estudios.



b) Composición del stock de merluza del sur por grupo de edad (GE)

Para la conversión de la biomasa obtenida en el crucero a abundancia en número de individuos, se empleó la información de la estructura de tallas obtenida de los muestreos efectuados a las capturas provenientes de los lances de pesca de identificación efectuados en la zona de estudio y las relaciones peso - longitud (**Tabla 3**) estimada a partir de los muestreos biológicos específicos.

Estas funciones, al verlas en forma histórica, si bien varían sus parámetros dentro de cierto rango, “a” entre 0,0031-0,0054 y “b” entre 3,0544-3,1851 para machos y “a” entre 0,0009-0,0025 y “b” entre 3,2479-3,4871 para hembras, se observa que los parámetros se van compensando de modo que entregan pesos muy similares en los diferentes períodos (**Figura 24**). En merluza del sur, en machos, las curvas que describen las funciones peso-longitud de cada año prácticamente se superponen y en hembras, si bien son similares, se observaron individuos un tanto más livianos (a una talla dada) en los muestreos de los años 2002 y 2003. Esta diferencia de las relaciones peso-longitud, cobra especial importancia, sobre todo en períodos de desove, para obtener las transformaciones de la biomasa a abundancia de forma más precisa.

La composición etárea de la abundancia de la merluza del sur en el área y período de estudio, muestra una estructura sostenida en un 95% por doce grupos de edad correspondientes al tramo comprendido entre los GE VII y XVIII, los cuales provienen de peces nacidos desde el año 1986 a 1997 (**Tabla 10**).

La estructura de edades de la merluza del sur desagregada por sexos, muestra que en el área de estudio en los machos la presencia de ejemplares pertenecientes a los GE V-XVII con una moda principal en el GE XIII y el esbozo de una moda secundaria en el GE VIII (**Tabla 11**) y donde el 92,2% de los



ejemplares correspondieron al aporte de los GE VII a XV. La fracci3n de hembras comprendi3 individuos de los GE IV a XXIII con una moda principal centrada en los GE XIII a XV que represent3 el 46,2% de la abundancia de este sexo, mientras que los grupos con un aporte individual superior al 5% (GE X a XVII) efectuaron un aporte total de 7,4 millones de individuos que represent3 el 81,3% de la abundancia de hembras (**Tabla 12**).

En la **Figura 25** se presenta la estructura de la abundancia por GE para el per3odo 2000-2004, apreci3ndose variaci3n interanual experimentada en la zona y per3odo de estudio por la composici3n et3rea de la abundancia. En relaci3n con los a3os previos, llama la atenci3n el bajo nivel de abundancia estimado para los machos el a3o 2004 producto de una disminuci3n del 73,5% en relaci3n con el estudio efectuado en similar 3rea y per3odo el 2003, mientras que la fracci3n de hembra con una estructura et3rea m3s amplia que el a3o previo present3 una disminuci3n que alcanz3 al 18%.

c) Composici3n del stock de merluza cola por grupo de edad (GE)

La estructura demogr3fica de la merluza de cola estuvo integrada en ambos sexos por ejemplares pertenecientes a los GE I a XIII y en ella se observ3 la presencia de ocho grupos predominantes (III-X) pertenecientes a peces nacidos entre 1994 y 2001 que representaron el 91,8% de la estructura et3rea del stock de merluza de cola (**Tablas 13**).

Al desagregar por sexo, los machos presentan una distribuci3n et3rea donde la participaci3n m3s importante proviene de los GE II a X que constituyeron el 97,1% de la fracci3n de machos en el stock evaluado (**Tabla 14**). Mientras que en el caso de las hembras aparecen nueve GE (III-XI) cuya participaci3n integrada represent3 el 96,6% de la fracci3n de hembras evaluada (**Tabla 15**).



La composici3n por grupo de edad del stock presente en la zona y per3odo de los respectivos cruceros efectuados en el per3odo 2000-2004 (**Figura 26**) muestra un stock que para el a3o 2004 aparece disminuido en toda su estructura et3rea, exceptuando el ingreso de una clase anual fuerte, GE III correspondientes a peces nacidos el 2001, situaci3n que no se observaba desde el estudio efectuado en el a3o 2001.

5.4 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificaci3n

5.4.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

a) Merluza del sur

En la merluza del sur, el an3lisis de los estadios de madurez sexual mostr3 que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron a un 28% del total de hembras. Los estadios correspondientes a hembras en maduraci3n (EMS 3), en proceso de desove activo (EMS 3A y 4) m3s lo que hab3an desovado recientemente (EMS 5) fueron equivalentes a un 72% del total. El EMS con la mayor representaci3n correspondi3 a hembras en regresi3n, con un 36%, en que la g3nada ya hab3a completado el desove, lo que significa que una parte importante de las hembras ya hab3a terminado el per3odo de reproducci3n (**Figura 27**). Al analizar los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observ3 que los peces virginales correspondieron mayoritariamente a hembras entre los 60 y 79 cm LT. Las hembras en maduraci3n se detectaron a partir del grupo de longitudes de 70-79. Por lo tanto, en este rango de tama3os se pueden encontrar tanto peces inmaduros como maduros (**Figura 28**).

b) Merluza de cola

Las hembras inmaduras correspondieron a un 16% del total de los ejemplares muestreados. Los peces en maduración, maduros junto a los que ya habían desovado alcanzaron a 84%. Del total de hembras, las que estaban en proceso de desove correspondieron a 22%, siendo el EMS 5 (hembras desovadas) el que alcanzó la mayor representatividad con un 51%, lo que da cuenta que durante el período de muestreo una parte de la población estaba desovando, pero la mayor parte de las hembras ya había dado término a ese proceso (**Figura 29**).

Al analizar los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observó que los peces virginales correspondieron principalmente a hembras hasta el grupo de 41-50 cm LT. Las hembras en maduración se detectaron a partir de este mismo grupo de longitud. En este rango de tamaños se pueden encontrar tanto peces inmaduros como maduros (**Figura 30**).

5.4.2 Índice gonadosomático (IGS)

a) Merluza del sur

En la merluza del sur, el IGS presentó un valor promedio (\pm desviación estándar) de $2,7 \pm 3,1$ y con valores individuales extremos de 0,1 y 26,5. Los elevados valores de la desviación estándar reflejan la gran dispersión en los valores de los índices, los que corresponden a peces inmaduros de pequeña talla como también a hembras con gónadas hidratadas. Al analizar los datos con las hembras separadas en grupos arbitrarios de longitud total, se observa que el IGS aumenta de manera sostenida con el incremento en la talla de los peces (**Figura 31**).

Para separar el efecto del estadio reproductivo de las hembras de merluza del sur en los valores del IGS, se analizaron los datos de acuerdo al EMS de los ejemplares y se determin3 el modo en que este promedio cambia en peces inmaduros y maduros. En la **Figura 32** se observa que los peces con g3nadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 0,8 del IGS. En cambio, en los EMS m3s avanzados el IGS aument3 de 5,5 en el EMS 3, a 11,2 en el EMS 4. Este elevado valor refleja el proceso de hidrataci3n de las g3nadas que hab3a experimentado una proporci3n de las hembras.

b) Merluza de cola

En la merluza de cola, el IGS mostr3 alcanz3 un valor promedio (\pm desviaci3n est3ndar) de $3,8 \pm 6,5$, con valores individuales extremos de 0,1 y 49,0. Los elevados valores de la desviaci3n est3ndar reflejan la gran dispersi3n en los valores del 3ndice, dado que en su estimaci3n est3n incorporados peces inmaduros de peque1a talla, hembras con g3nadas en maduraci3n y un importante porcentaje de peces con g3nadas hidratadas. Al analizar los datos con las hembras separadas en grupos arbitrarios de longitud total, se observa que el IGS muestra un incremento sostenido, junto a un aumento en la desviaci3n est3ndar, lo que indica que en esos grupos de longitud est3n presentes hembras con diferentes pesos gonadales y en diferentes EMS (**Figura 33**). En el grupo de longitud 31-40 cm LT, hubo dos ejemplares con g3nadas en avanzado estado de maduraci3n, lo que influy3 en el incremento del IGS promedio.

Para determinar la manera que afecta el estadio reproductivo de las hembras de merluza de cola en los valores del IGS, se analizaron los datos de acuerdo al EMS de los ejemplares y se determin3 el modo en que este promedio var3a en peces inmaduros y maduros. En la **Figura 34** se observa que los peces con g3nadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de



0,5 del IGS. En cambio, en los EMS m1s avanzados el IGS aument3 de 7,4 en el EMS 3 a 16,5 en el EMS 4. Este valor refleja el proceso de hidrataci3n que hab1an experimentado las g3nadas de un elevado porcentaje de individuos. En las hembras que ya desovaron, el IGS descendió a 1,7.

5.4.3 Talla 50% de primera madurez sexual (talla media de madurez sexual)

a) Merluza del sur

Los datos disponibles para la merluza del sur comprendieron las clases de tallas entre los 53 y 103 cm LT. La informaci3n se proces3 y se ajust3 la ojiva de madurez de acuerdo a un modelo lineal, para posteriormente realizar un ajuste no lineal de los par1metros b_0 y b_1 del modelo, dando una estimaci3n de la talla media de madurez o talla 50% de 75,32 cm LT, con l1mites de confianza de 95% de 75,13 y 75,52 cm (**Tabla 16**). La proporci3n estimada de individuos maduros, error de la estimaci3n y l1mites de confianza se incluyen en la **Tabla 17** y se muestran gr1ficamente en la **Figura 35**.

b) Merluza de cola

Los datos disponibles para la merluza de cola comprendieron las clases de tallas entre los 40 y 118 cm LT. Los peces sexualmente maduros comenzaron a observarse a partir de la clase de talla de 40 cm LT, al igual que los inmaduros. La clase de talla m1s abundante fue 62 cm LT en el caso de los inmaduros y 84 cm LT en los maduros (**Figura 36**). Esta situaci3n es discrepante de la informaci3n disponible sobre talla media de madurez de esta especie, que ha variado en los 1ltimos a1os entre los 53,3 y 56,7 cm LT. El ajuste de los datos a un modelo log1stico no dio resultados coherentes. Por lo tanto, con datos aparentemente tan dispares no se pudo estimar una talla media de madurez sexual en la merluza de cola.



5.4.4 Fecundidad

a) Merluza del sur

La fecundidad modal promedio (\pm la desviación estándar) fue de 1.499.355 (± 686.995) ovocitos. En la **Tabla 18** se incluyen otras estimaciones de fecundidad modal promedio realizadas en merluza del sur. Se observa que la fecundidad calculada en el presente estudio está dentro del rango de valores previos, pero al mismo tiempo los datos presentan un bajo coeficiente de correlación. La fecundidad relativa promedio, expresada como el número de ovocitos por gramo de pez menos el peso de la gónada, fue de 285 ± 100 ovocitos.

En la merluza del sur, el mejor ajuste según el valor del R^2 para la relación entre la fecundidad modal y el peso corporal de las hembras menos el peso de las gónadas correspondió a un modelo de regresión lineal simple, con R^2 igual a 0,47 (**Figura 37**). Lo mismo sucedió con los datos de fecundidad modal y LT, con un R^2 igual a 0,32 (**Figura 38**).

b) Merluza de cola

Los datos de fecundidad y LT se ajustaron a un modelo de potencia, con un R^2 igual a 0,34 (**Figura 39**). La fecundidad promedio (\pm la desviación estándar), fue de 375.906 ± 327.980 ovocitos. La fecundidad relativa, expresada como el número de ovocitos por gramo de peso corporal, fue de 317 ± 165 ovocitos. En la **Tabla 19** se incluyen otras estimaciones de fecundidad promedio realizadas en merluza de cola, junto a datos comparativos de la distribución de los EMS.

En la merluza de cola, el mejor ajuste según el valor del R^2 para la relación entre la fecundidad y el peso corporal de las hembras menos el peso de las gónadas correspondió a un modelo de regresión lineal simple con un R^2 igual a 0,64 (**Figura 40**).



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

La captura obtenida en los 40 lances de pesca de identificación realizados, estuvo compuesta por nueve especies, ocho del grupo peces *Merluccius australis* (merluza del sur), *Macruronus magellanicus* (merluza de cola), *Micromesistius australis* (merluza de tres aletas), *Trachurus murphyi* (jurel), *Seriolella caerulea*, (cojinoba del sur), *Seriolella punctata* (cojinoba moteada), *Brama australis* (reineta), *Genypterus blacodes* (congrío dorado) y una del grupo de cefalópodos *Dosidicus gigas* (jibia).

Las especies con mayor participación en la captura tanto en términos gravimétricos (peso) como frecuencia (número) correspondieron: merluza de cola (63,58%, 72,6%), merluza de tres aletas (23,2; 23,0%) y merluza del sur (11,5%, 2,7%) y que en conjunto representaron el 98,26% en peso y el 98,1% en términos numéricos de la captura obtenida durante el crucero efectuado en el B/C Abate Molina (**Tabla 20**). De las otras especies capturadas su aporte no superó al 0,5%, a excepción de la jibia que contribuyó con un 0,94% en peso y 1,0% en número.

De las especies componentes de la fauna acompañante, la merluza de tres aletas fue registrada en doce lances (30%) y la jibia en 13 lances (32,5%), en tanto que las otras especies la reineta y la cojinoba del sur, a pesar de su baja importancia relativa, estuvieron presentes en el 52,5% y 22,5% de los lances de pesca de identificación efectuados (**Tabla 20; Figura 41**).



Con respecto a la distribuci3n espacial de especies componentes de la fauna acompa1ante, se puede se1alar que la merluza de tres aletas se detect3 en el sector sur del 1rea de estudio ($46^{\circ}12'S$ - $47^{\circ}0'S$) donde se registr3 sobre el 99,95% de la captura de este recurso, mientras que presencia de jibia estuvo asociada al sector norte del 1rea de estudio ($43^{\circ}30'S$ – $45^{\circ}00'S$) donde se registr3 el 96,9% de su captura (**Figura 42**).

5.6 Determinar la composici3n de los principales 1tems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el 1rea de estudio

La informaci3n analizada proviene principalmente del crucero efectuado con el buque Abate Molina durante el mes de agosto del 2004. No obstante, durante el mes de septiembre fueron colectados est3magos de merluza del sur y merluza de cola a bordo del Friosur VII (en el marco del proyecto), complementando la informaci3n colectada anteriormente en la misma zona de estudio, y cuyos resultados tambi3n se presentan.

5.6.1 Merluza del sur

- **Crucero Abate Molina (agosto 2004)**

En laboratorio fueron analizados 442 est3magos correspondientes a 865 individuos muestreados a bordo del crucero de investigaci3n (**Tabla 21**), de los cuales 413 est3magos registraron la condici3n de vac3o (48%). El 1rea con mayor registro de est3magos analizados en laboratorio fue Guabl3n con 241 muestras, seguido de Guafo (129 muestras) y Taitao (44 muestras) (**Tabla 22**).

La dieta principal seg3n los indicadores num3rico, gravim3trico y frecuencia fue merluza de cola (**Tabla 22**), seguido de restos de peces y merluza de tres aletas.



El ítem crustáceo registró escasos valores en la dieta de merluza del sur, destacándose la presencia del camar3n, *Pasiphaea doffleini* (**Tabla 22**). En consecuencia, el Índice de Importancia Relativa (IRI) confirma que la dieta principal de merluza del sur en el período de estudio se basa en la presa merluza de cola (99,7% IRI **Tabla 23**), seguido de restos de peces y merluza de tres aletas, pero con escasos valores de IRI. El alto valor de IRI en merluza de cola se sustenta con los datos registrado en las áreas Guafo (99,9% IRI) y Guablín (99,9% IRI). En cambio, el área Taitao registró un menor valor de IRI en merluza de cola (66%, **Tabla 23**), en donde se destaca en la dieta el aumento del Índice sobre merluza de tres aletas (16%), situaci3n que fue coincidente con la mayor presencia de merluza de tres aletas registrada en las capturas de los lances de identificaci3n efectuados en dicha área.

El indicador IRI en los cinco años (2000 a 2004) de estudios hidroacústicos de merluza del sur en aguas exteriores, además de un estudio hidroacústico realizado en aguas interiores de la X y XI Regi3n en el 2003 (**Tabla 24**), confirman a merluza de cola como dieta principal de merluza del sur, aunque siendo habitual también encontrar en la dieta de merluza del sur en aguas exteriores como presa a merluza de tres aletas, ítem que aumenta su presencia en los contenidos estomacales cuando en el área de estudio incrementa su presencia. La alta presencia de peces en la dieta de merluza del sur está asociada a la fuerte componente adulta de su estructura en el área y período de desove. Las presas de crustáceos históricamente han registrado una escasa importancia en la dieta. Sin embargo, la dieta de merluza del sur en aguas interiores del 2003 registró presencia de canibalismo y un mayor incremento en la dieta de crustáceos, especialmente de la presa camar3n (**Tabla 24**). Por otro lado, la frecuencia de estómagos vacíos y con contenido en la muestra biológica en los cinco años de cruceros de investigaci3n, han registrado variaciones (**Tabla 24**), los estómagos



con contenido han fluctuado entre un 25% a 55%, y los estómagos vacíos entre un 42% y 74%.

La distribución de talla de la presa de merluza de cola encontradas en los estómagos de merluza del sur en el crucero, en general, se sobrepone a las estructuras de tallas de merluza de cola registradas en las dietas de los cuatros cruceros anteriores de aguas exteriores (**Figura 43**), destacando que el grueso de la dieta se basa en ejemplares juveniles de merluza de cola entre 25 y 55 cm; es decir, ejemplares juveniles de merluza de cola; siendo poco frecuente en la dieta ejemplares adultos superiores a 65 cm. En particular, la distribución de talla de merluza de cola registrada la dieta del 2004 se asemeja a la distribución descrita para el año 2002, registrándose en ambas la presencia de una moda juvenil entre los 30 y 39 cm. La única estructura de talla de merluza de cola registrada en los estómagos de merluza del sur que difiere de las restantes fue la observada durante el crucero de aguas interiores de la X y XI Región realizado en septiembre del año 2003; esta distribución se sustentó en ejemplares juveniles de merluza de cola entre 5 y 20 cm; tallas que no han sido registradas en la dieta de los cruceros de aguas exteriores (**Figura 43**).

- **Información de contenido estomacal tomados a bordo del Friosur VII (septiembre del 2004)**

En laboratorio fueron analizados 88 estómagos de merluza del sur colectados a bordo del buque Friosur VII para la misma zona de estudio durante el mes de septiembre del 2004. Los resultados de los indicadores numérico, gravimétrico y de frecuencia confirman como dieta principal a merluza de cola con un IRI de 77% (**Tabla 25**). El otro ítem importante observado fueron los restos de peces, los cuales podrían provenir de merluza de cola. A diferencia con la dieta observada en el crucero del mes de agosto (**Tabla 26**), los estómagos muestreados en el buque



Friosur registr3 una mayor cantidad de presas, en que en algunos casos no fueron registrados en el crucero de agosto; no obstante en septiembre el grupo de los peces mantuvo el predominio (99,43% IRI) sobre el grupo de los crust3ceos (0,13% IRI) y cefal3podos (0,44% IRI).

5.6.2 Merluza de cola

- **Crucero Abate Molina (agosto 2004)**

Las muestras de est3magos de merluza de cola analizados en laboratorio fueron 209 muestras (14%) de un total de 1.547 individuos analizados a bordo del crucero de investigaci3n (**Tabla 27** y **28**), de los cuales 1.180 est3magos (76%) registraron est3magos vac3os. El 3rea con mayor muestras de est3magos analizados en laboratorio fue Guafo (74 est3magos), seguido de Guabl3n y Taitao (46 y 40 muestras respectivamente). El bajo n3mero de est3magos analizados con contenido estomacal, a pesar del alto n3mero de ejemplares muestreados a bordo, es debido a la alta incidencia de est3magos vac3os en la captura, situaci3n que impacta en las expectativas de coleccionar est3magos que contengan alg3n contenido.

La dieta de merluza de cola se basa en una mayor variedad de especies presa, principalmente del grupo crust3ceos y peces de menor tama3o que respecto de la dieta de merluza del sur (**Tabla 28**). Durante el crucero, la dieta principal, en t3rminos num3rico fue euf3usido (***Euphausia mucronata***), seguido de ***Maurolicus muelleri*** (pez peque3o fosforescente), restos de peces, restos de crust3ceos y camar3n (***Phasiphaea doffleini***). Mientras, en t3rminos gravim3tricos el grupo de los peces adquiere importancia en la dieta, como merluza de cola (canibalismo), restos de peces y ***Maurolicus muelleri***, en donde 3tem crust3ceos registr3 escasos valores (**Tabla 28**). Pero de acuerdo a la



frecuencia, la mayoría de los est3magos registraron restos de peces, euf3usidos, restos de crust3ceos, ***Maurolicus muelleri*** y el camar3n (***Pasiphaea doffleini***)

El Índice de Importancia Relativa (IRI), indicador que considera los indicadores anteriores, identifica como principal presa en merluza de cola para la zona y período de estudio a restos de peces (44%), ***Euphausia mucronata*** (34%) y ***Maurolicus muelleri*** (13%, **Tabla 29**). Las restantes presas fueron ***Pasiphaea***, restos de crust3ceos, ***Diaphus*** (mict3fido), restos de cefal3podos, calamar, y en donde se resalta la presencia de canibalismo. Sin embargo, la importancia de la dieta cambia seg3n el 3rea (**Tabla 29**), en las 3reas Guamblín y Taitao la dieta principal fue euf3usido, seguido de restos de peces y ***Maurolicus***; en cambio en el 3rea Guafo la dieta fue principalmente basado en peces, como restos de peces, ***Maurolicus***, y ***Diaphus*** (mict3fido). En relaci3n al canibalismo registrado, 3ste fue observado en el 3rea Taitao y en solo escasos tres est3magos analizados.

La dieta de merluza de cola registrada en los cuatro cruceros de investigaci3n efectuados entre los ańos 2001 y 2004 han identificado a euf3usido como dieta principal, y en segundo orden los peces pequeńos como ***Maurolicus*** y mict3fidos (**Tabla 30**); present3ndose un balance en la dieta entre los crust3ceos (39%-57%) y el grupo de los peces (61%-43%). Sin embargo, en el ańo 2004 el grupo de los peces registr3 una mayor importancia en la dieta de merluza de cola que respecto de los ańos anteriores. La excepci3n a estos antecedentes fue la dieta del ańo 2001, en donde el ítem Salpa registr3 el mayor valor de importancia (85%).

- **Informaci3n de contenido estomacal tomados a bordo del Friosur VII (septiembre del 2004)**

En laboratorio fueron analizados 49 est3magos colectados a bordo del buque Friosur VII en septiembre del 2004 (**Tabla 31**). En t3rminos gravim3trico y

frecuencia la principal dieta fue el grupo de los peces, destacando los restos de peces, *Maurolicus y Diaphus*, mientras que en t3rminos num3rico el grupo de los crust3ceos con *Sergestes arcticus* predomin3 respecto del grupo de los peces. El 3ndice IRI mantuvo lo se3alado para el crucero de agosto, es decir que la dieta principal se bas3 en peces (**Tabla 31**) como restos de peces que podr3an provenir de *Maurolicus y Diaphus*, sin embargo, en el grupo de crust3ceos fue registrado principalmente a *Sergestes arcticus*, con escasa presencia de euf3sidos que hab3a constituido la principal presa del grupo crust3ceos registrada durante el crucero de investigaci3n (**Tabla 32**).

5.7 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola

Se proces3 y analiz3 un total de 133 agregaciones mediante el programa Sonardata Echoview, correspondientes a merluza austral y merluza de cola, informaci3n extra3da de las transectas de prospecci3n ac3stica y lances de reconocimiento. Dado el grado de mezcla de estas especies y la imposibilidad de discriminar las agregaciones los datos son tratados en su conjunto.

En la **Tabla 33** se entregan los estad3sticos estimados de los descriptores morfol3gicos y morfom3tricos de las 133 agregaciones registradas durante el crucero.

5.7.1 Descriptores morfol3gicos

Largo de las agregaciones (Figura 44): La longitud promedio de las agregaciones alcanz3 los 1.780 m variando entre los 46 y 9.730 m. La distribuci3n de frecuencia del descriptor, entrega la mayor frecuencia relativa centrada en los 300 m (8,3%



de las observaciones). El 50% de las observaciones o la mediana se ubic3 en los 1.146 metros.

Altura promedio de las agregaciones (Figura 45): La altura promedio de las agregaciones de esta especie alcanz3 los 33 m, con una distribuci3n de frecuencia orientada hacia el sector izquierdo de la curva una moda centrada en los 15 metros.

Área de las agregaciones (Figura 46): El área promedio fue de 92.249 m². La distribuci3n de frecuencia de este descriptor se presenta orientada hacia el sector izquierdo de la curva con el mayor valor de frecuencia en los 2,55 m² de área con 16% de las observaciones en dicho valor. Un 23% de las observaciones correspondió a agregaciones de tamaño superior a los 100.000 m².

Perímetro de las agregaciones (Figura 47): El perímetro detectado en las agregaciones de merluza austral y merluza de cola gener3 un valor promedio de 12.257 m con un amplio rango de distribuci3n. La distribuci3n de frecuencia del perímetro presenta una distribuci3n centrada hacia el sector izquierdo de la curva, con una frecuencia principal centrada en el rango de 2.000 m a la que concurre el 11,3% de las observaciones. El 40% de las agregaciones present3 perímetro sobre los 10.000 m. (48% el a3o pasado).

Elongaci3n de las agregaciones (Figura 48): Este descriptor present3 un valor promedio de 61,3 con una distribuci3n de frecuencia desplazada hacia el sector izquierdo de la curva con una frecuencia principal en el valor 30. Un 18% de las observaciones presentaron valores sobre 100 en la relaci3n de aspecto largo/alto.

Dimensi3n fractal (Figura 49): El descriptor dimensi3n fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la



agregaci3n, se calcula como la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno irregular. Este descriptor alcanz3 un valor promedio de 1,47 reflejando una tendencia general a formar agregaciones medianamente definidas. El valor m3nimo fue de 1,18 mientras que el m3ximo alcanz3 el valor 1,67.

En relaci3n a los resultados obtenidos el a3o pasado, en general este a3o se detectaron agregaciones de menor tama3o, tanto en longitud, altura y 3rea, manteni3ndose la relaci3n de aspecto (elongaci3n) y la dimensi3n fractal en niveles similares a los obtenidos el a3o anterior. Por otra parte este a3o tambi3n disminuy3 la cantidad de agregaciones detectadas en un 36%.

5.7.2 Descriptores batim3tricos

Profundidad de las agregaciones (Figura 50): Las agregaciones de merluza austral y merluza de cola se distribuyeron en profundidades que fluctuaron entre los 179 y 446 m de profundidad, con un valor promedio de 267 metros. La distribuci3n de frecuencia muestra una distribuci3n bimodal con una moda principal centrada en 260 m y una secundaria en los 350 metros.

Profundidad del fondo (Figura 51): Las profundidades en que se detectaron las agregaciones fluctuaron entre los 190 y 1.390 m con un valor promedio de 430 metros. En la distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo es posible observar dos grupos, uno principal que agrupa profundidades entre los 230 y 320 m con el 35% de las observaciones y otro secundario que fluctúa entre los 380 y 480 m con el 18% de participaci3n.



Índice de altura (Figura 52): Este descriptor permite ubicar a las agregaciones con respecto al fondo del mar. Las agregaciones registradas durante el estudio, se ubicaron en promedio a 27,3% del fondo marino, fluctuando entre un mínimo de 1,4 y un máximo de 81,1%.

La distribuci3n de frecuencia se encuentra desplazada hacia el sector izquierdo de la curva, con una frecuencia máxima al 4% del fondo, también es posible observar dos grupos, uno cercano al fondo, con índice de altura entre 1 y 30% y al que concurren el 61% de las observaciones y otro con un índice de altura entre 40 y 70% del fondo, en el que encuentra el 32% de las agregaciones.

Respecto a los resultados obtenidos el año pasado, este año se detectaron agregaciones a menor profundidad promedio que el 2003 (339 m), alcanzándose niveles similares al 2002 (270 m). Mientras que la profundidad del fondo en que se detectaron las agregaciones fue levemente menor que el 2003 (-6,8%). Estas diferencias provocan que el índice de altura aumente este año en un 22%, representando que las agregaciones detectadas se encontraban más alejadas del fondo durante este período.

5.7.3 Análisis de los descriptores

Para analizar los descriptores por zonas, estas fueron determinadas según la subdivisi3n latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2004), determinándose tres áreas:

Nombre Zona	Límite latitudinal
Guafo	43°30' S - 44°29' S
Guamblin	44°30' S - 45°29' S
Taitao	45°30' S - 47°29' S



A fin de comparar los valores de los descriptores tanto morfol3gicos como batim3tricos de acuerdo a las diferentes zonas, se calcul3 los valores promedios, m3ximo y m3nimos de 3stos para cada latitud. Los resultados se entregan en la **Tabla 34**. Adem3s se calcul3 el coeficiente de variaci3n a fin de comparar gr3ficamente la variabilidad porcentual por zona.

La **Tabla 35** 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 morfol3gicos presentan diferencias significativas entre latitudes, con excepci3n del descriptor altura de agregaciones, en el cual no se rechaza la hip3tesis nula de igualdad de medias entre zonas.

Visualmente se aprecia que las agregaciones de mayores dimensiones se encuentran en la zona de Guafo, es decir la zona mas al norte, situaci3n diferente a lo ocurrido el a3o pasado en que se dio lo contrario. Tambi3n se puede apreciar que la zona en que se encontr3 m3s diversidad de agregaciones en tama3o fue la zona de Guamblin, en donde el coeficiente de variaci3n fue superior a las otras zonas (**Figura 53** a **Figura 58**).

Batim3tricamente, las agregaciones se encontraron a mayor profundidad en la zona de Guafo, zona que tambi3n presenta la mayor profundidad promedio del fondo, estos descriptores presentaron diferencias significativas entre zonas, no as3 el 3ndice de altura el cual es similar para las tres zonas. Los bajos coeficientes de variaci3n registrados en la profundidad de agregaciones reflejan un reducido rango de distribuci3n en la columna de agua, mientras que con



respecto a la profundidad del fondo este coeficiente aumenta de valor implicando un amplio rango de valores.

Al observar las **Figuras 59** a **61** se puede apreciar una tendencia de las agregaciones a ubicarse a menor profundidad hacia el sector sur, ocurriendo lo mismo con la profundidad del fondo, lo que provoca que el índice de altura presente valores sin diferencias significativas entre zonas.

5.7.4 Análisis de componentes principales

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 36**, en donde se aprecia que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-perímetro y largo-área, seguida de la asociaci3n entre las variables batimétricas profundidad del fondo-índice de altura.

La aplicaci3n preliminar del análisis de componentes principales (ACP), en donde se utilizaron todas las variables originales como activas, entregó un total de tres componentes calificando como principales con una explicaci3n de la variabilidad de un 84,5%, presentando bajo valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) igual a 0,497 considerado insuficiente para la aplicaci3n de un análisis factorial, siendo recomendado un valor sobre 0,6 (Hair *et al.*, 1999).

Posteriormente y mediante sucesivas aplicaciones de ACP combinando mediante la eliminaci3n y posterior incorporaci3n de cada variable original, el mejor valor de la MSA se logró con la exclusi3n de la variable batimétrica profundidad de agregaciones y la morfométrica elongaci3n llegando a un valor de 0,642. La **Tabla 37** entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes.



De acuerdo al criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condici3n, explicando en conjunto el 92,3% de la variabilidad total. La representaci3n gr1fica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **Figura 62**. El componente m1s importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 3,73 y explica el 53,3% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,70 explicando el 2,3% de la variabilidad. El tercer componente explica el 14,7% de la variabilidad con un valor propio de 1,03.

La **Tabla 38** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en 1sta se observa que los descriptores morfol3gicos tales como largo, per1metro y 1rea, presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, denomin1ndose a 1ste como componente morfom1trico.

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batim1tricas como son profundidad del fondo e 1ndice de altura, existiendo con 1stas una fuerte correlaci3n positiva, por lo que este componente fue denominado componente batim1trico.

El componente 3 presenta la mejor asociaci3n con la dimensi3n fractal, denomin1ndose a 1ste como componente fractal.

La representaci3n gr1fica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **Figura 63**. En ella se aprecia una fuerte asociaci3n principalmente de la variable largo con el componente morfom1trico seguida del per1metro y 1rea. La orientaci3n que se observa hacia una misma direcci3n



implica que el aumento de uno de ellos implica el aumento de los otros. Las variables profundidad del fondo e índice de altura se encuentran ambas orientadas en el mismo sentido y en directa asociación con la variable batimétrica. Esta proporcionalidad directa entre estas variables deja en evidencia que ante aumentos de la profundidad del fondo, estas especies no bajan su profundidad con éste, manteniéndose en la columna de agua, provocando de esta manera el aumento en el descriptor índice de altura.

En comparación a los resultados de años anteriores, se logró una mayor proporción de la variabilidad explicada llegando a un 92,3 en comparación al 91,4% del 2003 y un 90,2% del 2002. A diferencia de años anteriores el descriptor dimensión fractal no fue desechado dentro de las variables originales teniendo en esta oportunidad una alta correlación con el tercer componente.

Al relacionar el valor del componente morfométrico (VCM) obtenido de acuerdo a los coeficientes entregados de la matriz de correlaciones de las variables originales con el componente 1 (valores proporcionales a la carga de los vectores), con la respuesta acústica de cada agregación medida en energía retrodispersada (Sa), mediante la ecuación:

$$\text{VCM} = 0,15*\text{fondo}+0,19*\text{IndAlt}+0,96*\text{largo}+0,44*\text{alto}+0,92*\text{perim}+0,78*\text{área}-0,05*\text{Dfrac}$$

Se obtuvo una relación de carácter potencial entre los valores logaritmizados de los Sa con sus respectivos VCM para cada agregación. Reemplazando los valores de los coeficientes de a y b de la regresión, se obtuvo la ecuación:

$$\text{Log (Sa)} = 4,81*\text{LogVCM}^{0,388}$$

Con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,64$ (**Figura 64**).



5.8 Taller de Difusi3n y Discusi3n Metodol3gica

Con el prop3sito de dar cumplimiento a esta actividad comprometida en el proyecto se organiz3 un taller de difusi3n y discusi3n metodol3gica. Esta actividad se desarroll3 el d3a 16 de diciembre del 2004 en el Auditorio del Instituto de Fomento Pesquero, en Valpara3so. Se cursaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema, tanto del 3mbito p3blico, como acad3mico y productivo, cont3ndose tambi3n con la participaci3n del Dr. Richard O'Driscoll del Instituto de Investigaciones marinas y Atmosf3ricas de Nueva Zelanda (NIWA) (**Anexo 1 y 2**).

Previo al inicio del taller el investigador invitado Dr. Richard O'Driscoll dict3 la charla titulada "Survey and assesment of hoki in New Zealand", a la cual asistieron 30 invitados.

5.8.1 Res3menes de las presentaciones

En la primera parte de la exposici3n el Ingeniero Pesquero Sergio Lillo, present3 la distribuci3n espacial de la merluza del sur y de cola en el oc3ano Pac3fico y Atl3ntico sur, la evoluci3n hist3rica de los desembarques en Chile desde el inicio de la pesquer3a demersal sur-austral y los resultados de biomasa y abundancia de los proyectos de prospecci3n efectuados bajo el marco del Consejo de Investigaci3n Pesquera. A continuaci3n, se se3alaron los objetivos del proyecto, la zona prospectada, la embarcaci3n, el sistema de pesca y el equipamiento empleado. Para concluir esta introducci3n, se detall3 el dise3o de la prospecci3n y del muestreo utilizado en la evaluaci3n propiamente tal, como tambi3n la importancia de la selecci3n del 3rea y del periodo en que se ejecutar3 el estudio. Para la selecci3n del per3odo de muestreo se efectu3 un an3lisis de los datos provenientes de los muestreos biol3gicos de las pesquer3as correspondientes al periodo 1985-97, que mostr3 que el proceso reproductivo de merluza del sur se



extiende entre las latitudes 41° y 57° Sur con una fuerte concentraci3n en el 3rea de las islas Guafo y Guamblin (44° - 47° Sur), entre mediados de julio e inicios de septiembre. Señala tambi3n que temporalmente la merluza del sur presenta una 3poca de desove a fines de invierno, aunque pueden existir diferencias interanuales, de algunas semanas de desfase en la fecha de la m3xima actividad reproductiva. Para el per3odo 1983-1998, se presenta la distribuci3n del 3ndice gon3dico mensual de la merluza del sur; la cartograf3a tem3tica de la distribuci3n porcentual de los estadios de madurez 4 y 3A. Para completar los antecedentes se present3 la distribuci3n de las transectas ac3sticas y los lances de pesca. Finalmente, describe la metodolog3a empleada para estimar la biomasa y los 3ndices usados para representar la distribuci3n espacial del stock.

Para la merluza del sur la biomasa estimada es de 53.200 toneladas, empleando la relaci3n TS-longitud determinada por Lillo *et al.*, (1996) ($TS=20*\log(\text{talla})-68,1$). El 77% de la biomasa correspondi3 a hembras mientras que los machos constituyeron el 23% restante. El expositor puso especial 3nfasis en la importancia del periodo de ejecuci3n del crucero para el buen logro de los resultados del estudio, debido a la din3mica espacial del recurso en el per3odo agosto-septiembre.

La abundancia de la merluza del sur para el per3odo y 3rea del estudio se 11.789.646 ejemplares, de los cuales 2.706.355 (17%) correspondieron a machos y 9.083.291 (83%) a hembras. La abundancia result3 ser un 45% menor a la estimada al a3o 2003 y se explica fundamentalmente por el descenso en un 73,5% de la abundancia de machos presentes en el 3rea y per3odo de estudio entre ambos cruceros.



Para la merluza de cola la biomasa estimada fue de 188.600 t, empleando la relaci3n longitud-TS ($TS=20*\log(\text{talla})-72,7$) determinada por Do y Surti (1993). La biomasa estimada estuvo compuesta por 58.466 t (31%) de machos y 130.134 t de hembras. El encargado del proyecto, Sr. Lillo, indic3 que la biomasa del stock independiente de la relaci3n TS-talla empleada, presenta durante el 3ltimo quinquenio una tendencia decreciente.

En relaci3n a la distribuci3n del recurso, se indic3 que tanto la merluza del sur como la merluza de cola mantienen las caracter3sticas observadas en estudios previos en el 3rea y periodo de estudio, observ3ndose en esta oportunidad tres sectores de mayor concentraci3n. Dos de ellos asociados a la presencia de ca3ones submarinos ubicados al sur de la isla Guafo e isla Guamblin y, el tercero, en el l3mite sur del 3rea de estudio. Ambos recursos mantienen el alto grado de concentraci3n observado en los estudios previos, lo que se materializa en un 3ndice de Gini de 0,90 para la merluza del sur y 0,91 para la merluza de cola, valores que son consecuentes con el desarrollo de sus procesos reproductivo. Cabe se3alar que estas caracter3sticas de las agregaciones favorecen su captura y en consecuencia se favorecen los altos rendimientos de pesca que se registran durante el per3odo reproductivo.

La encargada de la componente de edad de estos recursos, la Ing. Vilma Ojeda se3ala que ambas especies se estudian por separado. Para el caso de la merluza del sur se analizaron 821 pares de otolitos sagitta (196 machos y 625 hembras). En el caso de merluza de cola se trabaja con 1.530 pares de otolitos de los cuales 425 son de machos y 1.105 de hembras. La estructura et3rea de la abundancia del stock evaluado de merluza del sur estuvo compuesta por ejemplares pertenecientes a los GE IV-XXIII con una moda principal en el GE XIII y donde los grupos de edad comprendido entre los GE X a XVII que individualmente tuvieron una participaci3n superior al 5% constituyeron en su conjunto el 79,5% de la



abundancia del stock. Para la merluza de cola, su estructura demográfica estuvo integrada por en ambos sexos por ejemplares pertenecientes a los GE I a XIII y se observó la presencia de ocho grupos etáreos dominantes pertenecientes a los GE III a X que corresponden a peces nacidos entre los años 1994 y 2001. La estructura del stock en comparación al período 2000-2003, muestra un stock disminuido en toda su estructura etárea, aunque se observa el ingreso de una clase anual fuerte GE III.

Los resultados correspondientes a la estructura de tallas fueron expuestos por el Jefe de Proyecto, señalando que para la merluza del sur, la composición de tallas observada en el presente estudio y los resultados descritos en los cruceros anteriores (2000 a 2003), se caracterizan por una estructura predominada de ejemplares adultos y mayor presencia de hembras, en donde la composición de la población durante el período de máxima actividad reproductiva ha registrado pertenecer a una misma familia de estructura. En particular, la estructura de talla entre los años 2000 y 2004 ha registrado leves desplazamientos hacia ejemplares adultos de mayor talla, llegando en el año 2004, a registrar la mayor talla promedio (84 cm), respecto de los estudios anteriores, aspecto que también está asociado a una reducción gradual de la presencia de ejemplares juveniles. Esta variación gradual de los ejemplares adultos en la estructura de talla, podría responder probablemente a factores de crecimiento, o variaciones en las agregaciones durante la actividad reproductiva.

En relación a la merluza de cola, éste es un recurso que registra un alto dinamismo en la composición de talla de la fracción adulta y la fracción juvenil. Se describen segregaciones espaciales entre ambas fracciones de la población e incluso estos patrones de distribución del recurso sustentaron, hacia fines de año, la operación de una importante flota cerquera en la zona centro sur de Chile. En particular, durante el período reproductivo, la composición de talla de merluza



de cola ha registrado una importante presencia de la fracci3n adulta pero en particular durante el crucero del a3o 2004 se registr3 una similitud en la presencia de adultos y juveniles (50%, en n3mero), aspecto que rompi3 la tendencia declinante de la presencia de juveniles observada en los cruceros anteriores. Esto 3ltimo, responde a que, a3o a a3o, la estructura de talla de merluza de cola durante el per3odo reproductivo no es homog3nea en sentido latitudinal y batim3trico a3o a a3o; no obstante, es posible rescatar patrones como la preferencia de los adultos a mantenerse entre los 200 a 399 m de profundidad, y el predominio de las hembras.

El Profesor Fernando Balbontin, especialista en aspectos reproductivos del g3nero *merluccidae*, se3al3 que durante el periodo de la prospecci3n, la merluza del sur se encontraba en un proceso de desove avanzado, debido a que los ejemplares maduros y los que hab3an desovado recientemente constitu3an el 72% de los ejemplares muestreados, siendo el estadio de madurez correspondiente a hembras en regresi3n gonadal el que alcanz3 la mayor representaci3n con un 36%. Los peces virginales correspondieron en su mayor3a a ejemplares entre los 60 y 79 cm de longitud total y las hembras en maduraci3n, se comenzaron a observar a partir de los 70-79 cm, rango en el que se pueden encontrar peces maduros e inmaduros. Las estimaciones de la fecundidad promedio y relativa fueron de 1.499.355 (± 686.995) ovocitos y 285 ± 100 ovocitos/gramo de pez. La talla media de madurez sexual en la merluza del sur, calculada por el m3todo de m3xima verosimilitud y ajustada a un modelo no lineal correspondi3 a 75,32 cm LT.

Para la merluza de cola, las hembras inmaduras correspondieron a 16% del total. Los peces en maduraci3n, maduros, junto a los que ya hab3an desovado alcanzaron a 84%. Del total de hembras, la mitad ya hab3a desovado. Los peces virginales se ubicaron en el grupo de 41-50 cm LT y las hembras en maduraci3n se detectaron a partir de este mismo grupo de longitud, por lo que en esos



tamaños se pueden encontrar peces inmaduros como maduros. Las estimaciones de fecundidad modal y fecundidad relativa se estimaron en 375.906 ± 327.980 ovocitos y 317 ± 165 ovocitos por gramo de merluza de cola. El traslapo entre las tallas de las hembras inmaduras y maduras a partir de los 40 cm LT no permiti3 estimar la talla media de madurez.

En lo que respecta a la fauna acompaante, se seala la baja diversidad de esta, puesto que estuvo constituida por siete especies, seis del grupo peces y una del grupo cefal3podos. La principal componente de la fauna acompaante correspondi3 a la merluza de tres aletas que represent3 el 26,1% de la captura total y la jibia con un 2,7%, el aporte de cada una de las dem3s especies capturadas no super3 el 0,5%. La distribuci3n espacial de la merluza de tres aletas se concentr3 hacia el sector sur del 3rea de estudio ($46^{\circ}12'-47^{\circ}00'S$), mientras que la jibia fue detectada hacia el sector norte ($43^{\circ}30'-45^{\circ}00'S$).

El an3lisis del contenido estomacal de merluza del sur del presente estudio confirma la caracteristica icti3faga de su alimentaci3n y que su principal dieta durante el Crucero se bas3 en la presa merluza de cola (99% IRI) en agosto, dieta principal que se mantuvo en septiembre. Estos antecedentes, confirman los resultados descritos anteriormente por los estudios estomacales entre los aros 2000 y 2003, aspecto que sugiere una cierta estabilidad espacio temporal en su alimentaci3n en el 3rea y periodo de estudio. Esta estabilidad icti3faga podr3 deberse principalmente a que la mayor3a de los est3magos analizados provienen de la fracci3n adulta que en los cinco aros de estudios se han mantenido relativamente estable. Los resultados de contenido estomacal registrados en estos cinco aros de cruceros cont3nuos confirman la baja diversidad en la dieta (presas), con caracteristica del tipo estenofagia. Los resultados para el an3lisis del contenido estomacal de merluza de cola, mostraron que el balance de la dieta principal durante el crucero estuvo compuesta por restos de peces (44% IRI),



Euphausia mucronata (34% IRI) y ***Maurolicus muelleri*** (13% IRI), la característica planct3faga e icti3faga de su alimentaci3n, con un comportamiento de alimentaci3n oportunista, dado que consume la especie abundante en el ambiente, como es lo observado en el crucero del a1o 2001 donde la principal dieta fueron las salpas, un tipo de especie que alcanza altas abundancias en condiciones particulares del ambiente.

El estudio de las agregaciones y sus componentes fue realizado por el Ing., Alvaro Saavedra. Este incluye las características morfométricas (largo, alto, 1rea, per3metro, elongaci3n y dimensi3n fractal) y las características batimétricas (profundidad del cardumen, profundidad del fondo e 3ndice de altura) de 133 agregaciones de las cuales se estim3 su valor medio y desviaci3n est1ndar. Un an1lisis detallado de las componentes principales muestra que los tres primeros componentes explican el 92,3% de la variabilidad; en el primero participan las características morfométricas, las batimétricas en el segundo y la dimensi3n fractal en el tercero. De lo anterior, se concluye que existe una relaci3n significativa entre la energ3a acústica (S_a) y las características morfométricas de las agregaciones, en ambos recursos.

De lo mismo, se comparan las características de las agregaciones con el crucero efectuado en el a1o 2003, resultando que en el a1o 2004 se observa una disminuci3n en la profundidad promedio de las agregaciones con respecto al a1o 2003, llegando a niveles similares a los observados el a1o 2002 (270 metros).

5.8.2 Consultas y Observaciones al Taller

Luego de la introducci3n y presentaci3n de los resultados, se efectu3 un panel de discusi3n general de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.



En esta discusi3n, especial relevancia tuvieron los aspectos metodol3gicos desarrollados en el proyecto.

5.8.2.1 Dise1o de la prospecci3n

El Sr. Sergio Lillo – Jefe de Proyecto FIP 2004-07

El objetivo general de este proyecto es evaluar simult1neamente el stock desovante de la merluza del sur y la merluza de cola, requiri1ndose para el dise1o de la prospecci3n conocer la din1mica espacial y temporal de los recursos a evaluar. En el caso de los recursos objetivo del proyecto, donde ambos tienen una amplia distribuci3n espacial, posiblemente la ventana espacio-temporal para desarrollar su evaluaci3n sea diferente.

El Sr. Sergio Lillo indica que en a1o 2004 se efectu3 una prospecci3n del 1rea completa y una grilla con un muestreo intensivo en un ca1on ubicado al sur de la isla Guamblin. El Sr. Ignacio Pay1 (IFOP) apoya esta innovaci3n en el dise1o y el Sr. Darío Rivas (Subpesca) pregunta sobre los requerimientos para implementar el dise1o, indic1ndosele que se requiere aumentar el n1mero de días barcos. El Sr. Julio Olivares (EMDEPES S.A.) sugiere emplear la informaci3n registrada por los sistemas ac1sticos EK60 de la flota industrial. Darío Rivas aprueba la propuesta.

El Sr. D. Rivas indica que el nivel de conocimiento, desde el punto de vista espacial, ha alcanzado un buen resultado. Propone trabajar con embarcaciones de la flota para hacer prospecciones cortas efectuando un seguimiento temporal. S. Lillo encuentra interesante la propuesta, pero se1ala que no se pueden realizar actividades pesqueras ni por ende de muestreo en 1poca de veda (merluza del sur), adem1s indica que se debería trabajar en los recursos por separado y en las ventanas temporales pertinentes.



Para sustentar la discusi3n, se se1al3 que este estudio fue la derivaci3n de proyectos que originalmente se orientaba s3lo a evaluar la merluza del sur en la zona sur austral. Sin embargo, los altos niveles de abundancia de la merluza de cola, registrados durante los primeros cruceros llevaron a la evaluaci3n del stock disponible en el 1rea y, posteriormente sea incorporada como especie objetivo en los proyectos siguientes, pero manteniendo el dise1o de la prospecci3n original privilegiando a la merluza del sur. De lo anterior, despu3s de un amplio debate entre los presentes en el Taller, se concluy3 que ambos recursos deben ser evaluados en cruceros dise1ados expresamente para cada una de las especies, procurando –si fuese necesario- ajustar las ventanas espaciales y temporales a las caracter1sticas de cada recurso.

El Dr. O'Driscoll recomend3 la posibilidad de efectuar varias evaluaciones (snapshot) en el per1odo, especialmente en los sectores donde hist3ricamente se ha concentrado el recurso, para lo cual debe contemplarse su costo en los futuros presupuestos del estudio.

5.8.2.2 Aspectos biol3gicos

En relaci3n al desove de la merluza de cola se sugiere otorgar mayor 1nfasis a estudios que incluyan los aspectos reproductivos del desove, debido a que existe un escaso conocimiento sobre algunos par1metros b1sicos, como es la variabilidad del periodo del desove. En relaci3n a la merluza del sur a1n existen interrogantes sobre los cambios de la fecundidad temporal. Asimismo, se indica la inconveniencia de determinar la ojiva de madurez, si no se dispone de informaci3n sustantiva al respecto.

En ambos recursos se recomienda incorporar en el an1lisis de los aspectos reproductivos la estructura demogr1fica de cada stock. Al respecto, el Sr. Dar1o



Rivas consulta en el caso de la merluza de cola si se ha chequeado la edad de la talla de primera madurez en el tiempo; adem1s, desea saber si se presenta un desplazamiento. A lo cual la Sra. Vilma Ojeda responde que las indagaciones preliminares permiten se1alzar que se presentan fluctuaciones pero no se vislumbra una tendencia.

Darío Rivas indaga sobre los diferentes niveles de participaci3n que reportan los adultos j3venes en los diferentes a1os. Al respecto el Sr. Lillo, indica que es un problema de comportamiento o din1mica espacial. El Sr. Rivas propone efectuar un an1lisis espacial. Al respecto Fernando Balbontín se1ala que en las aguas interiores (los fiordos) hay mayor participaci3n de ejemplares juveniles, sugiere emplear esta informaci3n como complemento, al respecto Sergio Lillo indica que no se efectúan muestreos en las aguas interiores. La Sra. Ojeda indica que esa informaci3n se recopila en el proyecto anual "Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Austral".

El Sr. Ignacio Payá indica que debido al perío3o del estudio y la composici3n de tama1os del stock evaluado la talla media de madurez est1 sesgada a mayor tama1o y que el resultado obtenido representa la talla media de madurez del stock desovante. Al respecto F. Balbontín indica que el a1o 2003 se complement3 con informaci3n proveniente de las aguas interiores, la talla de primera madurez se estim3 en 68,5 centímetros. P. Arana (P.U.C.V) que es 72 cm y F. Balbontín indica que en el a1o 1991 era 71,6 cm son valores cercanos, valores que podrían considerarse similares.

A la luz de los resultados del proyecto, se reconoce la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el ciclo vital y din1mica espacio-temporal de ambos recursos.



El Sr. I. Payá indica que los resultados de los estudios de contenido estomacal de la merluza del sur indican que se alimenta de ejemplares de merluza de cola de 1 y 2 años, consulta porque no se capturan ejemplares de esa talla. S. Lillo indica que estos corresponden a ejemplares entre 20 y 45 cm y que aparecen en las capturas de los lances de identificaci3n. Se propone comparar las estructuras de talla de los ejemplares que se encuentran en los contenidos estomacales con los de terreno.

5.8.2.3 Biomasa y abundancia

Se postula que de no existir antecedentes específicos de la fuerza del blanco de merluza del sur y de cola, se adopte la utilizada en especies símiles, lo que lleva a que los resultados sean considerados como indicadores. Se plante3 que frente a recursos de tan amplia distribuci3n y donde la prospecci3n abarca s3lo una fracci3n de su área de distribuci3n, sus resultados deben ser considerados como indicadores de la fracci3n del stock evaluada, opini3n tambi3n manifestada por el Dr. O'Driscoll.

Se destac3 la importancia de definir la fracci3n del stock que realmente se evalúa, como tambi3n en el futuro realizar evaluaciones independientes para cada especie.

5.8.3 Consideraciones finales

Se reconoci3 el avance en el conocimiento de la dinámica espacial de la merluza del sur. Esto se ha logrado en la serie de cruceros que se han efectuado en la última d3cada y la necesidad de seguir avanzando al respecto y principalmente en el conocimiento de la dinámica espacial de la merluza de cola, ya que en la



actualidad constituye el principal recurso, en t3rminos de captura de la pesquería demersal sur austral.

Es consenso entre los participantes que se debe invertir en conocer el ciclo de vida, la dinámica espacial y reproductiva de ambos recursos.



6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

a) Merluza del sur

La biomasa total media de la merluza del sur se estimó en 53.200 t, alcanzando niveles similares a los observados en el crucero desarrollado en julio del año 2002 (50.356 t) en similar área, pero en niveles inferiores a las biomasa estimada para los años 2003 (84.268 t), 2001 (100.362 t) y 2000 (133.845 t), pero aún en niveles superiores a lo observado en los años 1994 y 1996, cuando las estimaciones de biomasa de este recurso se situaban entre 23 mil y 40 mil toneladas.

La abundancia estimada de 11.789.646 ejemplares experimentó una disminución a niveles similares a los estimados para el año 2002 (13.709.497), pero que significa una disminución del 45% en relación con la estimada para el año 2003. Sin embargo, esta disminución se apoya en la drástica reducción del tamaño del stock de machos evaluados que pasó de 10,2 millones de ejemplares a 2,7 millones (-73,5%) frente a un menor valor de las hembras del 18%.

El stock estuvo compuesto mayoritariamente por ejemplares adultos y donde la fracción adulta (> 69 cm) representó el 95,3% de la biomasa y el 88,7% de la abundancia, manteniéndose en un nivel similar al observado en el Crucero realizado el 2003, cuando la fracción adulta aportó el 96,9% de la biomasa y el 95% de la abundancia, pero difiere de lo observado el año 2002 cuando la fracción adulta contribuyó con el 80% de la biomasa y el 70% de la abundancia.

En este escenario, es pertinente señalar la importancia de la ventana temporal en el desarrollo del Crucero de evaluación en conexión con el nivel y composición de su indicador de actividad reproductiva. Lo anterior, en base a las variaciones que



3ste ha mostrado durante los diferentes estudios. Durante el presente estudio alcanz3 al 72% en comparaci3n a los meses de agosto de los a1os 2000, 2001 y 2003, en que hab3a fluctuado entre el 49% y 55% y en julio del 2002 con 21%.

En lo referente a la distribuci3n del stock de merluza del sur, 3sta se distribuy3 longitudinalmente en toda la zona de estudio y latitudinalmente asociada a la plataforma y talud continental, con tres focos de mayor densidad localizados de norte a sur, en las cercan3as de la isla Guafo, isla Guamblin y el sector sur del 3rea de estudio, estando los focos ubicados m3s al norte, asociados a la presencia de ca1ones submarinos. La distribuci3n espacial de la merluza del sur no ha presentado variaciones en su 3rea, como lo refleja la posici3n del centro de gravedad de la distribuci3n ($45^{\circ}22'S \pm 1^{\circ}$; $075^{\circ}04'W \pm 0,2^{\circ}$) en comparaci3n a lo observado anteriormente fluctuando longitudinalmente entre los $45^{\circ}16'S$ (2000) y los $45^{\circ}55'S$ (2002) y que dada la variabilidad de las estimaciones ($\pm 1^{\circ}$) se pueden considerar como similares. Situaci3n tambi3n observada en su nivel de agregaci3n (3ndice de Gini), que ha fluctuado desde 0,82 a 0,88 y donde el valor de 0,9, obtenido el 2004, se ubic3 en el rango superior de los valores previos, pero que en todo caso son concordantes con el comportamiento reproductivo en la escala espacio-temporal del recurso.

Otro elemento interesante, lo constituye el grado de estabilidad que se ha observado en la estructura et3rea de la fracci3n adulta de este recurso, la cual se sustenta en varias clases anuales que aportan de manera relevante a la estructura del stock. Se podr3a considerar entonces, que se est3 en presencia de un recurso relativamente estable y que su zona de distribuci3n y per3odo reproductivo se encuentra acotado.

En toda evaluaci3n ac3stica un factor preponderante en la estimaci3n de la biomasa lo constituye su relaci3n de fuerza de blanco con la talla del pez. Durante

los diferentes estudios efectuados no se ha logrado estimar relaciones confiables, raz3n por la cual se utiliz3 la relaci3n de fuerza de blanco – talla propuesta por Lillo *et al.* (1996) que entrega valores similares a los utilizados en la estimaci3n de recursos como *Merluccius capensis* (Svelingen y Ona, 2001), *Merluccius gayi peruanus* (MacLennan, 2000) y *Merluccius productus* (Kieser *et al.*, 1998; Traynor *et al.*, 1996), que se sitúan en torno a la relaci3n $TS=20*\log(\text{talla}) - 68$ (dB). Durante el presente el presente estudio, se utilizaron adem3s otras dos relaciones disponibles en la literatura y que han sido utilizadas para estimar la fuerza de blanco de *Merluccius australis* en las prospecciones que se efectúan en Nueva Zelanda, la primera corresponde a la propuesta por McClatchie *et al.* (2003) de $TS=20,6*\log(\text{talla}) - 67,4$ (dB) y la segunda a Macaulay *et al.* (2002) de $TS= 22,4*\log(\text{talla}) - 72,5$ (dB). (**Tabla 39, Figura 66**). Los resultados obtenidos muestran que las distintas relaciones de fuerza de blanco permiten estimar diferentes valores de biomasa media, pero independiente del modelo que se utilice todos los estimados muestran una tendencia similar y que permite por lo tanto sean considerados como indicadores confiables en la evaluaci3n del stock de merluza del sur en el 3rea y per3odo del estudio.

La composici3n de talla de merluza del sur observada en el presente estudio y los resultados descritos en los cruceros del 2000 a 2003 (Lillo *et al.*, 2004), todos ellos, se caracterizan por una estructura predominada por ejemplares adultos y mayor presencia de hembras, en donde la composici3n de la poblaci3n durante el per3odo de m3xima actividad reproductiva ha registrado pertenecer a una misma familia de estructura. En particular, la estructura de talla entre los ańos 2000 y 2004 ha registrado leves desplazamientos hacia ejemplares de mayor talla, llegando al ańo 2004 registrar la mayor la talla promedio (84 cm), aspecto que tambi3n est3 asociado a una reducci3n gradual de la presencia de ejemplares juveniles. Esta variaci3n gradual de los ejemplares adultos en la estructura de talla



podría responder probablemente a factores de crecimiento o variaciones en las agregaciones durante la actividad reproductiva.

Aún cuando la estructura de talla de merluza del sur no registra fuertes cambios, la alta proporción de hembras durante el año 2004 (77%) señala un incremento respecto de los estudios anteriores donde la proporción de hembras para el período 2001-2003 había fluctuado entre el 51% y 57% y ubicándose en valores cercanos al observado el 2000 cuando las hembras constituyeron el 30% del stock (Lillo *et al.*, 2004). Estas variaciones interanuales en la proporción sexual del stock, podrían ser efecto de la dinámica espacial y reproductiva del stock, ya que también se han descrito en las estructuras de las capturas comerciales de la flota arrastrera industrial a partir de 1996 (Céspedes *et al.* 2001; 2002; 2003) y el efecto sobre la dinámica reproductiva, como por ejemplo, el impacto que la baja presencia de machos podría reducir la probabilidad de fertilizar los huevos desovados por las hembras, es un elemento que debería tenerse en cuenta en el diagnóstico y expectativas de reclutas a la población, pero sin dejar de lado la dinámica espacial del stock. Respecto a esto último, cabe recordar la fuerte presencia de una fracción de ejemplares juveniles (20 y 69 cm) de merluza del sur en aguas interiores de la X y XI Región (Lillo *et al.*, 2004) y donde se registraron tallas que no fueron registradas en aguas exteriores y que podrían revelar algún tipo de segregación espacial entre la fracción juvenil y adulta durante el período reproductivo.

En la merluza del sur, el análisis de los estadios de madurez sexual mostró que en agosto y septiembre de 2004 las hembras que habían desovado recientemente correspondieron a un 36% del total. En el 2002, el muestreo realizado entre la segunda quincena de julio e inicios de agosto, indicó que el mayor porcentaje de las hembras se encontraba en preparación para el desove, con un 52% y las que estaban en proceso activo de desove alcanzaron a un 21% (Balbontín y Bravo,



2003). Con algunas variaciones interanuales, esta tendencia se mantiene, confirmando que la fecha de inicio del desove del stock de merluza del sur puede experimentar cambios peque1os de dos o tres semanas. El IGS confirma estos resultados. El promedio para el 2004 fue de 2,7 lo que corresponde a la mitad de lo observado en los dos a1os anteriores (5,2 en el 2003 y 5,8 en el 2002), pero similar al valor de 2,5 calculado en septiembre de 1999 (Aguayo *et al.*, 2001). Esto pone en evidencia la regularidad del desove de la merluza del sur, que segun estos antecedentes se inicia a fines de julio o comienzos de agosto. Al analizar el IGS de la merluza del sur de acuerdo al EMS, se observa que en el presente a1o el IGS de las hembras maduras (EMS 4) fue de 11,2; en el 2003 fue 12,8 y en el 2002 fue de 11,9 y la similitud de los valores indicaría que es posible caracterizar a las hembras que están maduras con un valor del IGS superior a 11.

La talla media de madurez sexual (talla 50%) se ha mantenido relativamente constante en los últimos a1os, variando entre 71,7 y 74,1 cm LT (Balbontín, 1996, 2001; Balbontín *et al.*, 2000; Balbontín y Bravo, 2003). El valor estimado de 75,3 cm LT para el presente a1o es el más alto observado en los últimos a1os y su valor podría estar influenciado por el hecho de muestrear en un período avanzado del proceso de reproducci3n y por la mayor proporci3n de ejemplares adultos presentes en la zona de estudio.

La fecundidad modal promedio del 2004 de 1.499.355 ovocitos se ubica cercano al promedio de los valores estimados para la especie, los que varían entre 709.840 y 2.007.465 (**Tabla 7**), la variabilidad de las estimaciones se podría deber al igual como sucede con otras especies (Macewicz y Hunter, 1993), a una disminuci3n en la fecundidad modal a medida que son expulsadas tandas de huevos. Esto mismo influiría en la relaci3n entre la fecundidad y el peso corporal o la longitud total de las hembras, aumentando la dispersi3n de datos alrededor de la línea de regresi3n, ya que es posible que algunos ejemplares estén en la mitad del proceso



de desove y otros est3n cerca de su t3rmino. La fecundidad relativa promedio fue de 285 ovocitos, ligeramente superior a los 261 ovocitos del 2003 y a los 262 ovocitos estimados en el 2001. El valor m3s alto correspondi3 al a3o 2002 con 405 ovocitos (Balbont3n y Bravo, 1993; 2002; 2003).

En lo que respecta a los resultados del contenido estomacal de merluza del sur del presente estudio, 3stos confirman la caracter3stica icti3faga de su alimentaci3n y que su principal dieta durante el crucero se bas3 en la presa merluza de cola (99% IRI) en agosto, dieta principal que se mantuvo en septiembre. Estos antecedentes confirman los resultados descritos anteriormente por los estudios estomacales efectuados entre los a3os 2000 y 2003 (Lillo *et al.* 2001; 2002; 2003; 2004), aspecto que sugiere una cierta estabilidad espacio temporal en su alimentaci3n en el 3rea y periodo de estudio. Esta estabilidad icti3faga podr3 deberse principalmente a que la mayor3a de los est3magos analizados provienen de fracciones adultas que entre los cinco a3os de estudios se ha mantenido relativamente estable. Adem3s, los resultados de contenido estomacal registrados en estos cinco a3os de continuos de cruceros confirman la baja diversidad en la dieta (presas), con caracter3stica del tipo estenofagia (Lillo *et al.*, 2004; Pool *et al.* 1997).

Los resultados de los cruceros de prospecci3n responden a una escala espacial y temporal acotada al 3rea y periodo de estudio, sin embargo, se observan situaciones que han sido descritas para una mayor escala. Al respecto, cabe se3alar que durante el presente estudio en el 3rea de Taitao se registr3 una mayor presencia en la dieta de la presa merluza de tres aletas, hecho que estuvo asociado a una mayor presencia de este recurso en dicha 3rea, situaci3n que permiti3 una oferta alimentaria para merluza del sur. Estos cambios en la dieta de merluza del sur han sido descritos por Pool *et al.* (1997) qui3n basado en un estudio anual y cubriendo el 3rea de la pesquer3a en aguas exteriores,



describieron variaciones espacio-temporales en la alimentaci3n de merluza del sur, donde la importancia de la presa merluza de cola cede frente a la presa merluza de tres aletas en los ejemplares muestreados durante el tercer trimestre al sur del paralelo 47° S, área y período en que la abundancia de la merluza de tres aletas aumenta. Estos cambios también se han descrito en estudios de est3magos de merluza del sur de aguas interiores (septiembre de 2003, Lillo *et al.*, 2004), en donde se ha observado que la dieta principal de ejemplares de merluza del sur juveniles (menores de 30 cm) deja de ser merluza de cola, dando paso a una dieta basada sobre presas de menor tamaño, como peces pequeños (mict3fidos y merluza del sur de edad 0) y crustáceos (camar3n y eufáusido). Esto indicaría que la importancia de una presa está en relaci3n a la variaci3n espacio-temporal de su distribuci3n y de su predador.

En los cinco años de estudio se ha registrado que la merluza del sur consume principalmente ejemplares juveniles de merluza de cola, entre 25 y 55 cm, debido su mayor posibilidad de escape frente a la acci3n predatora de merluza del sur. En aguas interiores también se ha descrito que la merluza del sur se alimenta de ejemplares juveniles de merluza de cola, pero entre 5 y 20 cm, menor talla que los juveniles consumidos en aguas exteriores (Lillo *et al.*, 2004.). Estos resultados sugieren la existencia de una diferenciaci3n en la mortalidad natural por predaci3n en el estrato juvenil de la poblaci3n de merluza de cola; en donde los ejemplares de merluza de cola mayores a 70 cm la mortalidad natural por predaci3n sería escasa.

b) Merluza de cola

La biomasa media de merluza de cola, considerando la relaci3n TS-talla de Do y Surti (1993), se estimó en 188.600 t lo que representó una disminuci3n del 22% en relaci3n con las 242.784 mil t, estimadas en el crucero de prospecci3n llevado a cabo en agosto del año 2003, aunque manteniéndose en niveles superiores a la



biomasa de 260 mil t estimada en 1996. La disminuci3n en la biomasa impact3 sobre el tama1o del stock el que se redujo en un 9% en relaci3n con el crucero de prospecci3n del a1o 2003, debido a una mayor presencia de juveniles durante el presente a1o.

Teniendo presente la existencia de dos diferentes ecuaciones que relacionan la talla con su fuerza de blanco como: $T_s = 20 \cdot \log(L) - 72,7$ (Do y Surti, 1993) y $TS = 15,6(\log(L) - 69,4)$ (Macaulay *et al.*, 2002; *fide* O'Driscoll *et al.*, 2004), se estim3 la biomasa con cada uno de ellas, obteni3ndose los valores que se presentan en la **Tabla 39**. Sin embargo, cualquiera sea la relaci3n TS-talla considerada y asumiendo el a1o 2000 como biomasa igual 1, la biomasa relativa estimada presenta una tendencia decreciente durante el 3ltimo quinquenio (2000-2004) (**Figura 66**).

En lo referente a su distribuci3n espacial se encontr3 asociada a la plataforma y talud continental y como es normal en este recurso el sector de mayor concentraci3n situado en el sector central (isla Guamblin) y en un nivel de menor magnitud en los sectores norte (isla Guafo) y sur (cabo Raper) del 3rea de estudio. El centro de gravedad de la distribuci3n se localiz3 en la latitud $45^{\circ}16'S$ (d.s. $0^{\circ}28'$) y longitud $074^{\circ}159'W$ (d.s. $0^{\circ}31'$) manteni3ndose dentro del mismo rango en que ha variado este indicador durante los 3ltimos cruceros de prospecci3n ($45^{\circ}16'S$ a $45^{\circ}55'S$), aunque la din3mica espacial de la merluza de cola hace que su distribuci3n espacial se presente de manera diferente entre los distintos cruceros al interior del 3rea de estudio. El grado de agregaci3n estimado para el stock de merluza de cola se mantiene en un nivel alto (3ndice de Gini de 0,91), lo que refleja que el uso del espacio por parte del stock es concordante con el proceso reproductivo del recurso.



La merluza de cola, a diferencia de merluza del sur, es una especie que registra un alto dinamismo en la composici3n de su estructura de tallas, describi3ndose segregaciones espaciales entre las fracciones juvenil y adulta de la poblaci3n (Lillo *et al.*, 2004) que incluso llegan a constituir unidades de pesquerías, como ha ocurrido con la pesquería de la merluza de cola en la zona centro sur. Estas variaciones en la distribuci3n de tallas que corresponden a la dinámica espacial del recurso, también es reseñada por Lillo *et al.* (1997) quienes describen para la misma zona de estudio, una composici3n de talla principalmente juvenil (30-50 cm) en el bimestre junio-julio, situaci3n que varía radicalmente en el bimestre agosto-septiembre, cuando la composici3n de talla estuvo constituida principalmente de ejemplares adultos. Lillo *et al.* (2000) describieron para la misma área de estudio pero en primavera de 1999, un estructura de talla principalmente juvenil.

En particular, durante la ventana temporal en que se han efectuado los cruceros (período reproductivo, la composici3n de talla de merluza de cola ha presentado una importante presencia de la fracci3n adulta (Lillo *et al.*, 2004). Sin embargo, durante el crucero del ańo 2004 la fracci3n juvenil del stock represent3 el 50% de la estructura de tamańos del stock, constituy3ndose en el mayor nivel de esta fracci3n del stock estimada durante los últimos cinco ańos.

En la merluza de cola, en agosto y septiembre de 2004 el 51% ya había desovado frente a un 38% en agosto de 2003 y ninguna hembra desovada entre julio y agosto de 2002 (Balbontín y Bravo, 2003; 2004). Estos resultados indican que en julio la merluza de cola está en avanzado estado de desarrollo gonadal; no obstante, observaciones realizadas en otros ańos (Chong, 2000; Balbontín y Bravo, 2001) muestran la existencia de un alto grado de variabilidad anual en la distribuci3n de los EMS y por lo tanto, en la fecha de inicio del desove poblacional, el que se iniciaría a comienzos de agosto.



En el presente estudio se observó que en la merluza de cola, el IGS del EMS 4 fue de 16,5; en el 2003 fue de 12,8 y en el 2001, este valor fue de 13,7. Al igual que en la merluza del sur, es posible estimar que en las hembras en desove el IGS es superior a 12.

Durante el presente crucero, la merluza de cola presentó una sobreposición de las tallas de las hembras inmaduras y maduras a partir de los 40 cm LT, de manera tal que no fue posible ajustar los datos a un modelo logístico que permitiera calcular la talla media de madurez. En el 2003 tampoco se pudo calcular la talla media, esa vez porque las tallas en el extremo inferior de la distribución no estaban presentes en el muestreo (Balbontín y Bravo, 2004). La talla media de madurez sexual ha variado en esta especie entre 53,3 y 56,7 cm LT (Chong, 2000; Balbontín y Bravo, 2002, 2003). La presencia durante los estudios de los años 2003 y 2004 de hembras sexualmente maduras a partir de los 40 cm LT no concuerda con los registros anteriores y plantea la interrogante sobre posibles diferencias interanuales en la talla de inicio de la maduración gonadal en la merluza de cola, o bien que se trata de casos atípicos que no reflejan necesariamente lo que ocurre a nivel poblacional. En el presente año, una parte importante de las hembras maduras menores de 46 cm LT se capturaron en sólo tres lances de pesca.

El análisis del contenido estomacal de merluza de cola en los cuatro años continuos de cruceros de investigación confirman la característica planctófaga e ictiófaga de su alimentación (Lillo *et al.*, 2003 y 2004; y Barbieri *et al.*, 2003), con comportamiento alimentario oportunista, dado que consumiría la especie abundante en dicho momento, situación que se registró en el crucero del 2001 donde la principal dieta fueron las salpas, un tipo de especie que alcanza altas abundancias en condiciones particulares del ambiente (Lillo *et al.*, 2002).

En este sentido, el a1o 2004 no fue la excepci3n al balance de la dieta de merluza de cola entre peces (peque1os) y crust3ceos, ya que la dieta principal durante el crucero fue restos de peces (44% IRI), *Euphausia mucronata* (34% IRI) y *Maurolicus muelleri* (13% IRI). Las restantes presas fueron *Diaphus sp.* (mict3fido), camar3n (*Pasiphaea doffleini*), calamar, restos de crust3ceos y cefalopodos. No obstante, esta dieta en septiembre registr3 un cambio en el 3tem de los crust3ceos, en donde *Sergestes arcticus* predomin3 en la dieta sobre los euf3usidos, cambio que responde a la caracter3stica oportunista, pero este cambio no alter3 el balance en la dieta entre los peces y crust3ceos. Esta balance en la dieta de merluza de cola confirma lo descrito por Lillo *et al.* (2003 y 2004) y Barbieri *op cit.* que describen como dieta principal a *Euphausia*, y peces peque1os como los mict3fidos, en donde los crust3ceos representan aproximadamente el 57% de la dieta (IRI) y los peces peque1os el 43% (IRI). Aunque estos resultados difieren de lo se1alado por Pool *et al.* (1997) quienes registraron un alto grado de canibalismo, el cambio podr3a explicarse por las ventanas temporales y espaciales del estudio, dado que el estudio de Pool *et al.* (1997) abarc3 todo el a1o y 3rea de la pesquer3a, mientras que los estudios provenientes de las evaluaciones directas Lillo *et al.* (2003 y 2004) y Barbieri *et al.* (2003) est3n asociadas s3lo al per3odo reproductivo, lo que sumado a la alta din3mica espacial de la merluza de cola podr3a ser la causa de la diferencia observada entre los diferentes estudios.

Por otro lado, Cousseau y Perrotta (2000) en estudios efectuados sobre merluza de cola en el Atl3ntico sur, registraron en los adultos el predominio de una dieta basada en peces, en cambio en la fracci3n juvenil la dieta es dominada por representantes del zooplancton como euf3usidos, anf3podos y quetognatos, como tambi3n se registran peces peque1os, en donde estas diferencias en la alimentaci3n podr3an ser otro factor que explicaria la segregaci3n espacial entre ambas fracciones. En este sentido, medir el impacto del factor alimentaci3n sobre



la segregaci3n espacial entre la fracci3n juvenil y adulta del stock de merluza de cola requiere implementar estudios de trofodinámica en una escala espacio-temporal que comprenda toda su área de distribuci3n y que incorpore no sólo la alimentaci3n de merluza de cola, sino tambi3n de las otras especies que componen la pesquería demersal sur austral.



7. CONCLUSIONES

- La biomasa de merluza del sur se estim3 en 53.200 t, con un intervalo de confianza que vari3 ($t_{\alpha/2; 5\%} = 1,65$) entre 45.300 y 61.100 toneladas. La fracci3n adulta del stock (> 69 cm) se estim3 fue de 50.679 t, representando el 95,3% de la biomasa total.
- La composici3n por sexo de la biomasa de merluza del sur fue de 44.156 t (83%) de hembras y 9.044 t (17%) de machos.
- La abundancia estimada de merluza del sur fue de 11.789.646 ejemplares. Esta abundancia resulta del aporte de 2,7 millones (23%) de ejemplares machos y 9,1 millones (77%) de individuos hembras.
- La biomasa de merluza de cola se estim3 en 188.600 t toneladas con un intervalo de confianza entre 149.078 y 228.121 toneladas. Esta biomasa corresponde al aporte de 58.466 t (31%) de machos y 130.134 t (69%) de hembras. La fracci3n adulta considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total, se estim3 en 153.356 t equivalentes al 81,3% de la biomasa total.
- La abundancia de merluza de cola estimada fue de 215.466.909 individuos. Esta abundancia resulta de la contribuci3n de 87,2 millones de ejemplares (40%) de machos y 128,2 millones (60%) de hembras.
- La distribuci3n espacial de los stocks de merluza del sur y merluza de cola, correspondi3 a una situaci3n de alta agregaci3n propia del proceso reproductivo en curso, con un 3ndice de Gini de 0,90 en merluza del sur y 0,91 en la merluza de cola.



- La estructura de talla de merluza del sur del 2004 respecto de los cuatro cruceros anteriores, mantiene con poca variación la composición adulta con una moda principal entre los 70 y 99 centímetros.
- La estructura de talla de merluza de cola del año 2004 presentó una estructura con una mayor presencia de individuos juveniles (50%), con una estructura similar a la observada durante el estudio del 2001. En los cinco años de cruceros de investigación la estructura de merluza de cola ha sido principalmente adulta, con una moda que se ha mantenido en márgenes centrada entre los 60 y 84 centímetros.
- El stock de merluza del sur estuvo compuesto principalmente por los GE VII a XVIII, doce grupos de edad, los cuales constituyen el 95% de la abundancia del stock. La moda la constituyeron los ejemplares del GE XII a XV.
- El stock de merluza de cola estuvo compuesto mayoritariamente (92%) por ocho grupos de edad, los cuales corresponden a los GE III a X. La moda se presentó en el GE VI a VIII.
- Durante la evaluación hidroacústica del año 2004 el período de reproducción estaba avanzado, con un 11% de la merluza del sur en proceso de desove y 36% ya desovada. En la merluza de cola, el 22% estaba en plena actividad reproductiva y un 51% ya había terminado el proceso de desove. Estos datos confirman observaciones de años anteriores en que el período de máxima actividad reproductiva corresponde a fines de julio y comienzos de agosto.
- La captura obtenida en 40 lances de identificación estuvo compuesta por ocho especies del grupo peces: ***Merluccius australis*** (merluza del sur),



Macruronus magellanicus (merluza de cola), ***Micromesistius australis*** (merluza de tres aletas), ***Trachurus murphyi*** (jurel), ***Seriolella caerulea***, (cojinoba del sur), ***Seriolella punctata*** (cojinoba moteada), ***Brama australis*** (reineta), ***Genypterus blacodes*** (congrío dorado) y una del grupo de cefalópodos ***Dosidicus gigas*** (jibia).

- En los cinco años de cruceros de investigación (2000 a 2004), la dieta de merluza del sur es ictiófaga y basada principalmente en la presa merluza de cola (99% IRI), con característica de estenofagia.
- En los cuatro años continuos de cruceros de investigación (2001 a 2004), la dieta de merluza de cola ha sido planctófaga e ictiófaga; y muestra el comportamiento alimentario de una especie oportunista. La principal presa de merluza de cola en el crucero fue restos de peces (34% IRI), seguido de ***Euphausia mucronata*** (34% IRI) y ***Maurolicus muelleri*** (13% IRI) con ausencia de canibalismo.
- Las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola presentan una relación significativa entre su morfometría y su densidad. El tamaño de las agregaciones estaría asociado a los procesos biológicos (desove) en el período y área evaluada.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M gayi* and *M. australis*). En: Alheit J & TJ Pitcher (eds) Biology, fisheries and markets: 305-338. Chapman & Hall, Great Britain.

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

Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, T. Peñailillo, V. Ojeda, C. Vera, H. Hidalgo y I. Céspedes. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 87/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 209 p. + 1 anexo.

Anónimo, 1991. Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. ICES Coop. Res. Report N° 195, 87 pp.

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

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



- Balbontín, F. y R. Bravo.** 2002. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Lillo, S. y colaboradores. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Final FIP 2001-19.
- Balbontín, F. y R. Bravo.** 2003. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Lillo, S. y colaboradores. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Informe Final FIP 2002-19.
- Barbieri, M. A., S. Lillo, A. Saavedra, R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, A. López, L. Cid, P. Rojas, B. Menares y V. Catasti.** 2003. Evaluación de reclutamiento de merluza de cola, año 2001. Informe final (FIP 2001-21). IFOP, 96 p. (más tablas y figuras).
- 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.
- Bernal, P. y R. Ahumada.** 1995. Ambiente oceánico. En: medio ambiente en Chile. F. Soler (Ed.), E. Univ. Católica de Chile: 57-105.
- 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. 8 pp.



- 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.** 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).
- Chong, J.** 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lônnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biología Pesquera 28: 3-13.
- Cousseau, M. y R. Perrotta.** 2000. Peces marinos de Argentina (biología, distribución y pesca). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (Documento de CD).
- Cressie, N.** 1993. Statistics for spatial data (Revised edition). J. Wiley and Sons, 900 pp.



- Do M and A. Surti.** 1993. Estimation of dorsal aspect target strength of deep water fish using a model of swimbladder backscattering. *Journal of the Acoustical Society of America*. 87:1588-1596.
- FIP,** 2003. Términos básicos de referencia, proyecto FIP 2003-09. Bases especiales.
- Fischer, W. y F. Balbontín.** 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. *Berichte der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforschung* 21: 56-77.
- Foote, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; Maclellan, 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. Journal of Marine Science*, 53(2): 178-183.
- Gayanilo, F.C., M. Soriano y D. Pauly.** 1988. A draft guide to the compleat ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM Contribution 435, 65 pp.
- Hunter, J.R.** 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. **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: 63-65.
- Hyslop, E.** 1980. Stomach contents analysis – A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.



- IFOP.** 1985. Manual de muestreo biol3gico-pesquero. Pesquería de Peces Demersales (Sur-Austral). IFOP. 60 pp.
- Kleckner, D.** 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp.
- Lillo, S., J. C3rdova y A. Paillamán.** 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53: 267-271.
- Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra.** 2001. Evaluaci3n acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 p. (+ figuras, tablas y anexos). [Http//FIP.cl/proyectos/2000/2000-14](http://FIP.cl/proyectos/2000/2000-14).
- Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, R. Vega, L. Adasme y H. Hidalgo.** 2000. Evaluaci3n directa de merluza de cola en la zona centro-sur. Informe Final (FIP 99-15), IFOP, 52 p. (+ figuras, tablas y anexos).
- Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme, y M. Rojas.** 2002. Evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Prefinal (FIP 2001-19), IFOP, 86 p. (+ figuras, tablas y anexos).
- Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme, y M. Rojas.** 2003. Evaluaci3n hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Pre-Informe Final (FIP 2002-19), IFOP, 81 p. (+ figuras, tablas y anexos).



- Lillo, S., R. C3spedes, F. Balbont3n, V. Ojeda y A. Saavedra.** 2004. Evaluaci3n del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, a3o 2003. Informe Final (FIP 2003-09), IFOP, 105 p. (+ figuras, tablas y anexos).
- Macaulay, G., Hart, A., and Grimes, P.** 2002. Target strength of fish from swimbladder models using a 3D laser scanner. ICES Symposium: "Acoustics in fisheries and Aquatic Ecology", ICES Journal of Marine Science, Montpellier, Franc.
- Macewicz, B.J., and J.R. Hunter.** 1993. Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 34:112-121
- McClatchie, S., G.J. Macaulay and R.F. Coombs.** (2003). A requiem for the use of $20\log_{10}$ length for acoustic target strength with special reference to deep-sea fishes. ICES Journal of Marine Science 60(2): 419-428.
- MacLennan, D.** 2000. Fuerza de blanco de *Merluccius gayi peruanus*: Una revisi3n del experimento de Johannesson y Vilchez. Inf. Inst. Mar.Peru N3 151.
- MacLennan, D. y J. Simmonds.** 1992. Fisheries acoustic. Chapman & Hall. 325 pp.
- Maynou, F., F. Sard3 y G. Conan.** 1998. Assesment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* populations in the northwestern mediterranean by geostatistics. J. Mar. Sci. 55: 102-120.



- Miranda, H. 1999.** Derivación del estimador de varianza para el factor de eointegración. Informe técnico, Unidad de estadística. IFOP, 4 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.
- Nielsen, P. y D. Schoch, 1980.** Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. *Trans. of the Am. Fish. Soc.* 109: 319 - 322.
- O'Driscoll, R. 2004.** Estimating uncertainty associated with acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in Cook Strait, New Zealand. *ICES Journal of marine Science*, 61: 84-97
- O'Driscoll, R., N. Bagley, G. Macaulay y A. Dunford. 2004.** Acoustic surveys of spawning hoki off South Island on FV Independent 1 in winter 2003. New Zealand Fisheries Assesment Report 2004/29. 48 p.
- Ojeda, V. y T. Peñailillo, M. Aguayo y J. Chong L-S. 1987.** Elaboración de claves edad-talla y composición de la captura en número por grupos de edad para la merluza del sur y congrio dorado. Estudio de edad y crecimiento para congrio dorado. Informe interno IFOP.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.



- Petitgas, P. y A. Prampart.** 1993. EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom.
- Petitgas, P. y T. Lafont.** 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y. 22 pp.
- Pienaar L. y W. Ricker,** 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- 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 pp.
- Rencher, A.** 1995. Methods of multivariate analysis. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics.
- Ricker W.,**1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Robertson, G. P.** 1995. The spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystem. Ecology, 76: 1425-1432.
- 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. Universite de Bretagne Occidentale.



Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 6: 269-283.

SERNAPESCA, 1990-2003. Anuarios Estadísticos de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile.

Silva, N. y S. Neshyba. 1977. Corrientes superficiales, frente a la costa austral de Chile. *Cienc. Tec. Mar, CONA* 3: 37-42.

Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 pp.

Simrad, 1991. Simrad EK500. Scientific echosounder. Operator manual.. P217E.0. 15 pp.

Svellingen, I. y E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. Target strength conference. Berlin 1999. 4 p.

SUBPESCA, 2004. Informe sectorial pesquero. Noviembre 2004. [Http://www:Subpesca.cl](http://www:Subpesca.cl)

Traynor, J. 1996. Target strength measurements of walleye pollack (*Theragra chalcogramma*) and pacific whiting (*Merluccius productus*). *ICES. J. of Mar. Sci.* 53: 267-271.

Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Ed. Universitaria, Santiago,



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.

Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Galvez y H. Gonz3lez. 1998. An3lisis de la pesquer3a de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37.

FIGURAS

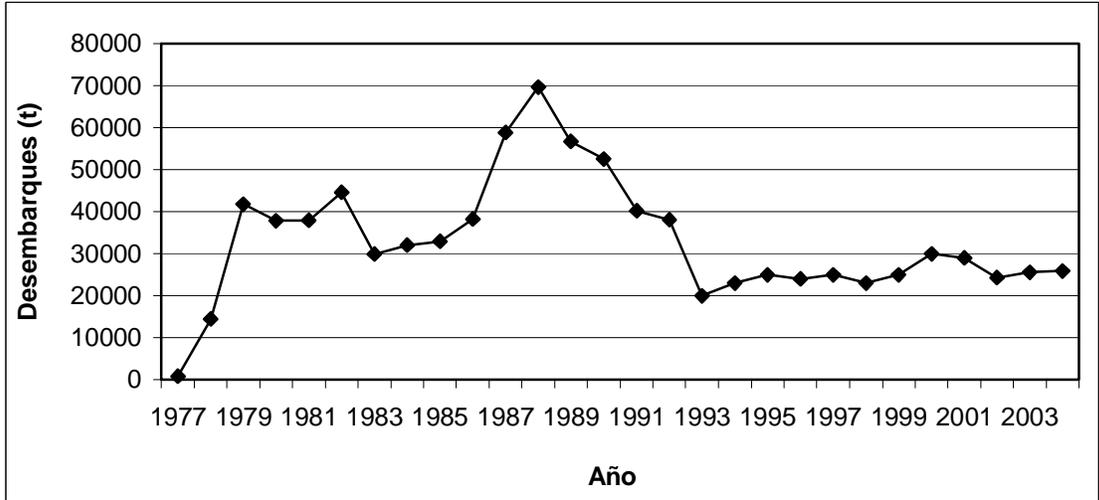


Figura 1. Desembarques de merluza del sur (*Merluccius australis*).
(Fuente: Aguayo, 1996; Sernapesca, 2003; Subpesca, 2004).

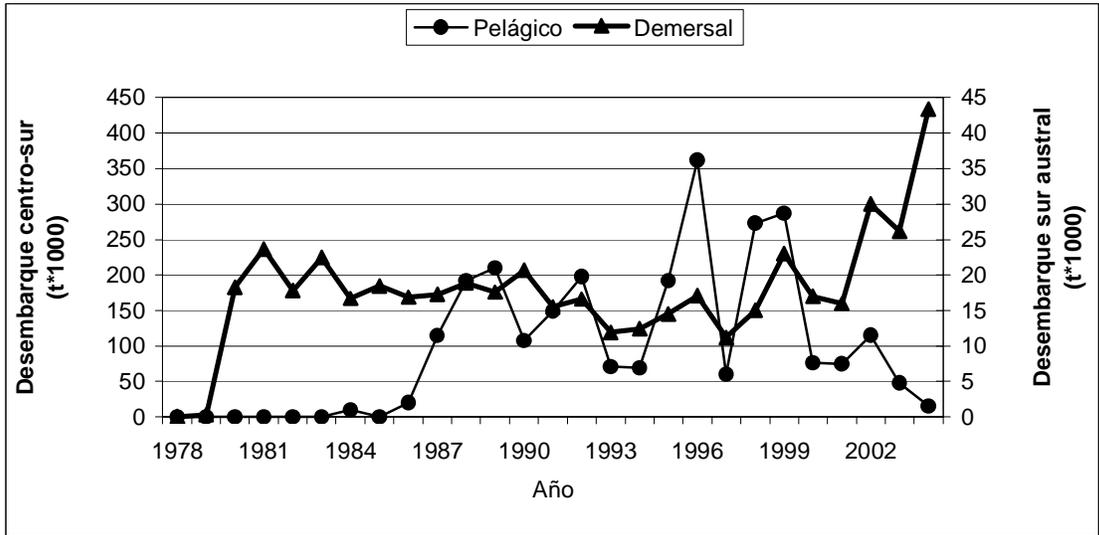


Figura 2. Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*).
(Fuente: Sernapesca, 1990, 2001).

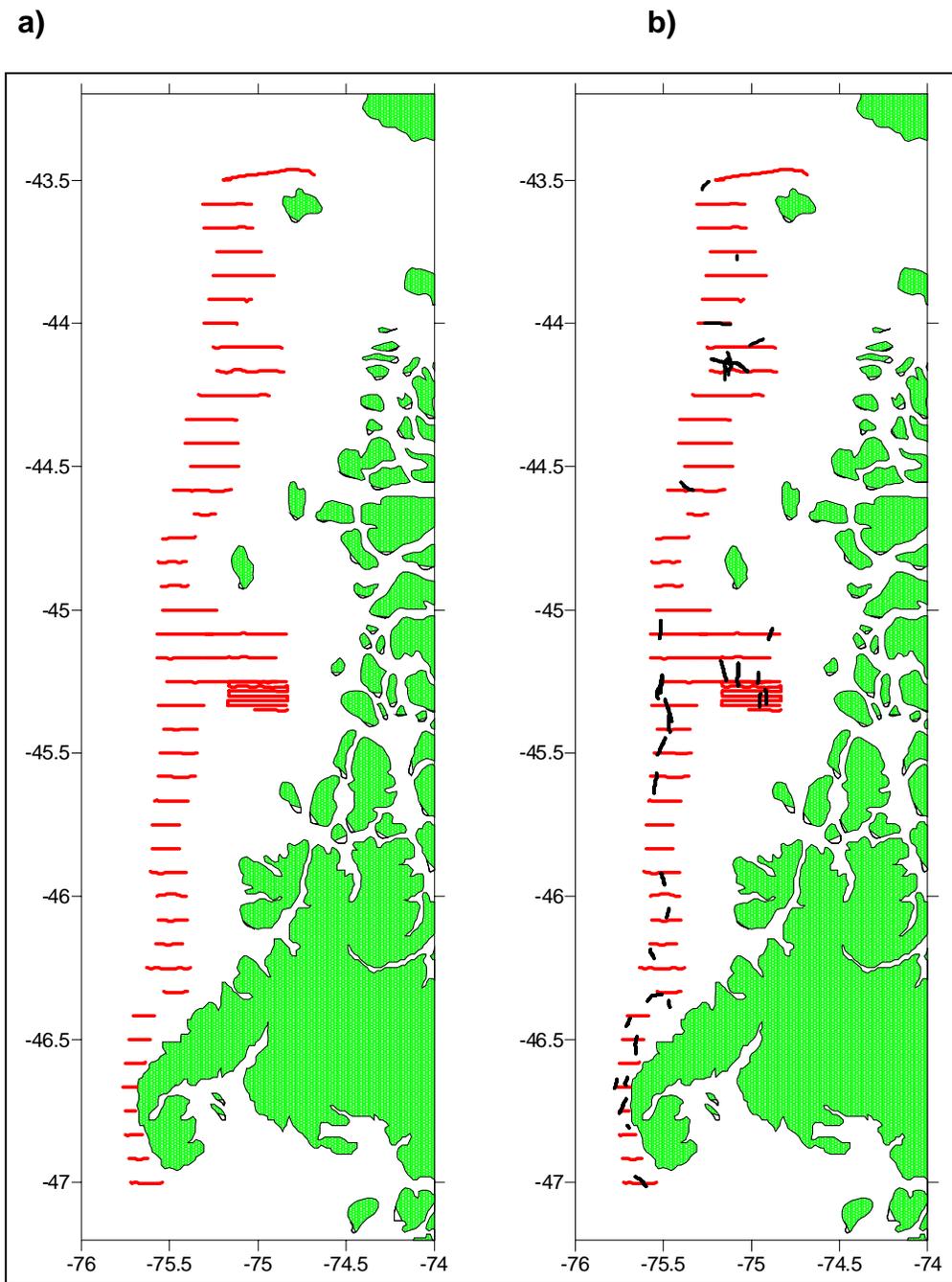


Figura 3. Distribución de **a)** transectas acústicas (izquierda) y **b)** lances de pesca.

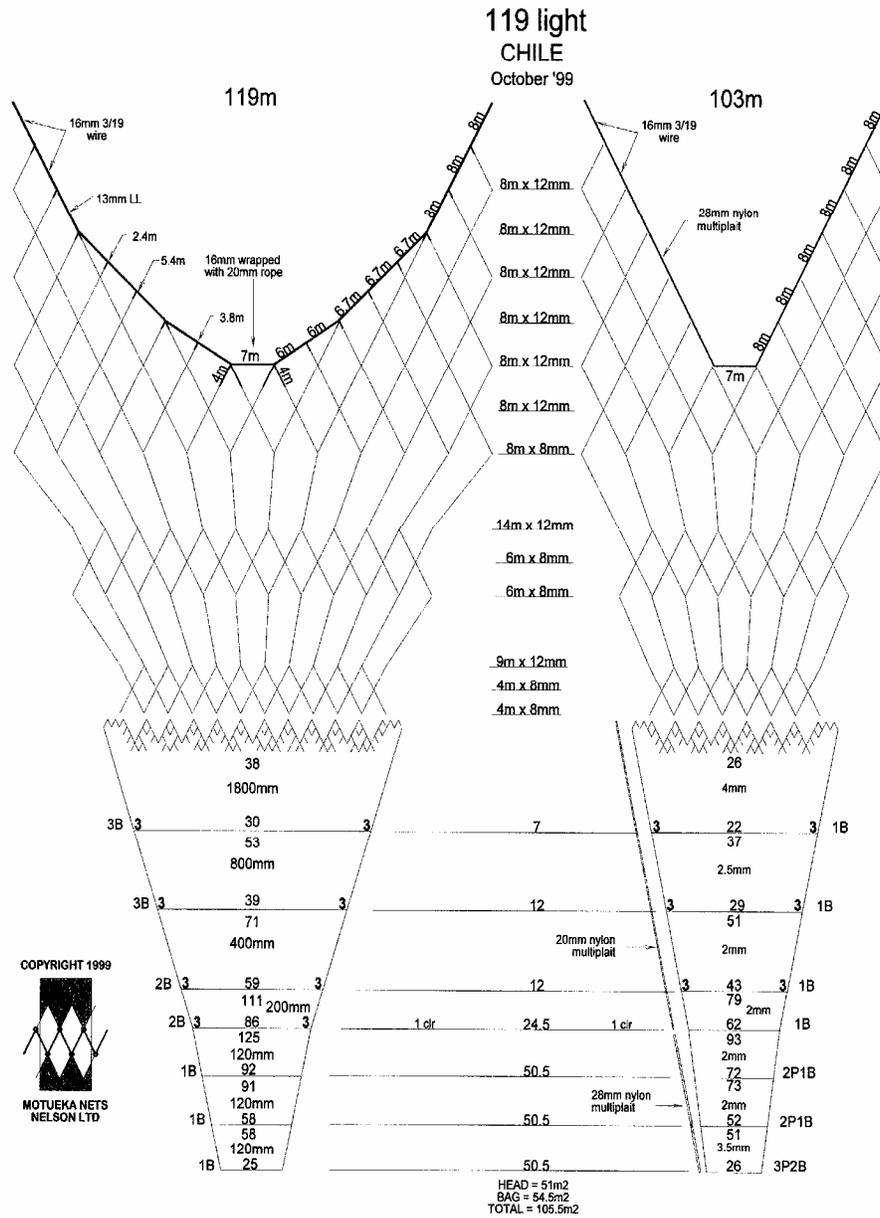


Figura 4. Red de arrastre empleada para los lances de identificación.

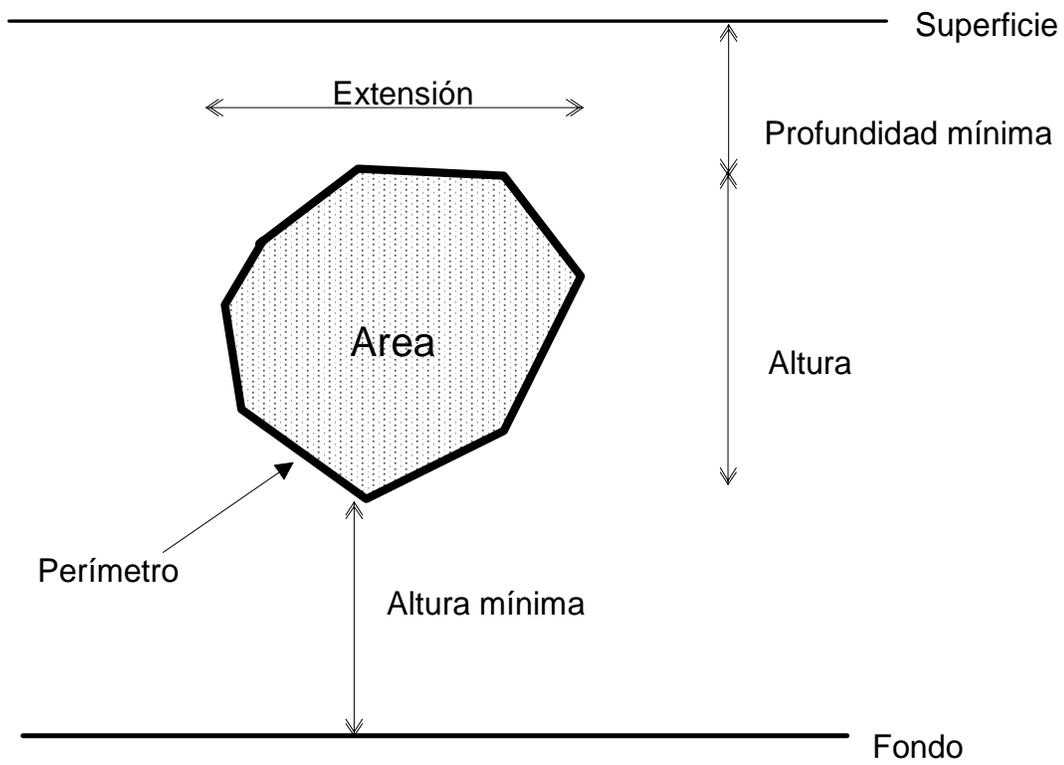


Figura 5. Descriptores de una agregación.

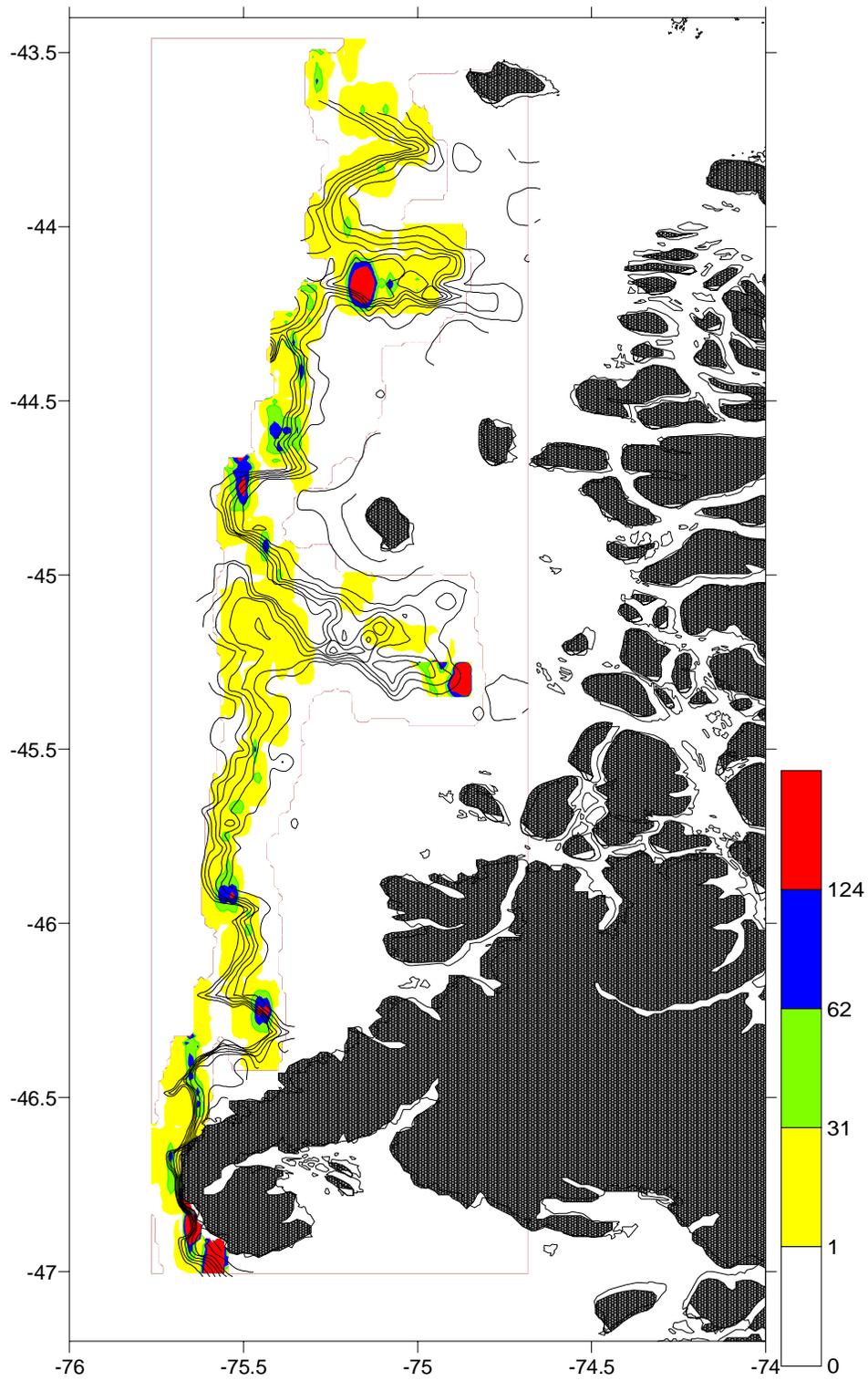


Figura 6. Distribución espacial de merluza del sur ($t \cdot mn^{-2}$), agosto de 2004. FIP 2004-07.

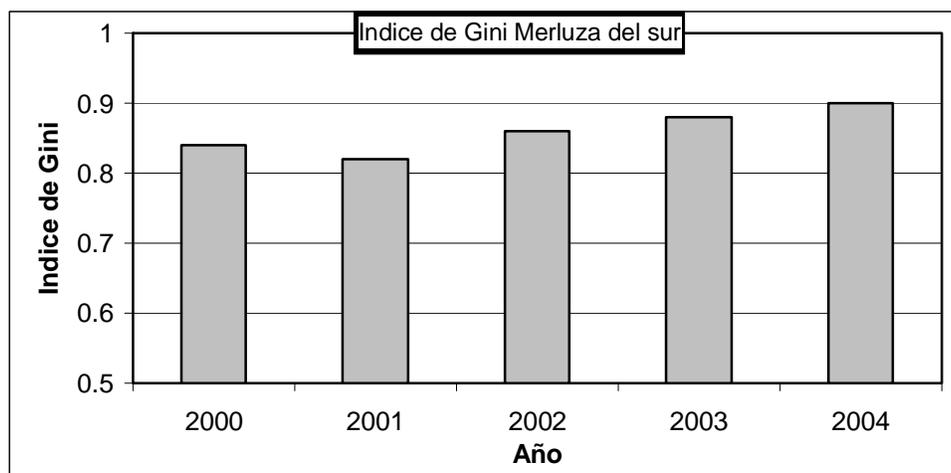


Figura 7. Índice de Gini estimados para la distribución espacial de merluza del sur. Período 2000-2004.

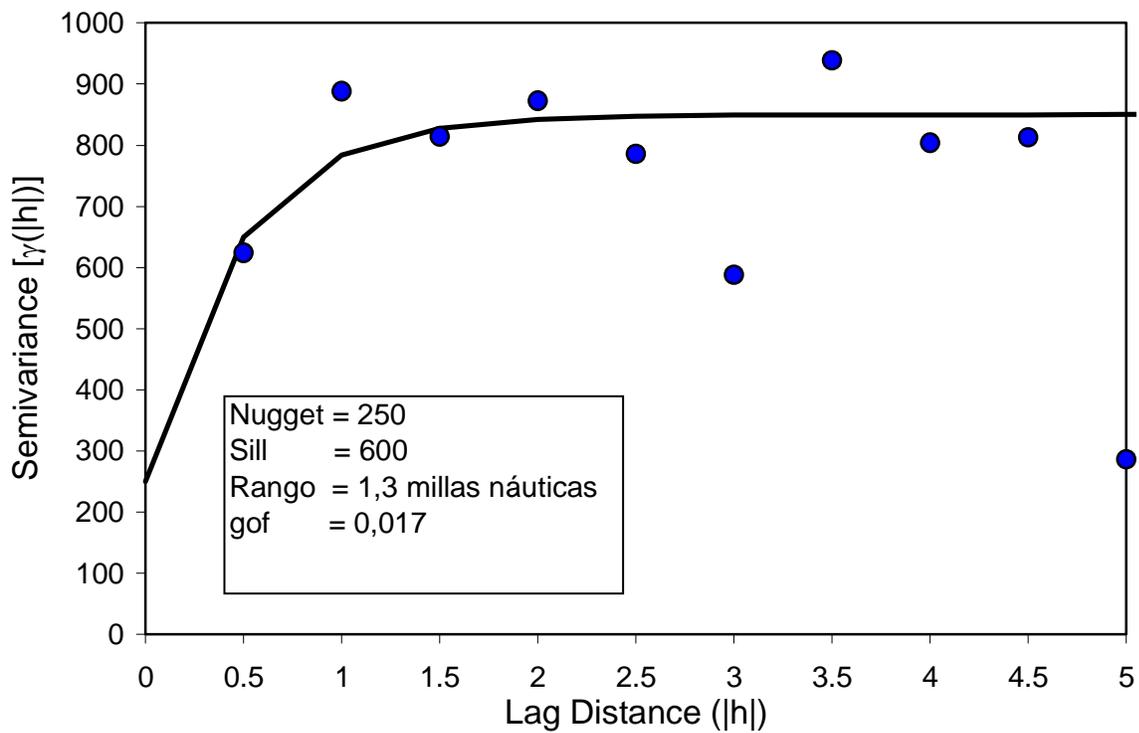
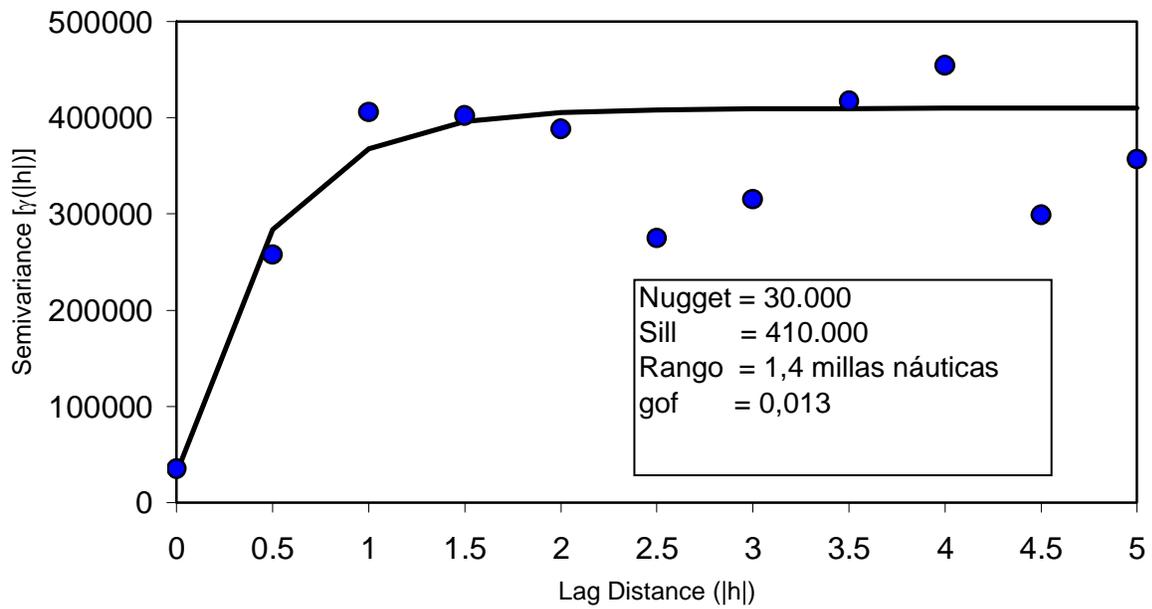


Figura 8. Variogramas estimados para la distribución espacial de la merluza del sur. Muestreo intensivo (superior) y resto del área (inferior).

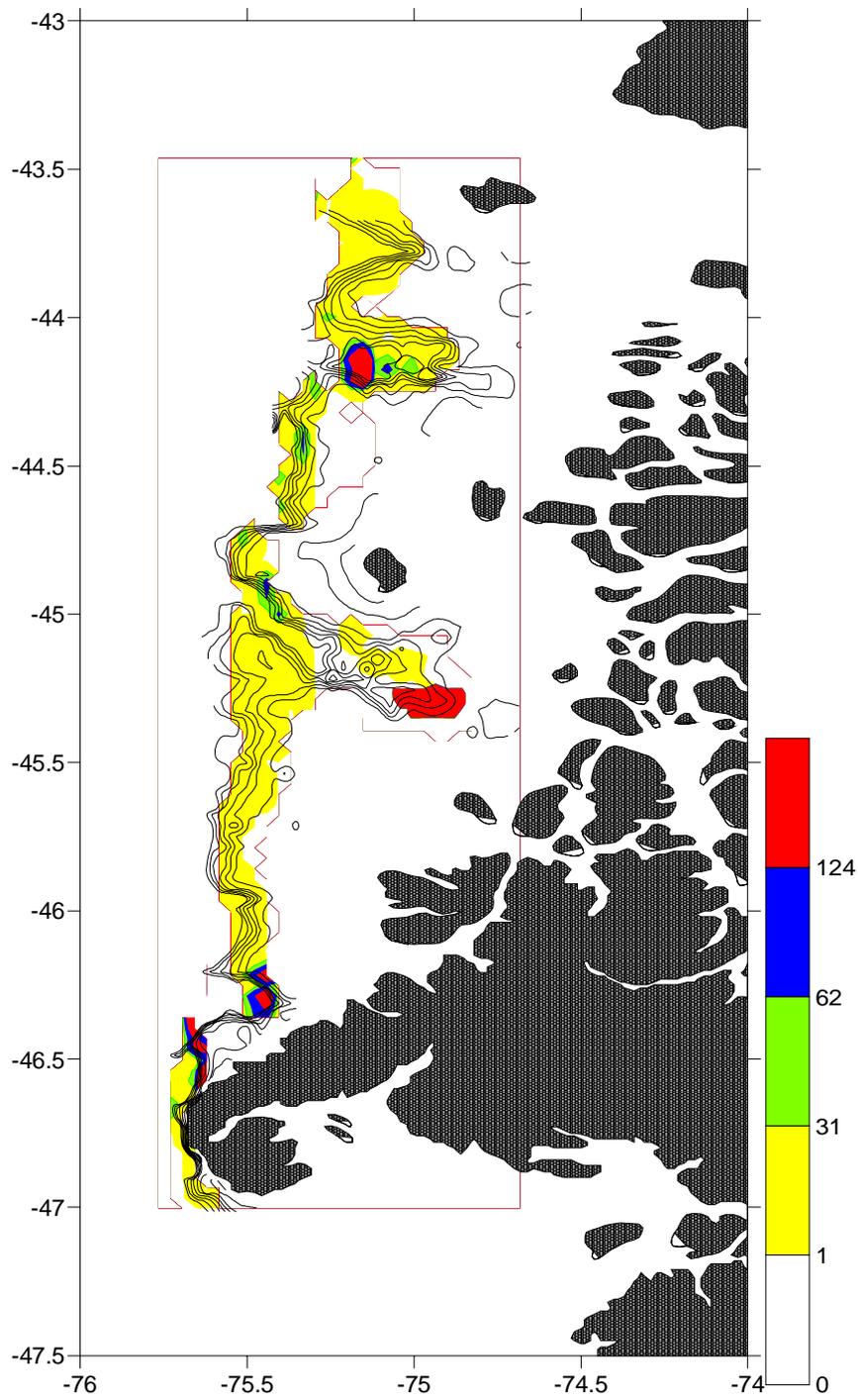


Figura 9. Distribución espacial de merluza de cola ($t \cdot mn^{-2}$), agosto de 2004. FIP 2004-07.

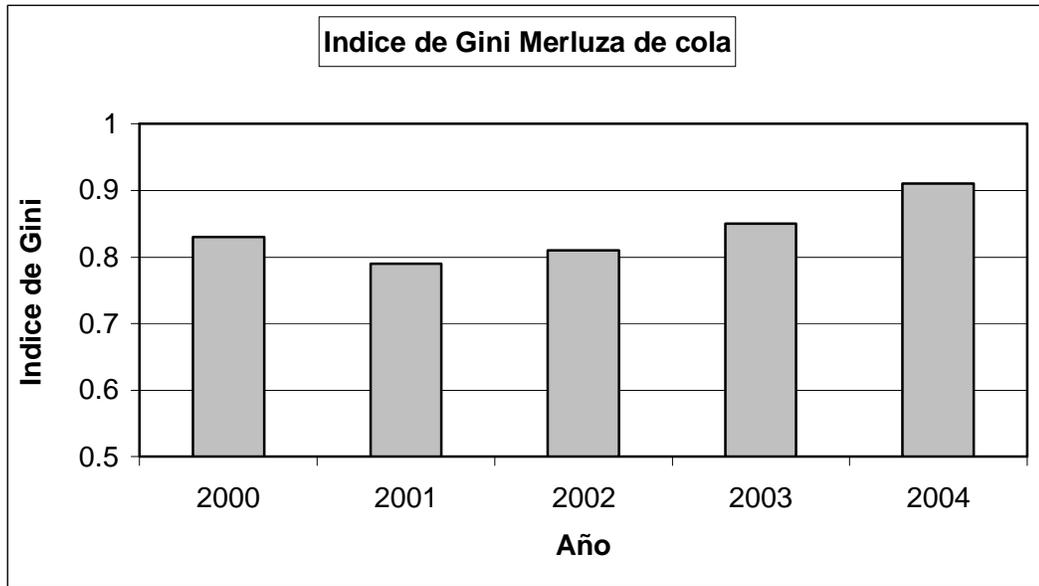


Figura 10. Índice de Gini estimados para la distribución espacial de merluza de cola. Período 2000-2004.

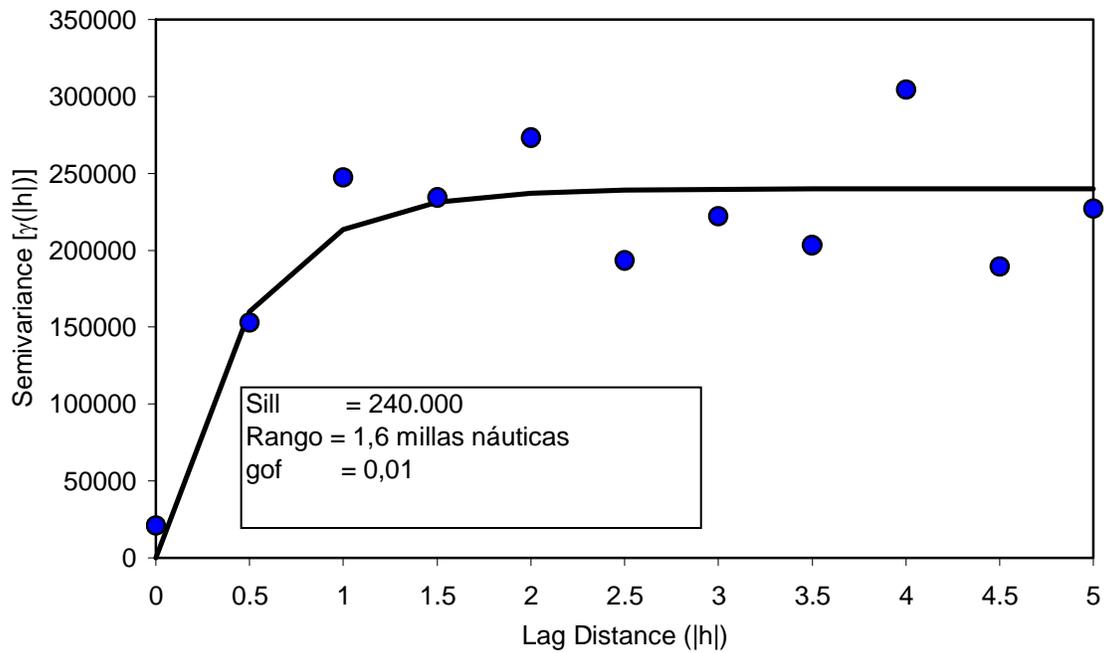
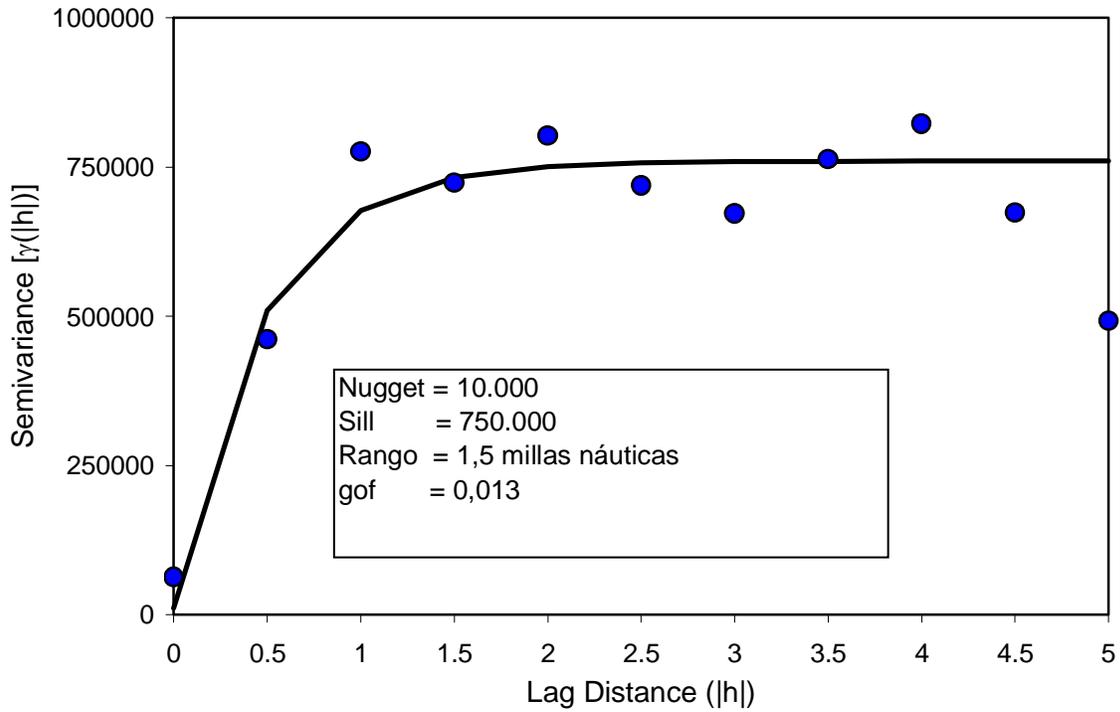
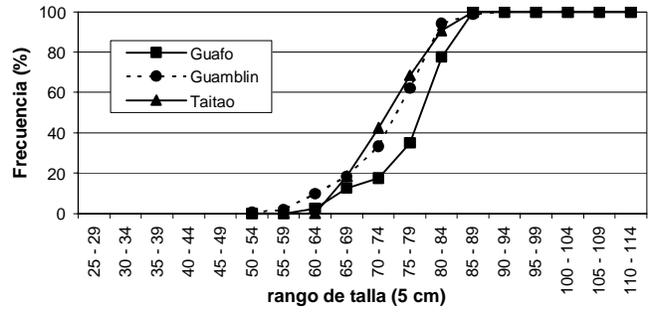
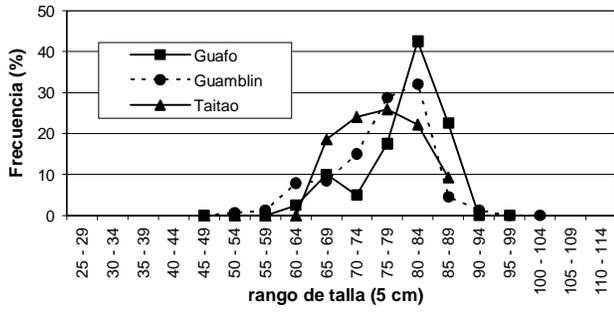
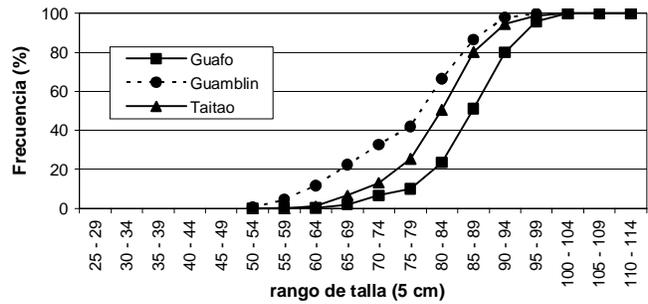
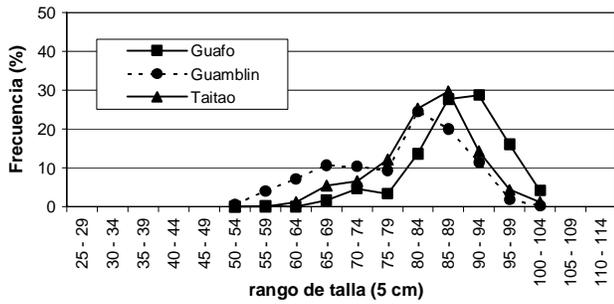


Figura 11. Variogramas estimados para la distribución espacial de la merluza de cola. Muestreo intensivo (superior) y resto del área (inferior).

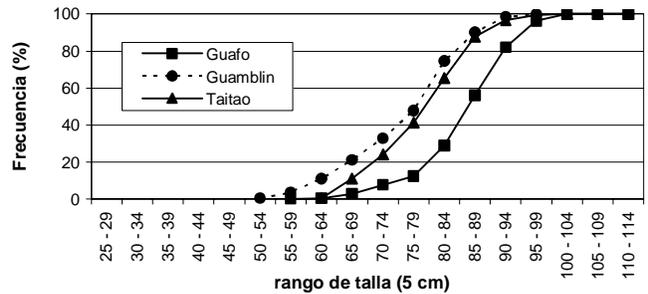
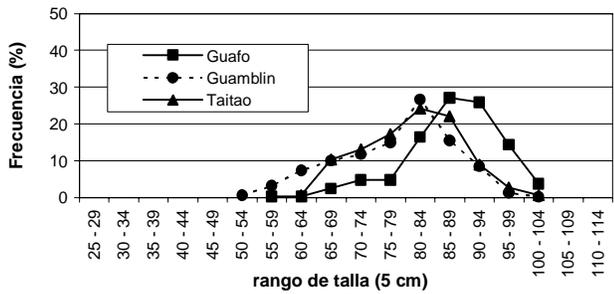
MACHOS



HEMBRAS



AMBOS SEXOS



AREA TOTAL

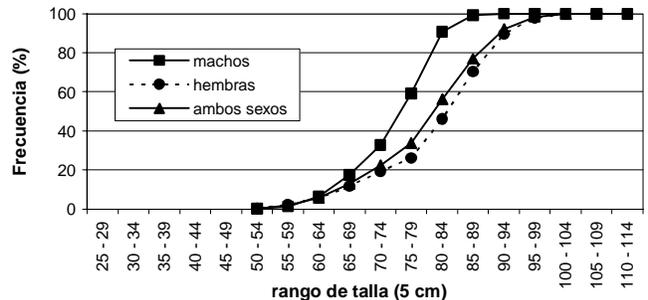
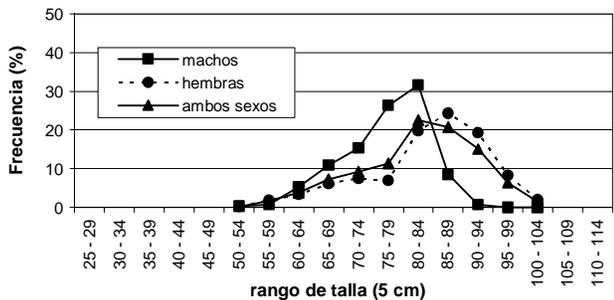
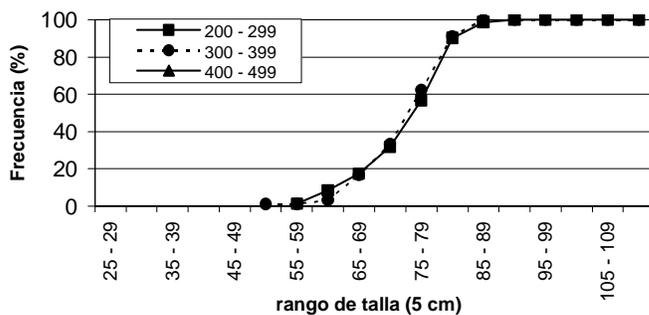
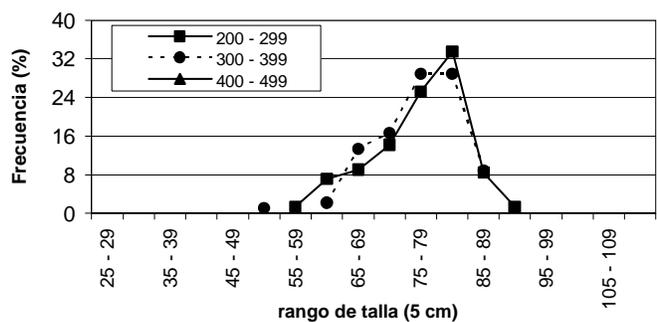
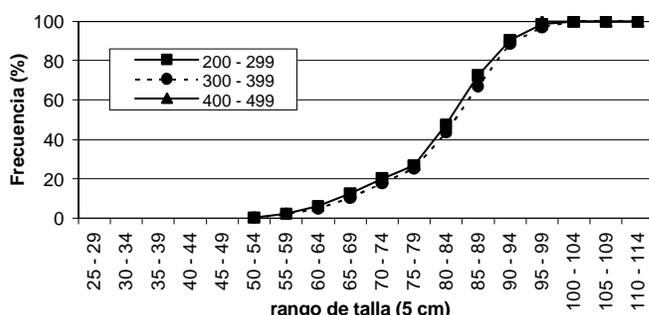
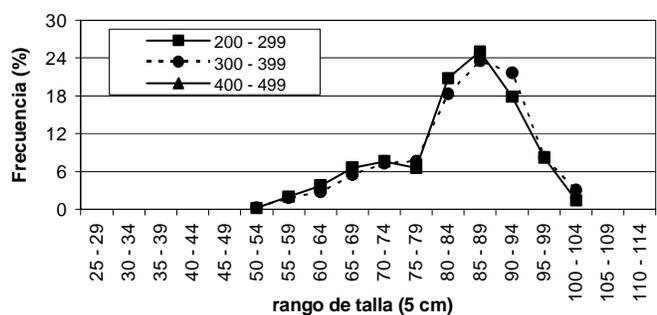


Figura 12. Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).

MACHO



HEMBRAS



AMBOS SEXOS

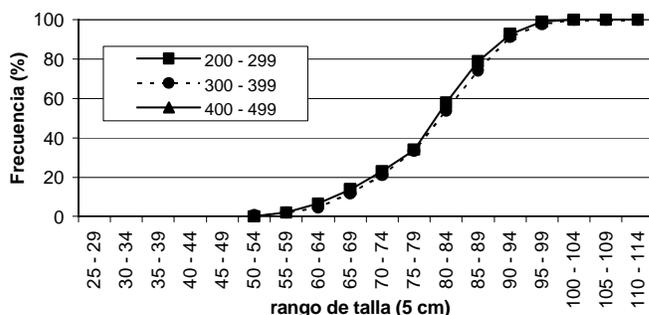
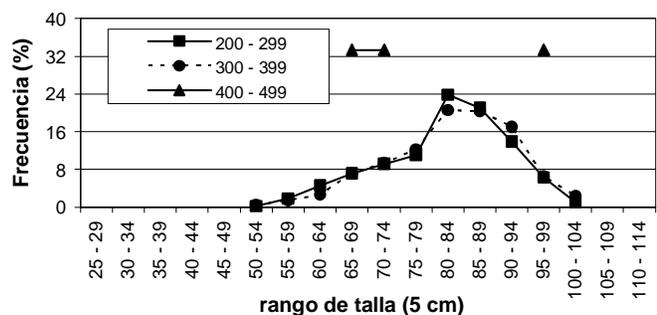
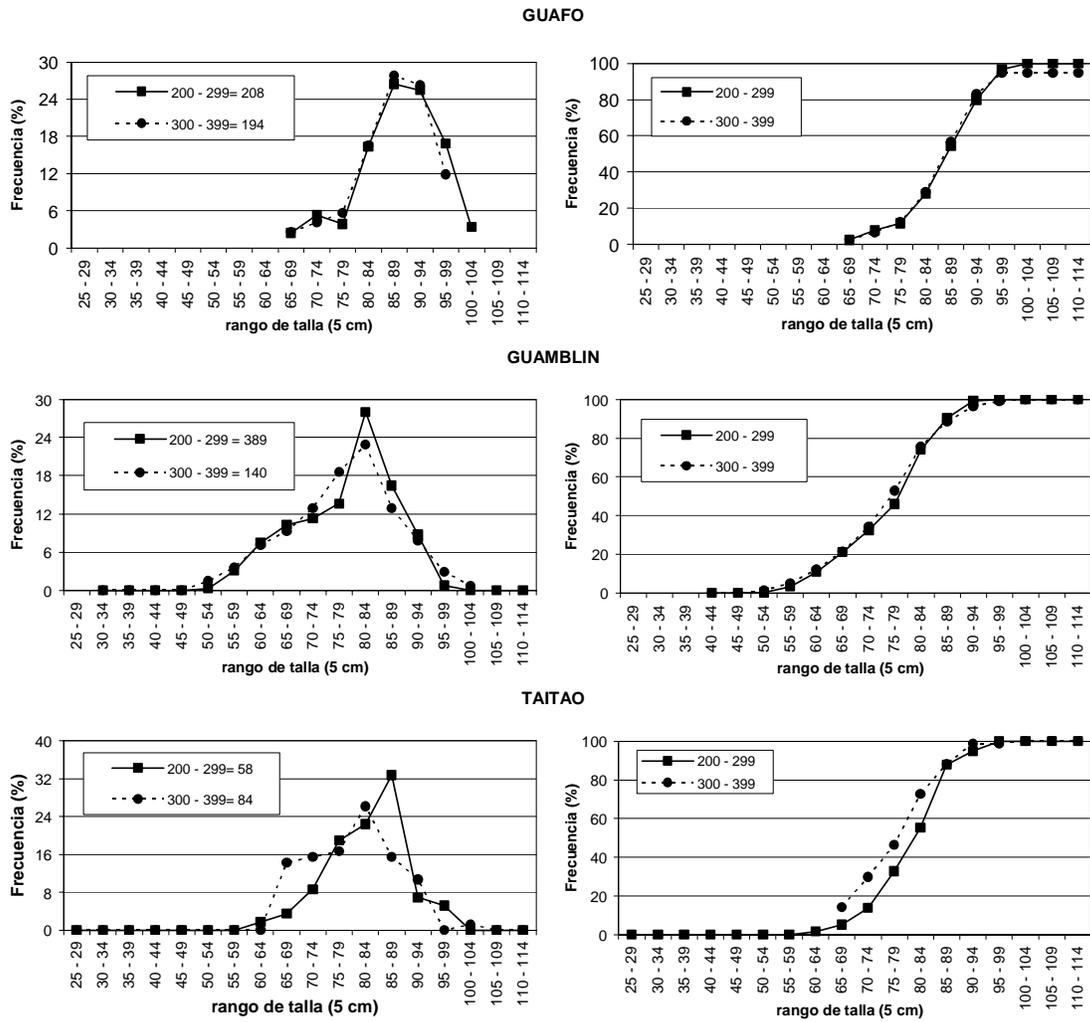
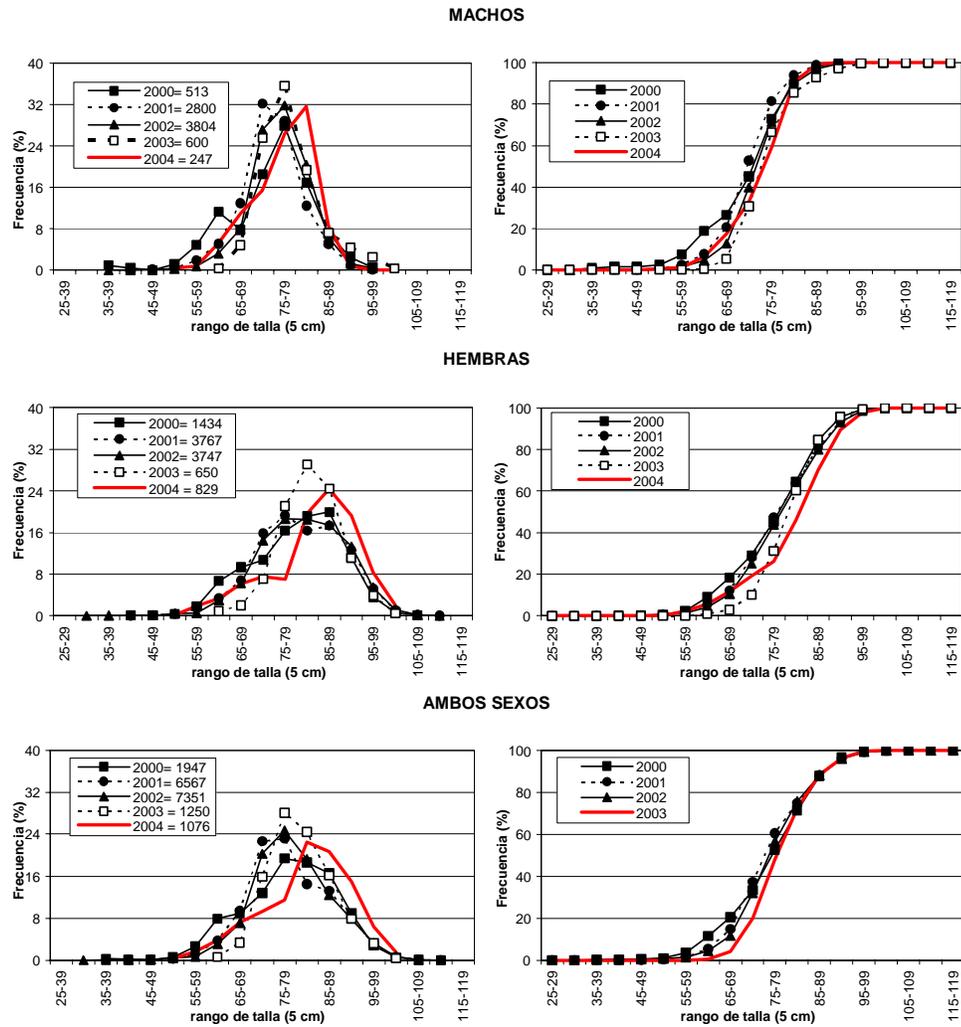


Figura 13. Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).



Area	Indicador	Rango Profundidad		
		200 - 299	300 - 399	400 - 499
Guafo	Prom. cm	87.9	87.6	
	% <70 cm	2.4	3.1	
	% macho	9.6	10.3	
	% hembra	90.4	89.7	
Guamblin	Prom. cm	78.1	77.7	
	% <70 cm	21.1	21.4	
	% macho	29.0	28.6	
	% hembra	71.0	71.4	
Taitao	Prom. cm	82.4	79.4	64.7
	% <70 cm	5.2	14.3	66.6
	% macho	37.9	35.7	33.3
	% hembra	62.1	64.3	66.6

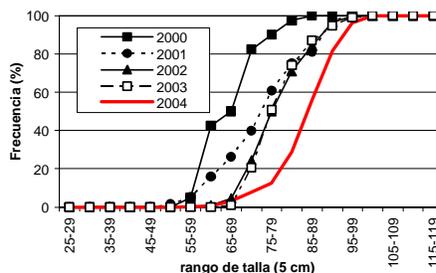
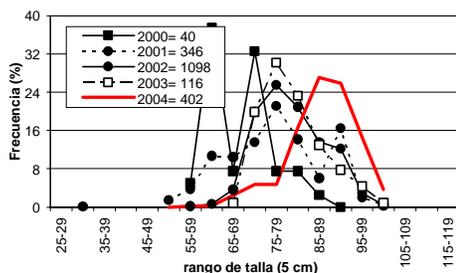
Figura 14. Distribución de la talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad B/C Abate Molina, agosto 2004.



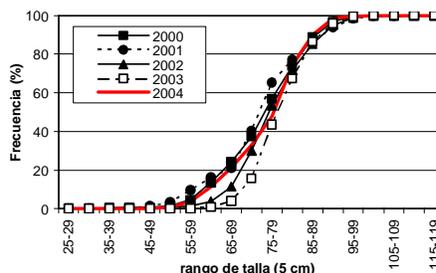
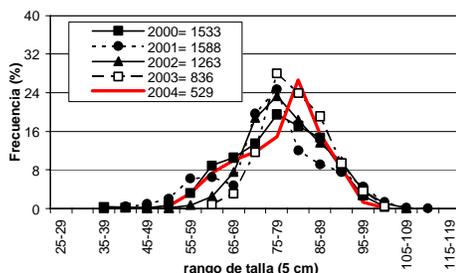
Año	Sexo	talla prom. cm.	d.s cm.	< 70 cm. %	Pro. Sexual %
2000	Macho	78	11.4	26.5	26
	Hembra	80	9.9	18.3	74
	Total	79	10.2	20.5	
2001	Macho	73	7.3	22.9	43
	Hembra	80	10.3	15	57
	Total	77	9.6	18.4	
2002	Macho	76	6.4	11.3	49
	Hembra	81	9.5	10.3	51
	Total	79	8.5	10.8	
2003	Macho	78	6.6	7.7	48
	Hembra	83	6.8	4	52
	Total	81	7	5.8	
2004	Macho	77	7	17.4	23
	Hembra	84	10	12	77
	Total	82	10	13	

Figura 15. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzos, agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).

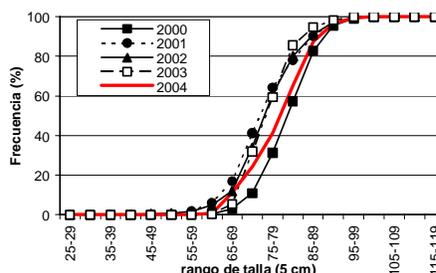
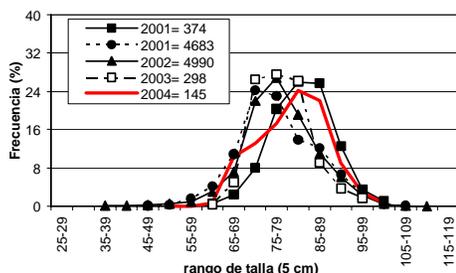
GUAFO



GUAMBLIN

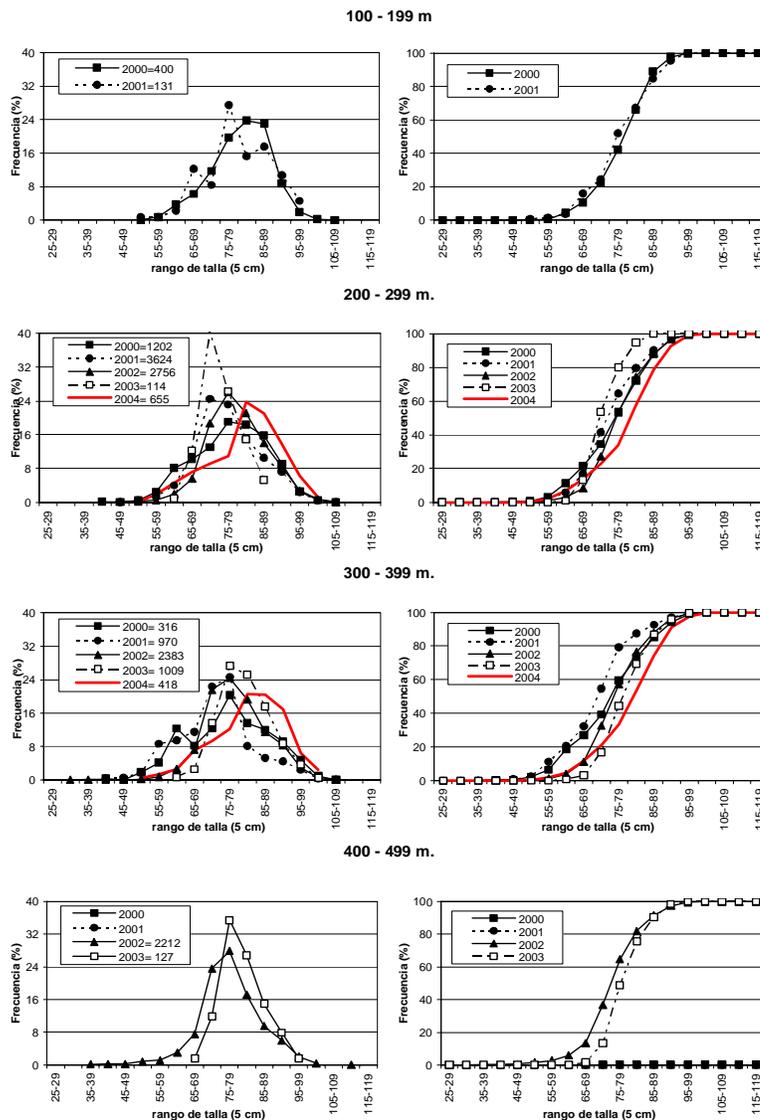


TAITAO



Año	Datos	Guafo	Guamblin	Taitao	Año	Datos	Guafo	Guamblin	Taitao
2000	Prom. cm	68	77	83	2001	Prom. cm	77	76	77
	desv. std	7	10	7		desv. std	11	11	9
	% < 70 cm	50	24	3		% < 70 cm	26	21	17
	% machos	35	24	34		% machos	19	38	46
	% hembras	65	76	66		% hembras	81	63	54
2002	Prom. cm	80	79	78	2003	Prom. cm	81	81	78
	desv. std	8	9	8		desv. std	7	7	6
	% < 70 cm	5	11	12		% < 70 cm	2	6	8
	% machos	41	37	54		% machos	63	43	58
	% hembras	59	63	43		% hembras	37	58	42
2004	Prom. cm	88	78	81					
	desv. std	7	9	8					
	% < 70 cm	3	21	11					
	% machos	10	29	37					
	% hembras	90	71	63					

Figura 16. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por área para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).



Año		100 - 199	200 - 299	300 - 399	400 - 499
2000	Prom. cm	80	78	77	
	desv. std	8	10	12	
	% < 70 cm.	11	21	27	
	% macho	35	22	30	
	% hembras	65	78	70	
2001	Prom. cm	80	77	73	
	desv. std	9	9	10	
	% < 70 cm.	16	17	32	
	% macho	27	44	43	
	% hembras	73	56	57	
2002	Prom. cm		79	79	77
	desv. std		8	9	9
	% < 70 cm.		8	11	13
	% macho		46	46	57
	% hembras		54	54	43
2003	Prom. cm		75	81	81
	desv. std		5	7	6
	% < 70 cm.		16	5	2
	% macho		68	44	65
	% hembras		32	56	35
2004	Prom. cm		82	83	78
	desv. std		10	10	15
	% < 70 cm.		3	12	33
	% macho		24	22	67
	% hembras		76	78	33

Figura 17. Distribución relativa y acumulada de talla de merluza del sur por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, ago-sept 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).

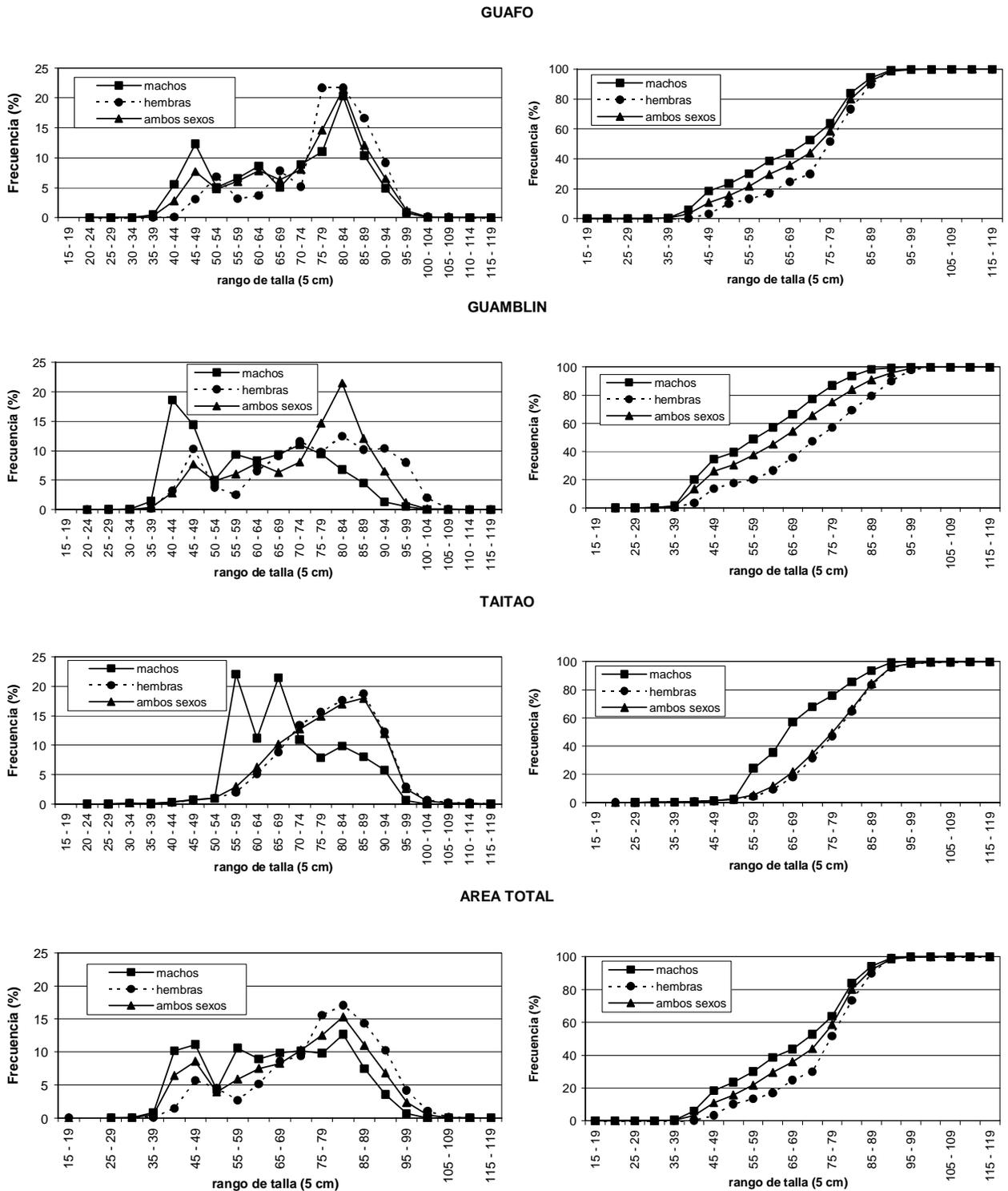


Figura 18. Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).

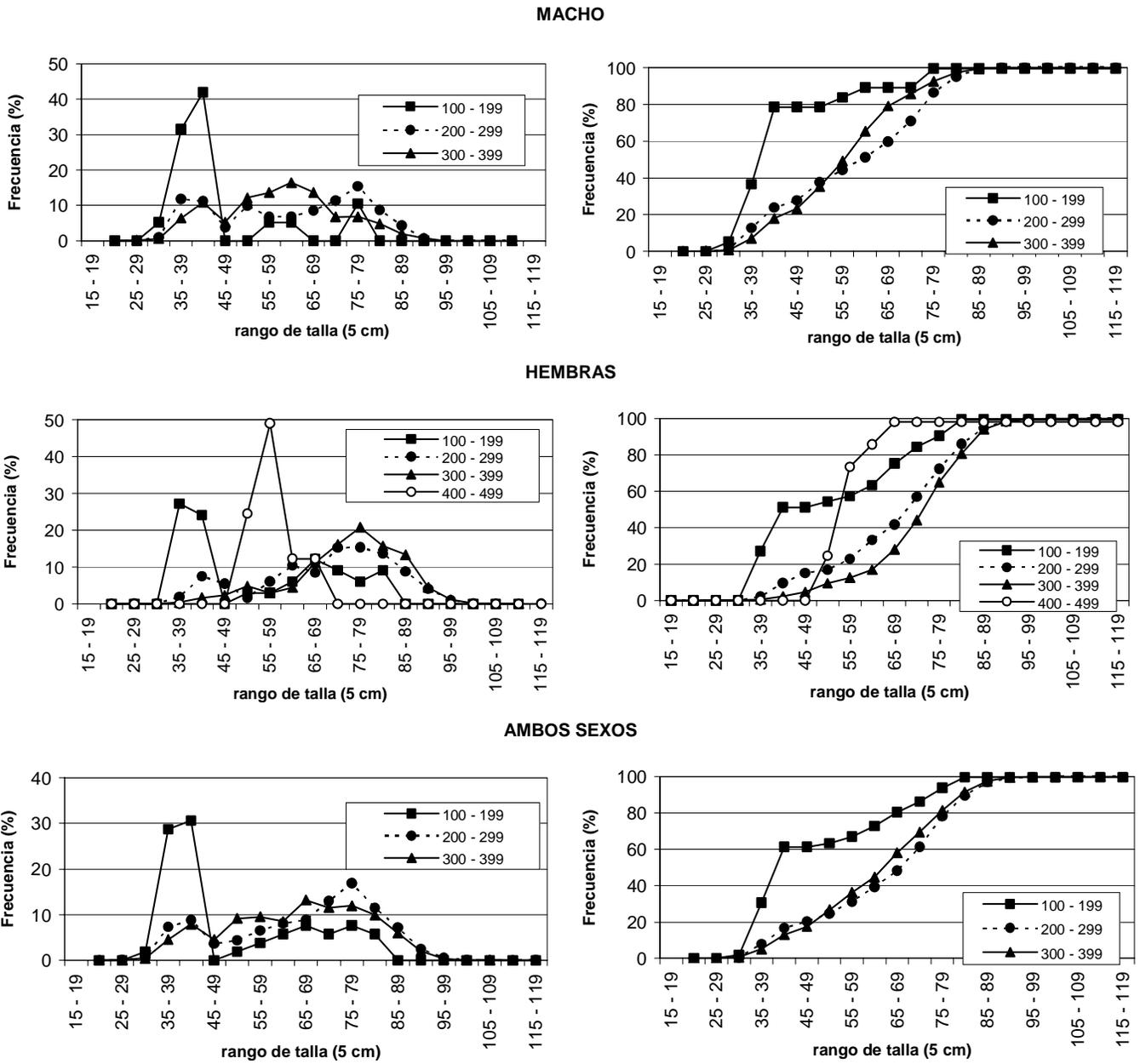
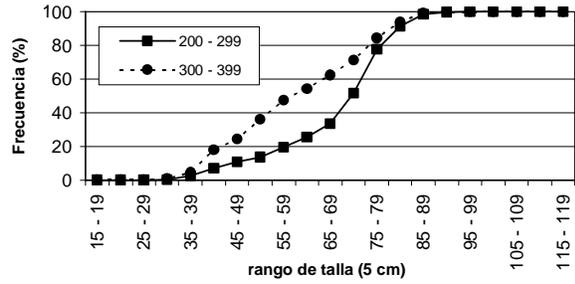
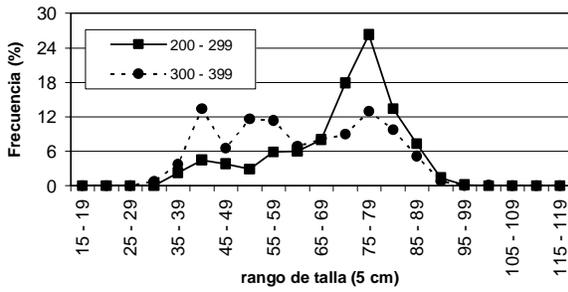
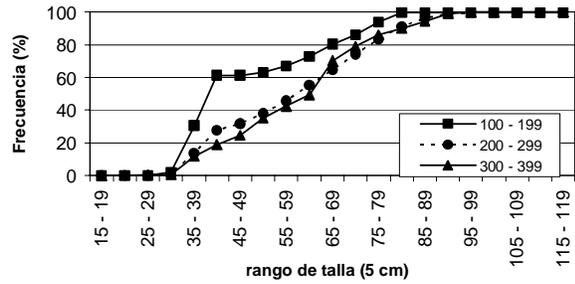
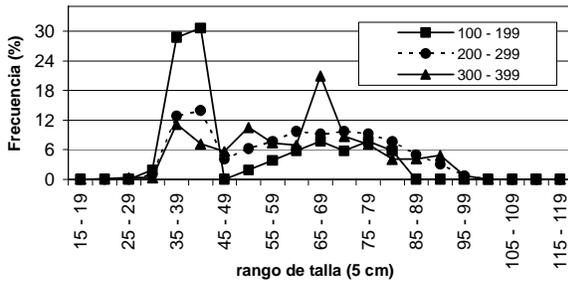


Figura 19. Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2004).

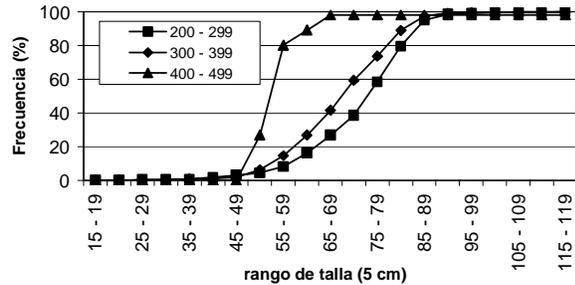
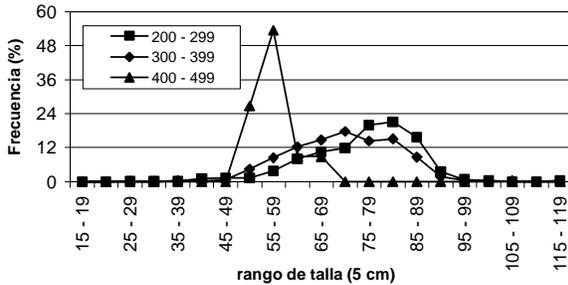
GUAFO



GUAMBLIN



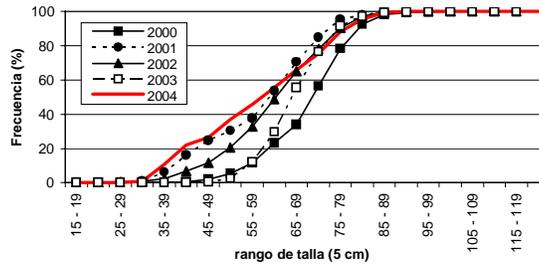
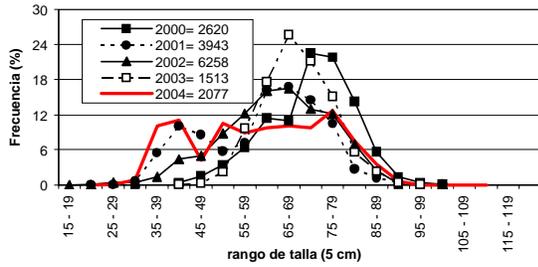
TAITAO



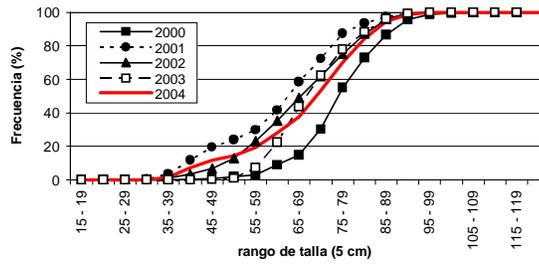
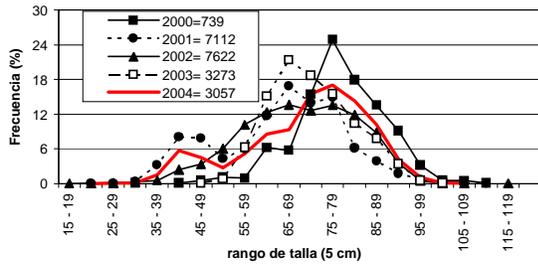
Area	Indicador	Rango Profundidad			
		100 - 199	200 - 299	300 - 399	400 - 499
Guafo	Prom. cm		70.43	62.2	
	% <55 cm		13.61	3.5	
	% macho		68.7	70.0	
	% hembra		31.3	30.0	
Guamblin	Prom. cm	50.63	60.9	61.69	
	% <55 cm	63.2	38	3.5	
	% macho	36.5	62.5	75.1	
	% hembra	63.5	37.5	24.9	
Taitao	Prom. cm		75.48	71.47	55.17
	% <55 cm		4.3	6.1	26.7
	% macho		20.7	13.9	27.2
	% hembra		79.3	86.1	72.8

Figura 20. Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C Abate Molina (agosto 2004).

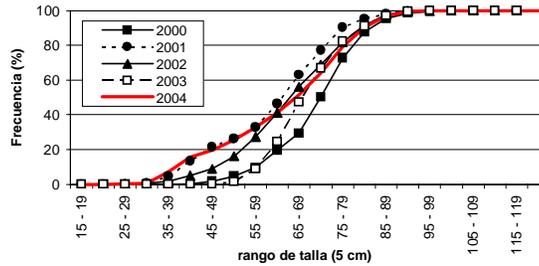
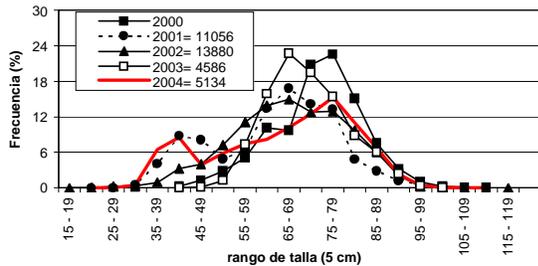
MACHO



HEMBRAS

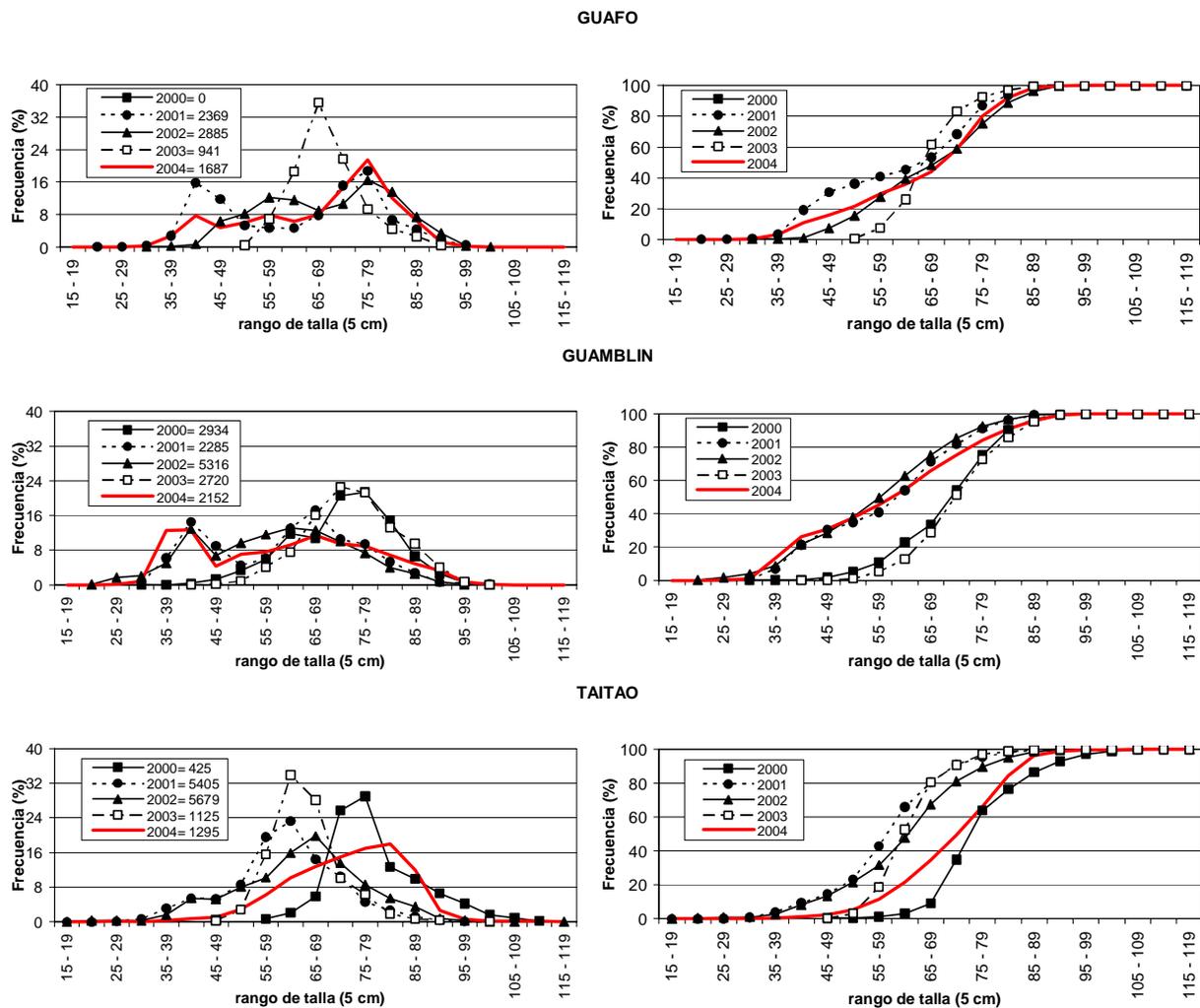


AMBOS SEXOS



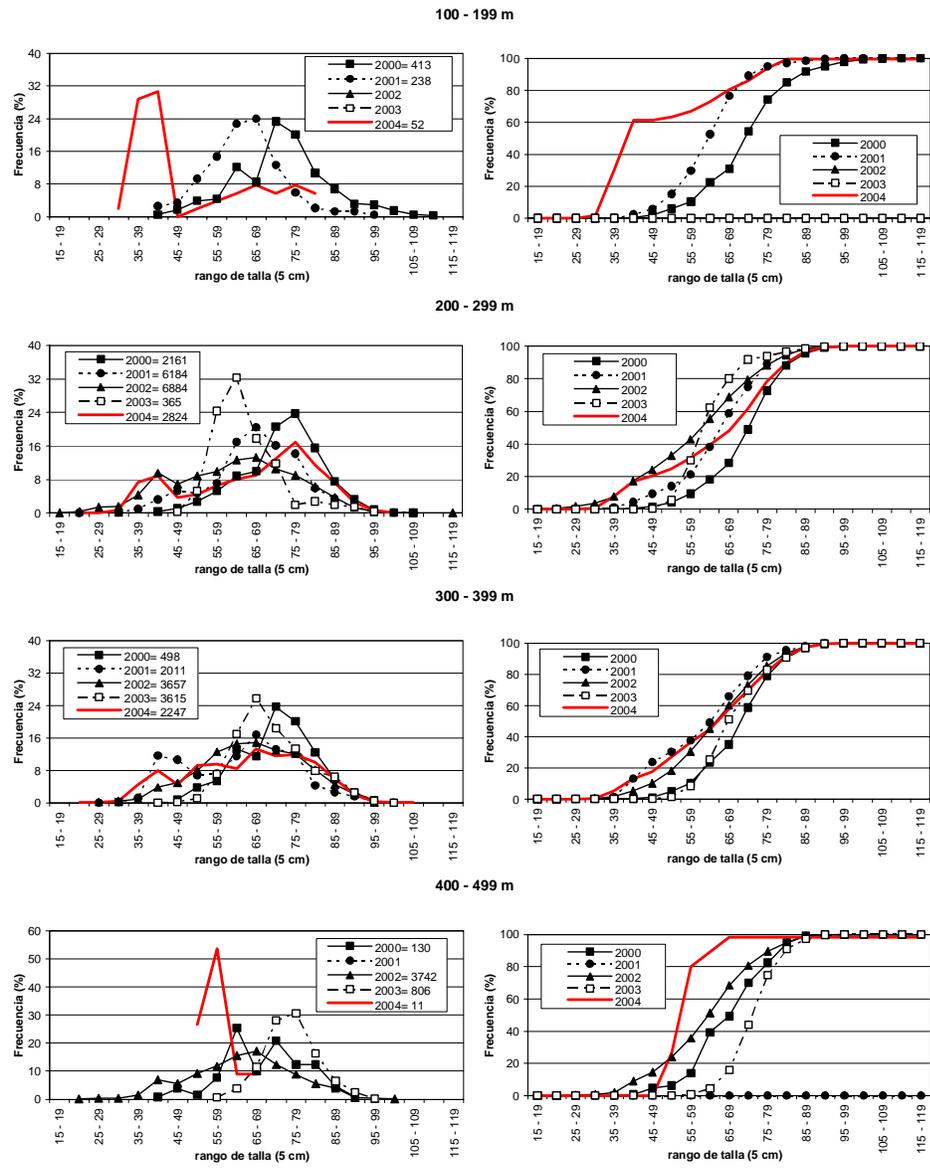
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 55 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2000	Macho	72,0	9,7	5,0	78
	Hembra	78,0	10,1	2,0	22
	Total	73,0	10,2	4,0	
2001	Macho	61,0	12,2	29,0	36
	Hembra	66,0	13,1	21,0	64
	Total	64,0	13,0	23,0	
2002	Macho	60,0	13,0	20,0	45
	Hembra	66,0	14,0	13,0	55
	Total	64,0	14,0	16,0	
2003	Macho	68,7	7,9	2,5	31,6
	Hembra	72,1	9,3	0,9	68,4
	Total	71,0	9,0	1,4	
2004	Macho	51,3	14,5	65,4	40,5
	Hembra	62,6	16,7	39,9	59,6
	Total	58,0	16,7	50,2	

Figura 21. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).



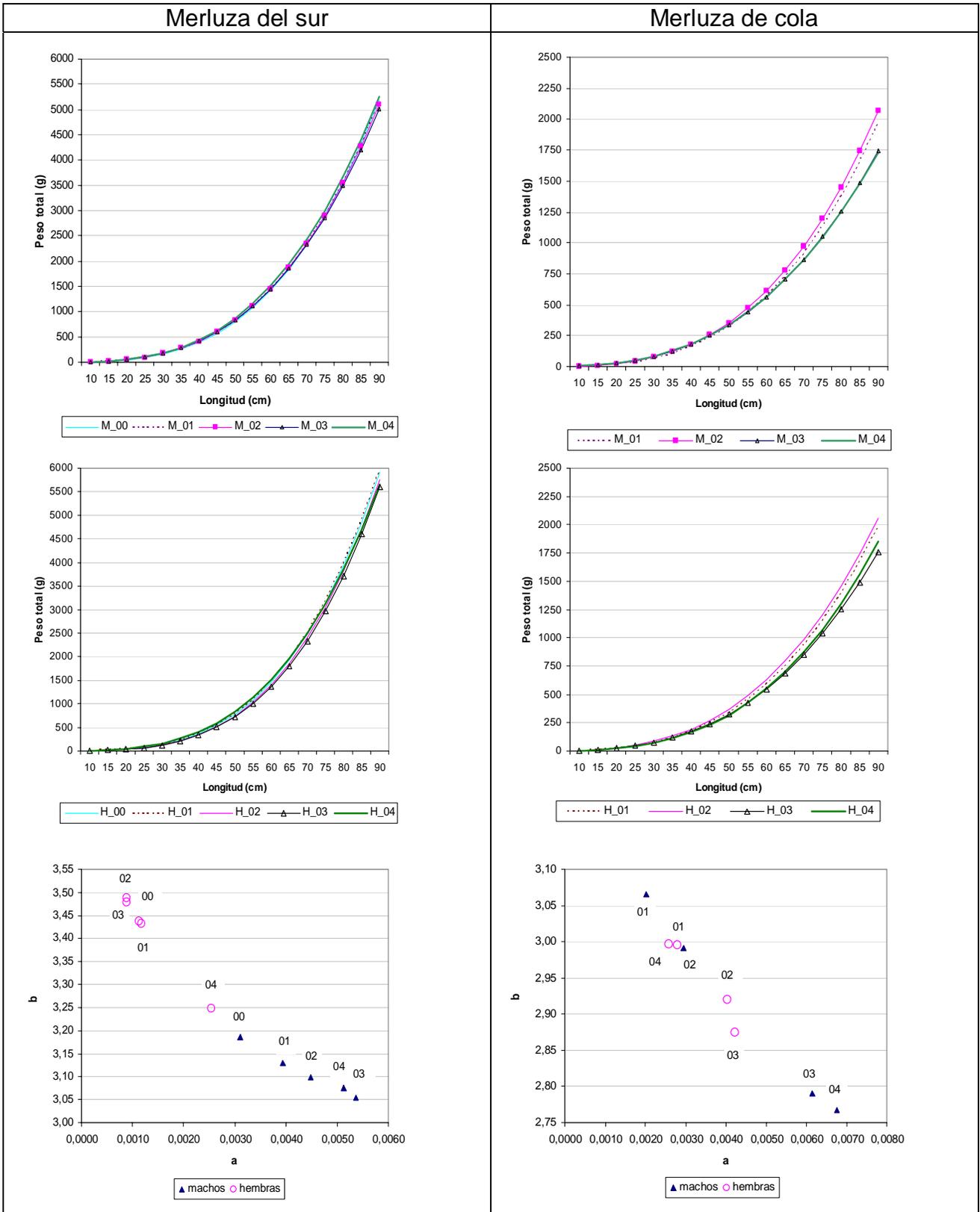
	Datos	Guafo	Guamblin	Taitao		Datos	Guafo	Guamblin	Taitao
2000	Prom. cm	0.0	72.5	78.8	2001	Prom. cm	63.0	61.0	66.0
	Desv est. cm	0.0	10.0	9.3		Desv est. cm	15.7	14.5	10.9
	% <55 cm	0.0	5.0	0.5		% <55 cm	36.0	34.8	14.6
	% macho	0.0	83.6	39.3		% macho	23.6	33.4	41.0
	% hembra	0.0	16.4	60.7		% hembra	76.4	66.6	59.0
2002	Prom. cm	69.1	58.8	64.1	2003	Prom. cm	68.6	71.2	64.0
	Desv est. cm	12.8	14.4	12.7		Desv est. cm	6.7	8.1	5.8
	% <55 cm	15.5	38.0	21.5		% <55 cm	0.4	2.1	4.3
	% macho	40.2	50.2	42.8		% macho	27.5	32.5	32.7
	% hembra	59.8	49.8	57.2		% hembra	72.4	67.4	67.2
2004	Prom. cm	67.4	61.1	73.3					
	Desv est. cm	9.2	7.6	13.1					
	% <55 cm	21.7	37.5	5.2					
	% macho	42.3	50.1	22.1					
	% hembra	57.6	49.9	77.9					

Figura 22. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por área para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).



año	Indicador	Rango Profundidad				año	Indicador	Rango Profundidad			
		100 - 199	200 - 299	300 - 399	400 - 499			100 - 199	200 - 299	300 - 399	400 - 499
2000	Prom. cm	73	74	72	69	2001	Prom. cm	64	67	63	
	desv std	12	10	10	10		desv std	10	11	14	
	% <55 cm	6	4	5	6		% <55 cm	15	14	30	
	% macho	68	78	79	98		% macho	56	37	41	
	% hembra	32	22	21	2		% hembra	44	63	59	
2002	Prom. cm		61	66	64	2003	Prom. cm		64	66	64
	desv std		15	13	13		desv std		15	13	13
	% <55 cm		33	18	24		% <55 cm		33	18	24
	% macho		47	45	41		% macho		47	45	41
	% hembra		53	55	59		% hembra		53	55	59
2004	Prom. cm	51	66	65	55						
	desv std	2			7						
	% <55 cm	63	25	27	27						
	% macho	36	59	54	27						
	% hembra	63	41	46	71						

Figura 23. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F Betanzo agosto 2000, B/F Unzen Maru, agosto-septiembre 2001 y julio 2002; B/C Abate Molina, agosto 2003 y agosto 2004, respectivamente).



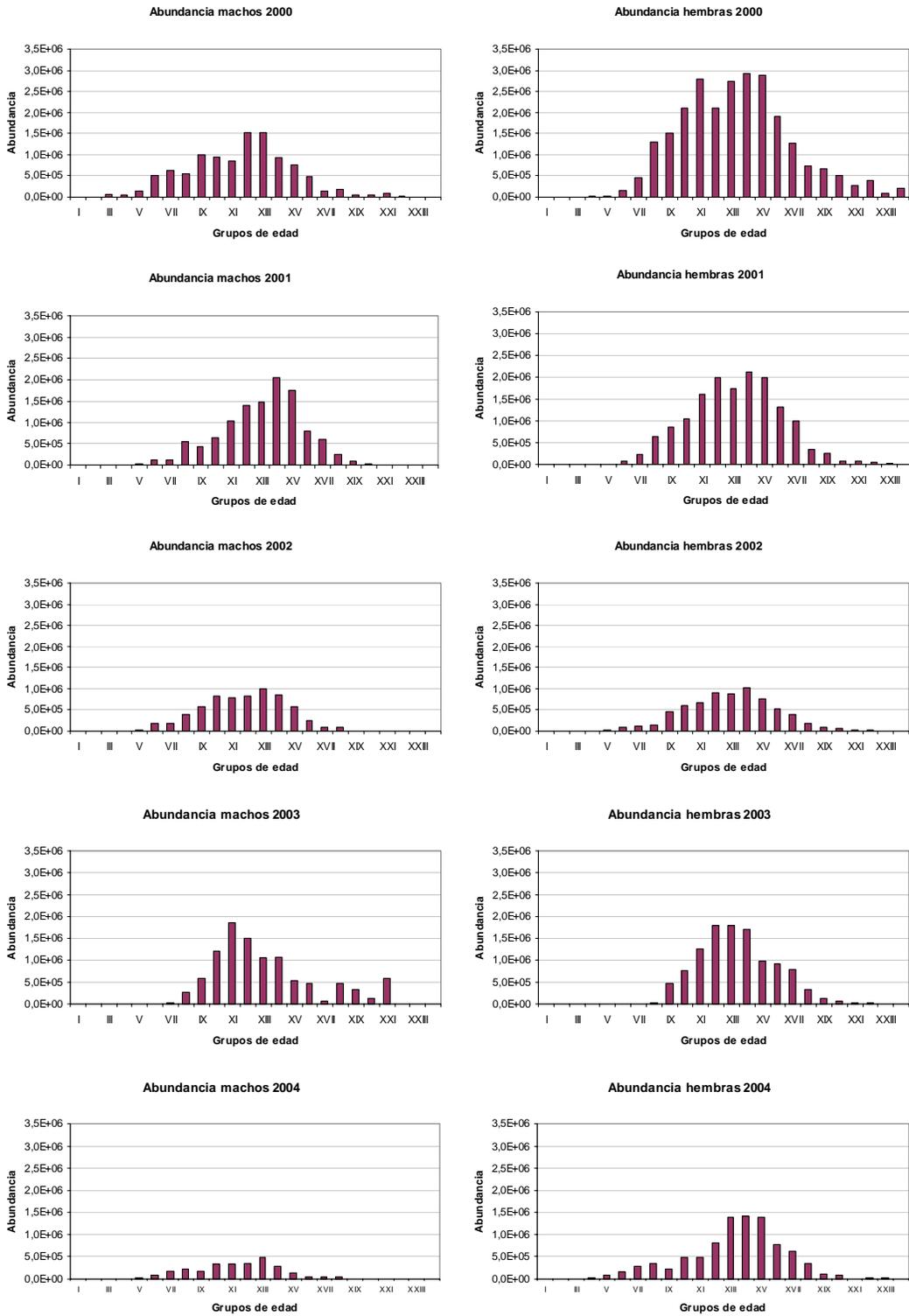


Figura 25. Abundancia por grupos de edad de merluza del sur presente en las evaluaciones directas del período 2000-2004.

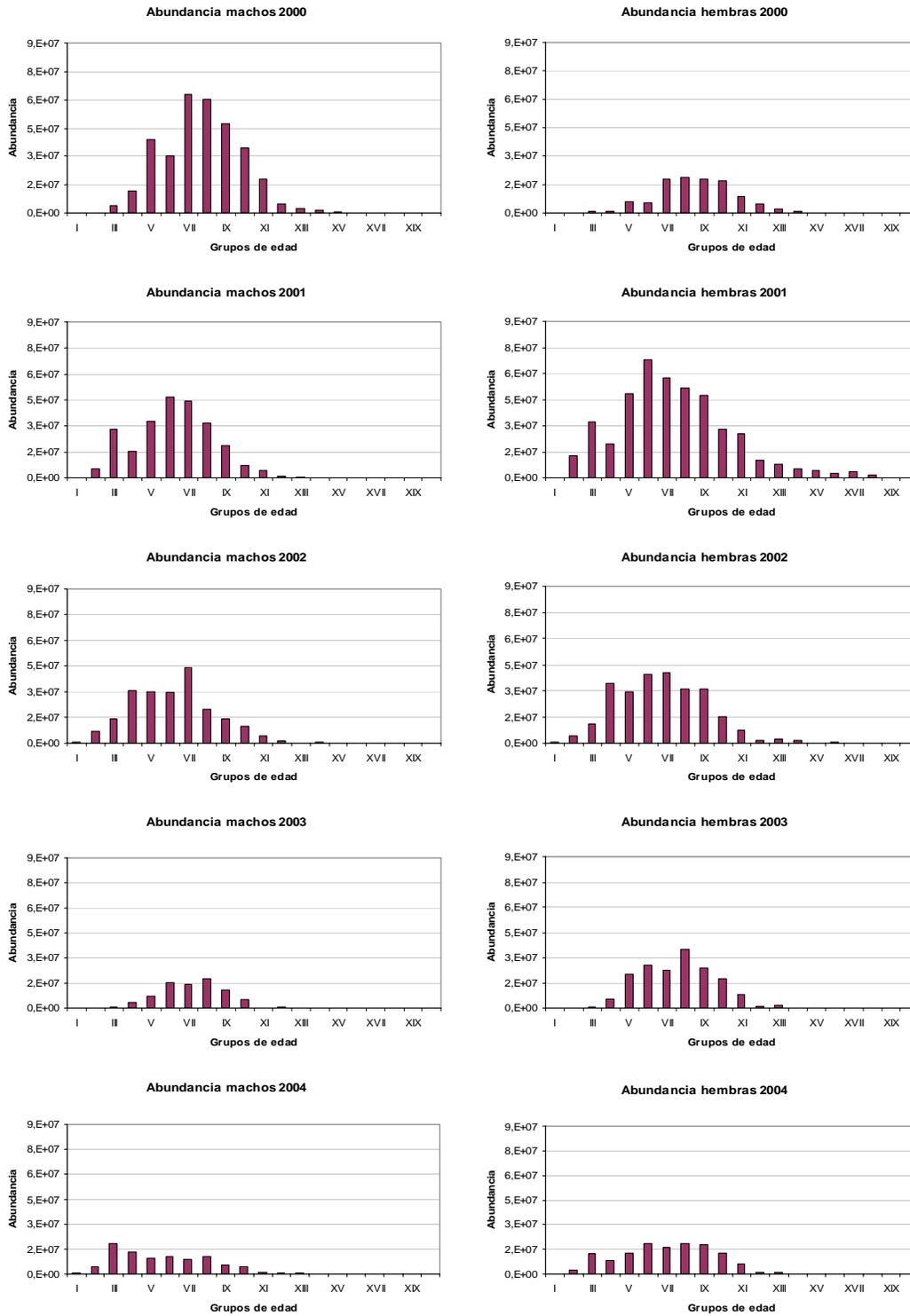


Figura 26. Abundancia por grupos de edad de merluza de cola presente en las evaluaciones directas del periodo 2000-2004.

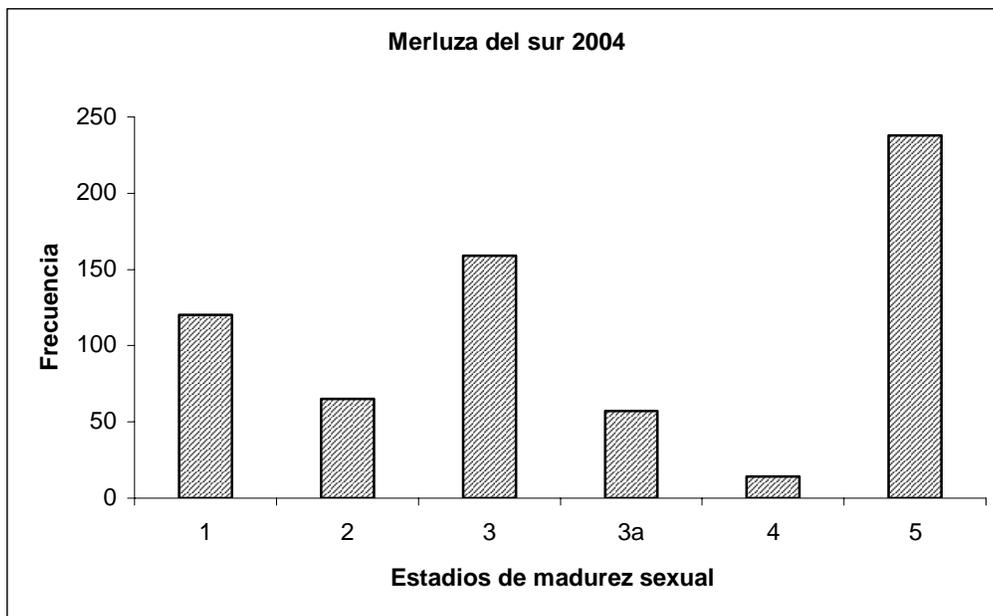


Figura 27. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2004.

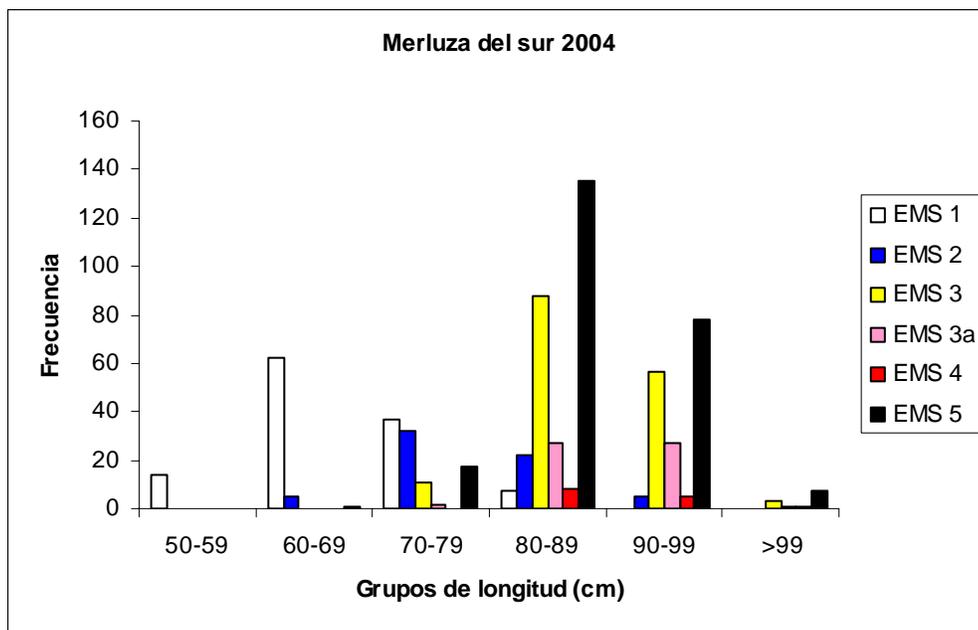


Figura 28. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.

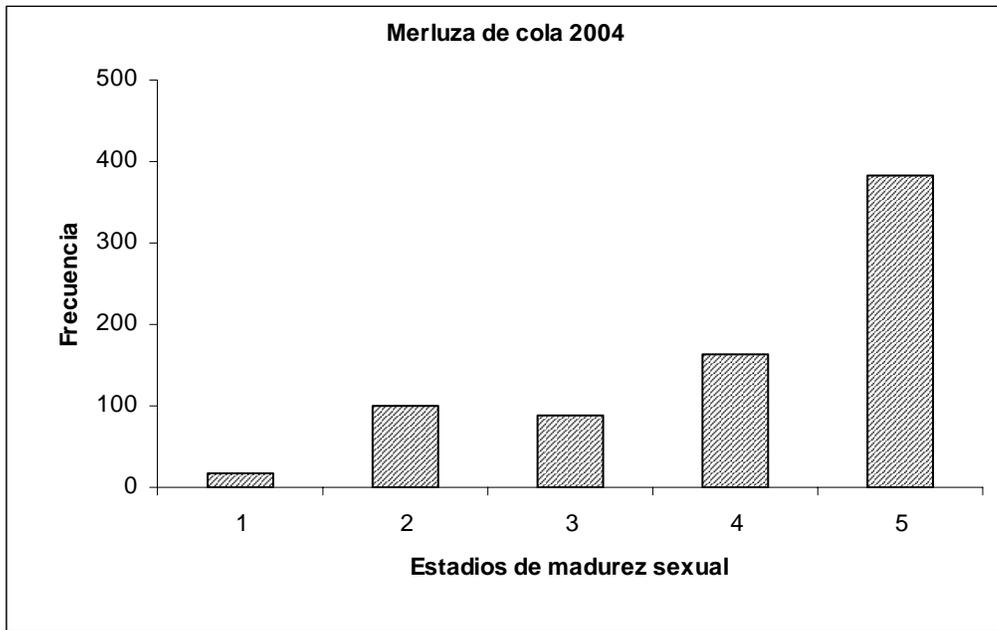


Figura 29. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza e cola *Macruronus magellanicus* en agosto y septiembre de 2004.

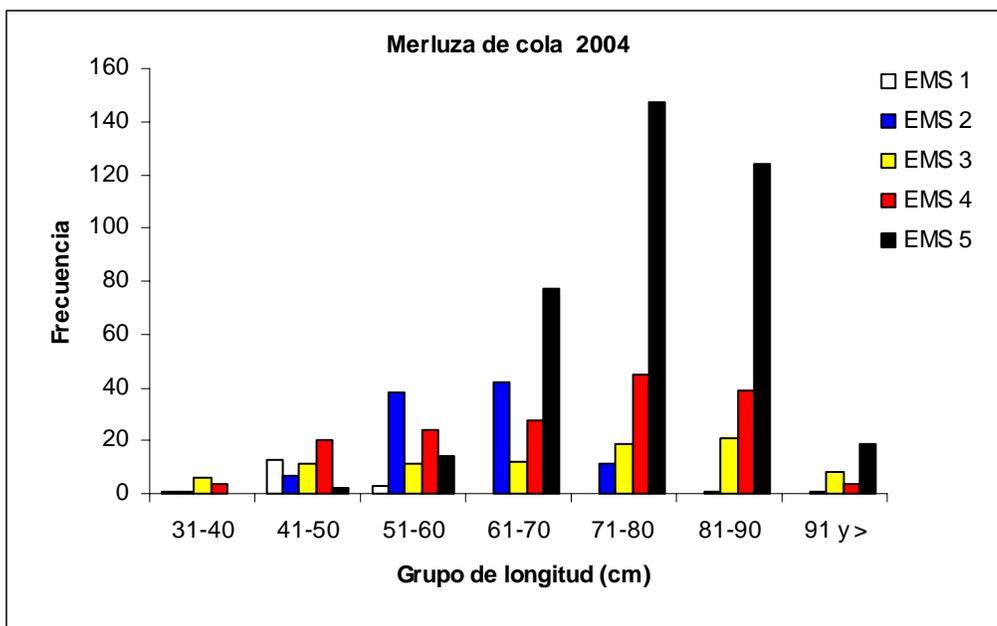


Figura 30. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.

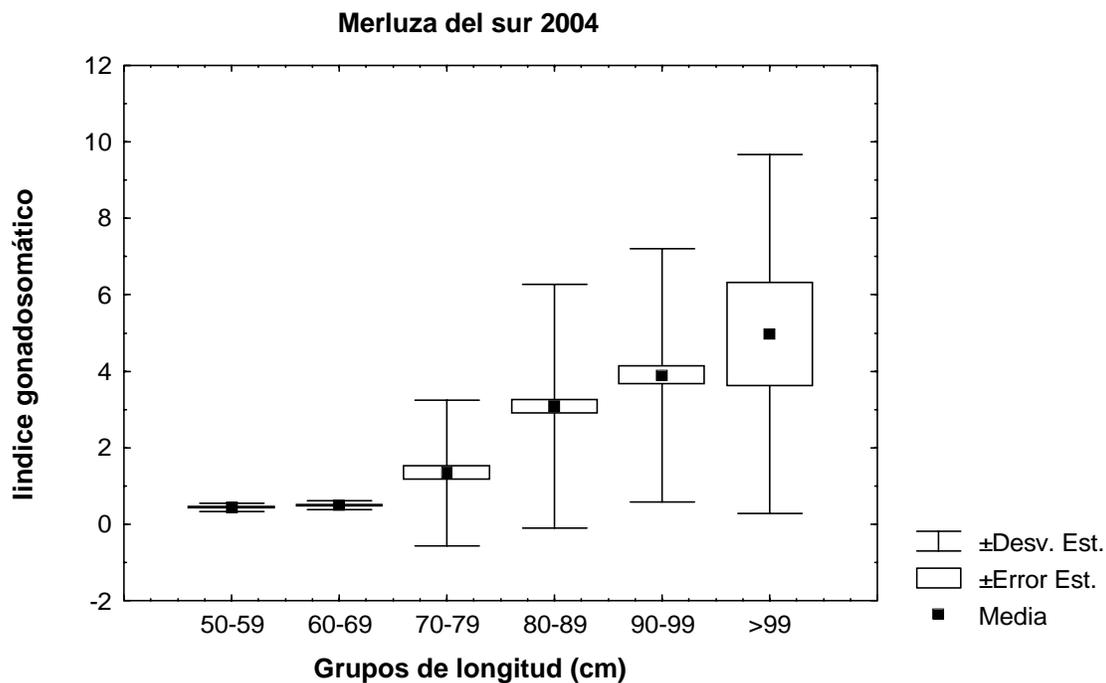


Figura 31. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar, en hembras de merluza del sur *Merluccius australis* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.

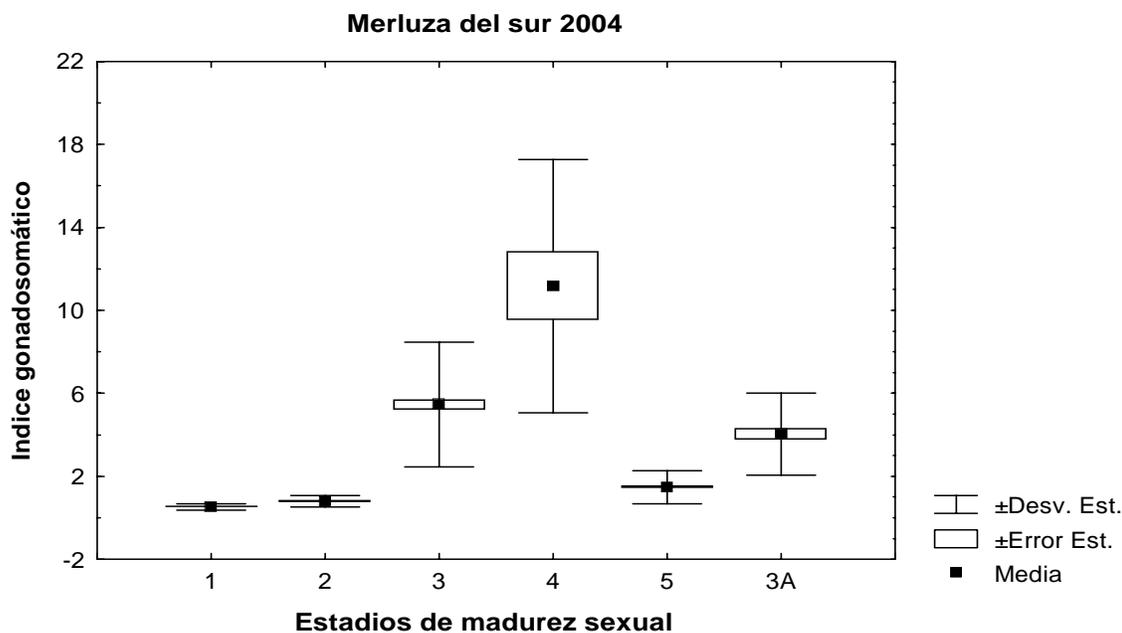


Figura 32. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2004.

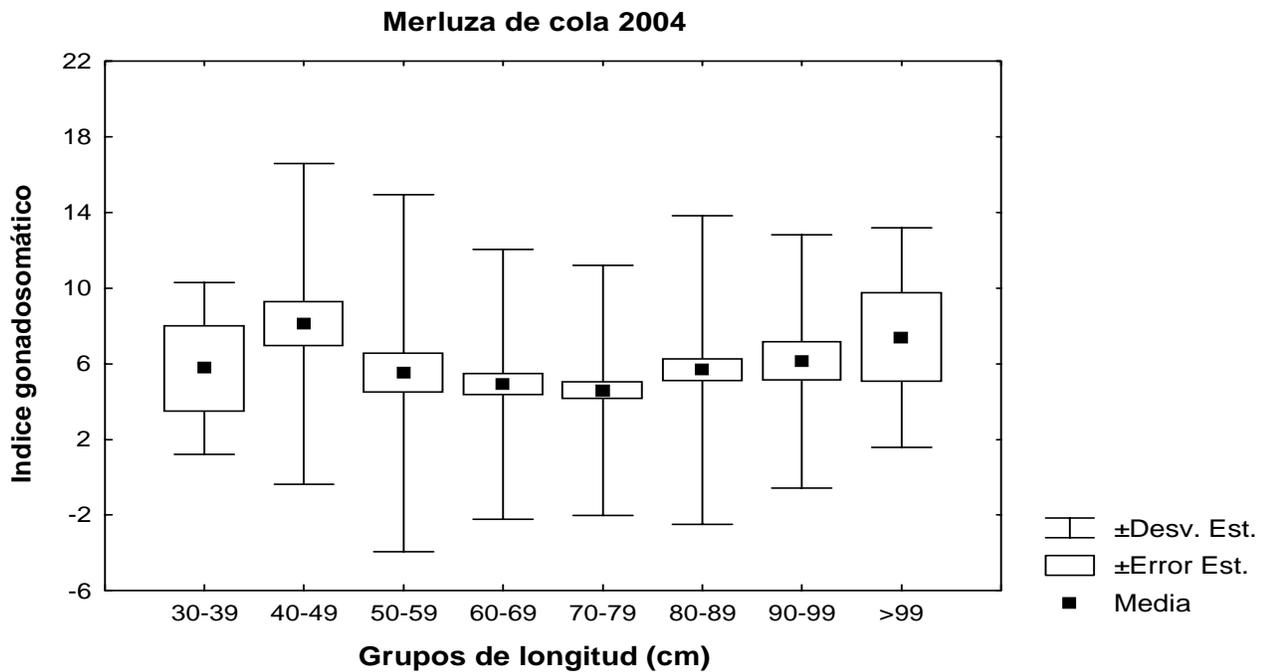


Figura 33. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar, en hembras de merluza de cola *Macrurus magellanicus* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto y septiembre de 2004.

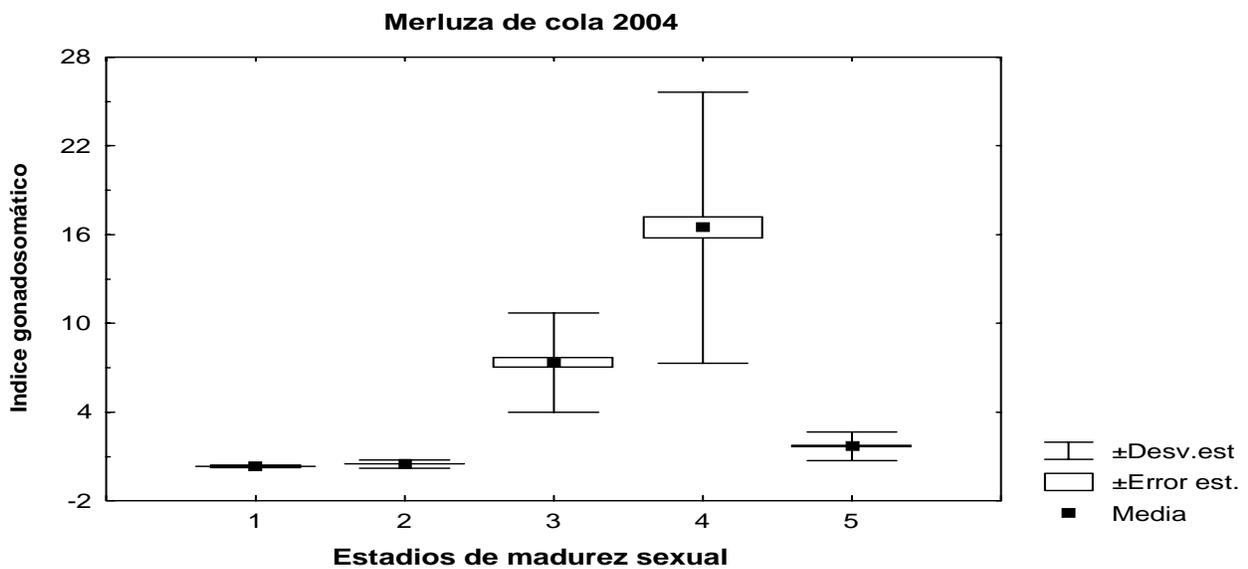


Figura 34. Valor del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza de cola *Macrurus magellanicus*, en agosto y septiembre de 2004.

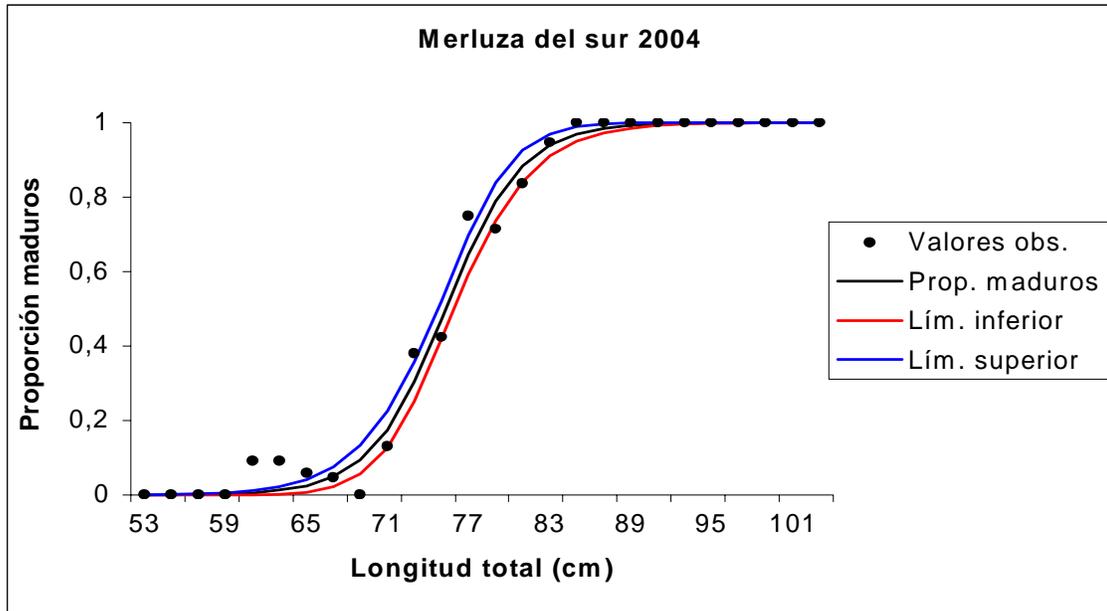


Figura 35. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2004, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.

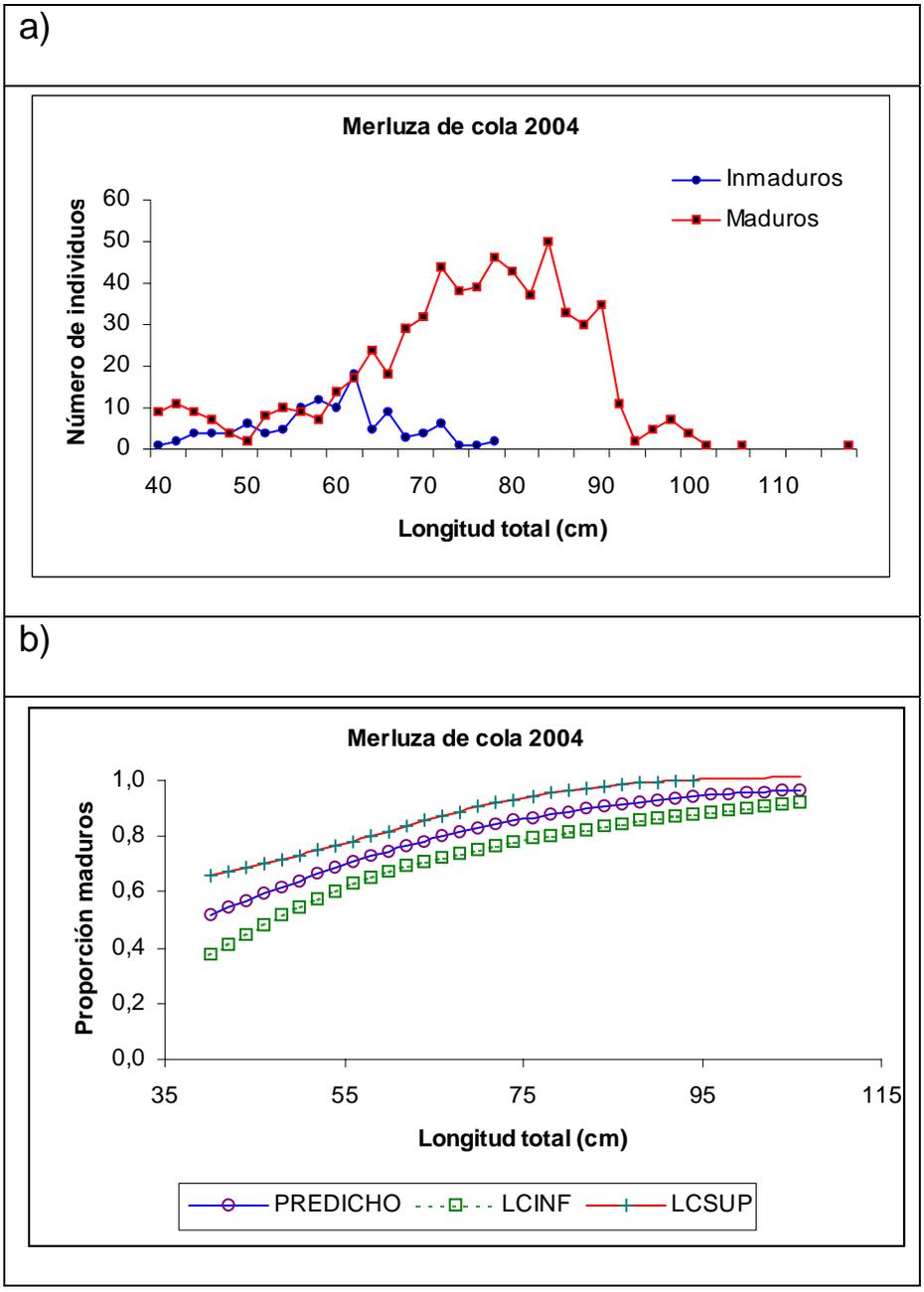


Figura 36. a) Distribución de frecuencia de la longitud total de hembras sexualmente inmaduras y maduras de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto y septiembre de 2004. b) Ajuste de una curva logística a los datos de madurez gonadal de merluza cola de agosto y septiembre de 2004.

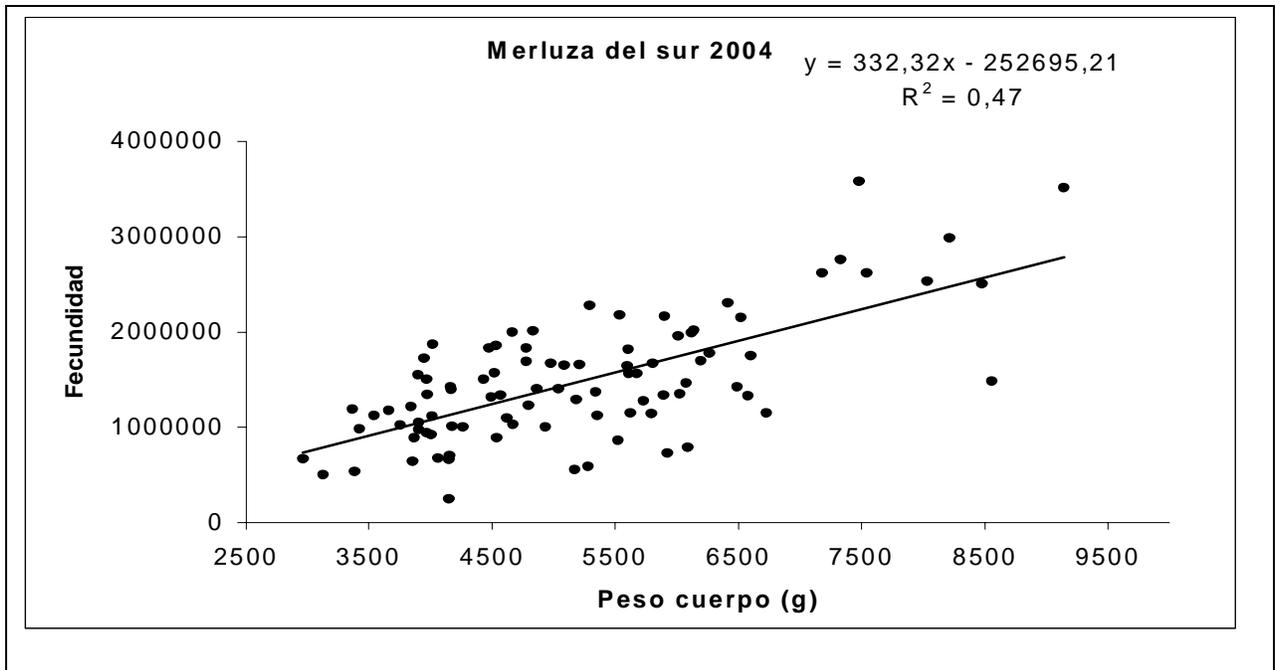


Figura 37. Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2004.

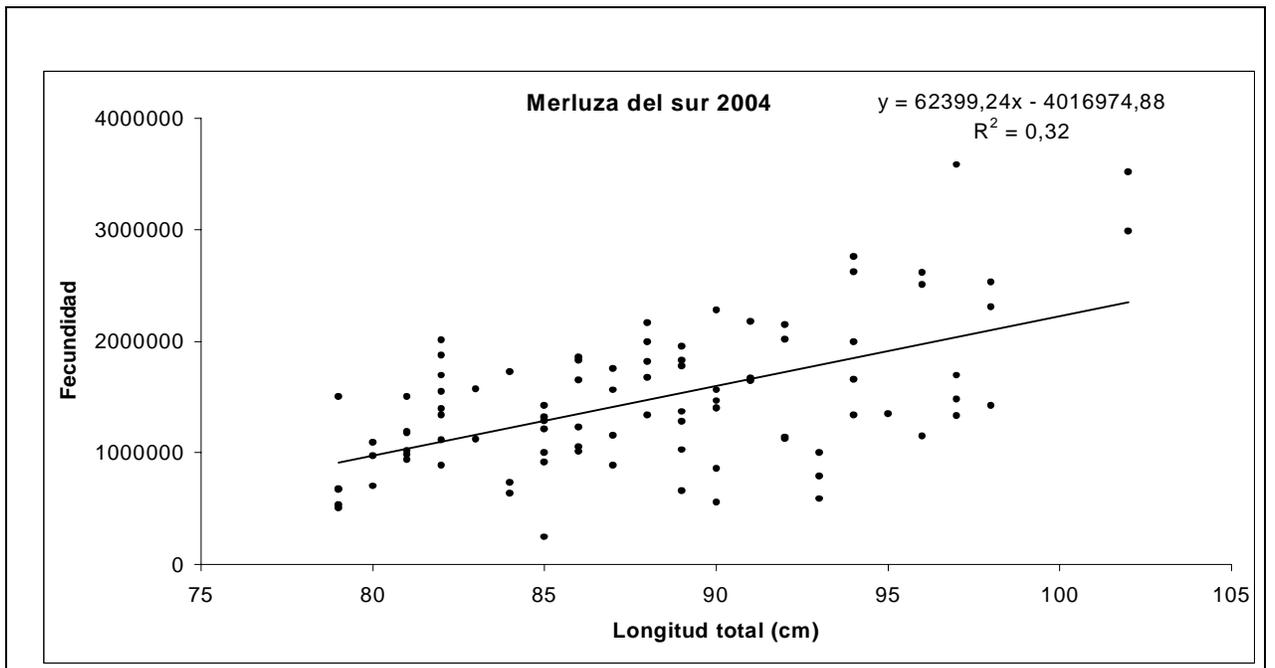


Figura 38. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2004.

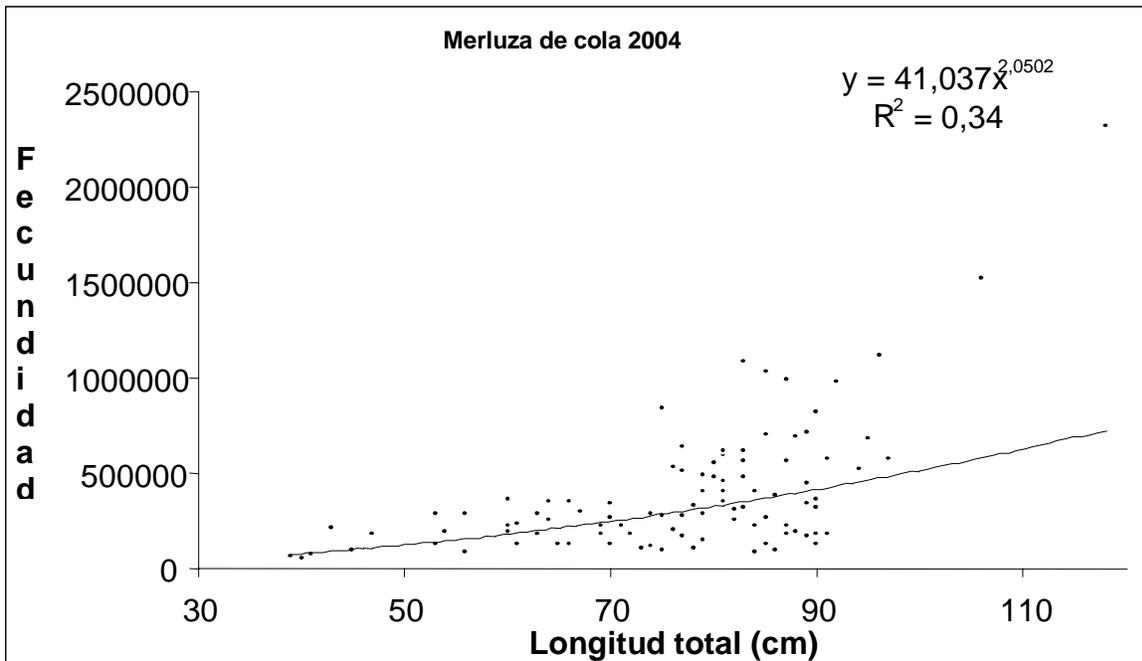


Figura 39. . Relación entre la fecundidad y la longitud total en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto y septiembre de 2004.

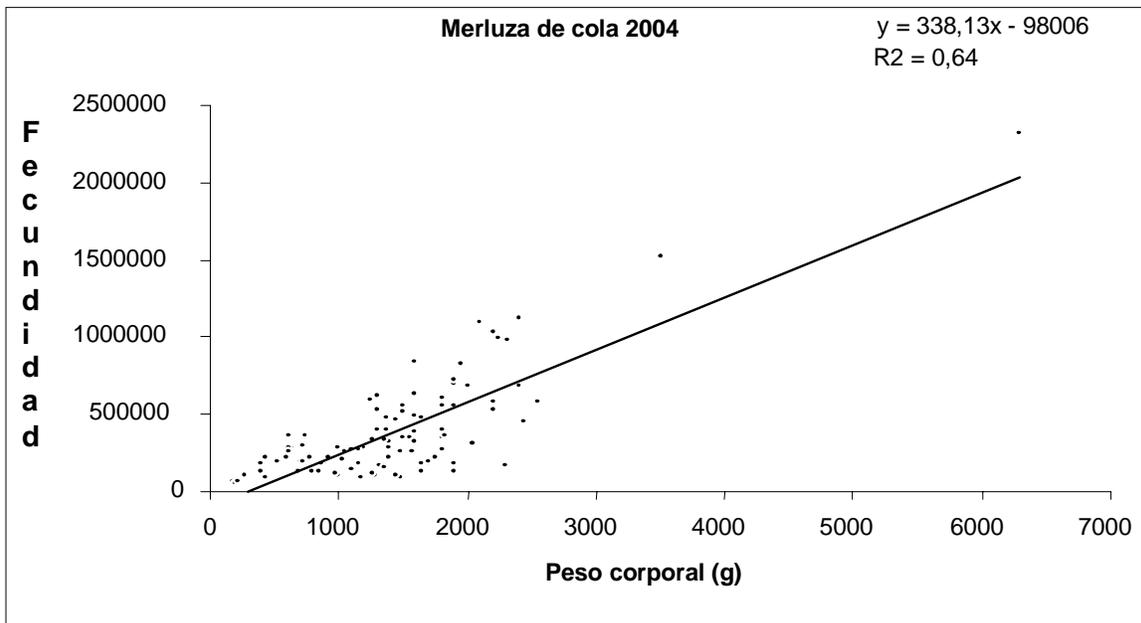


Figura 40. Relación entre la fecundidad y el peso del cuerpo en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto y septiembre de 2004

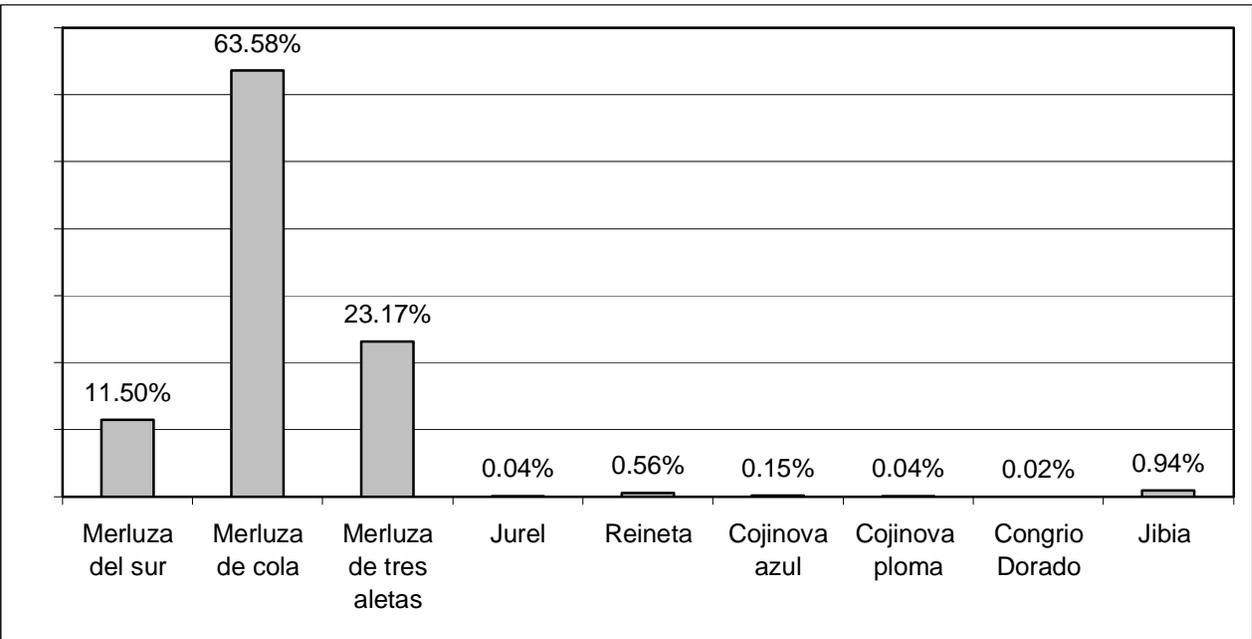


Figura 41. Participación (%) de las especies presentes en las capturas de los lances de pesca de identificación.

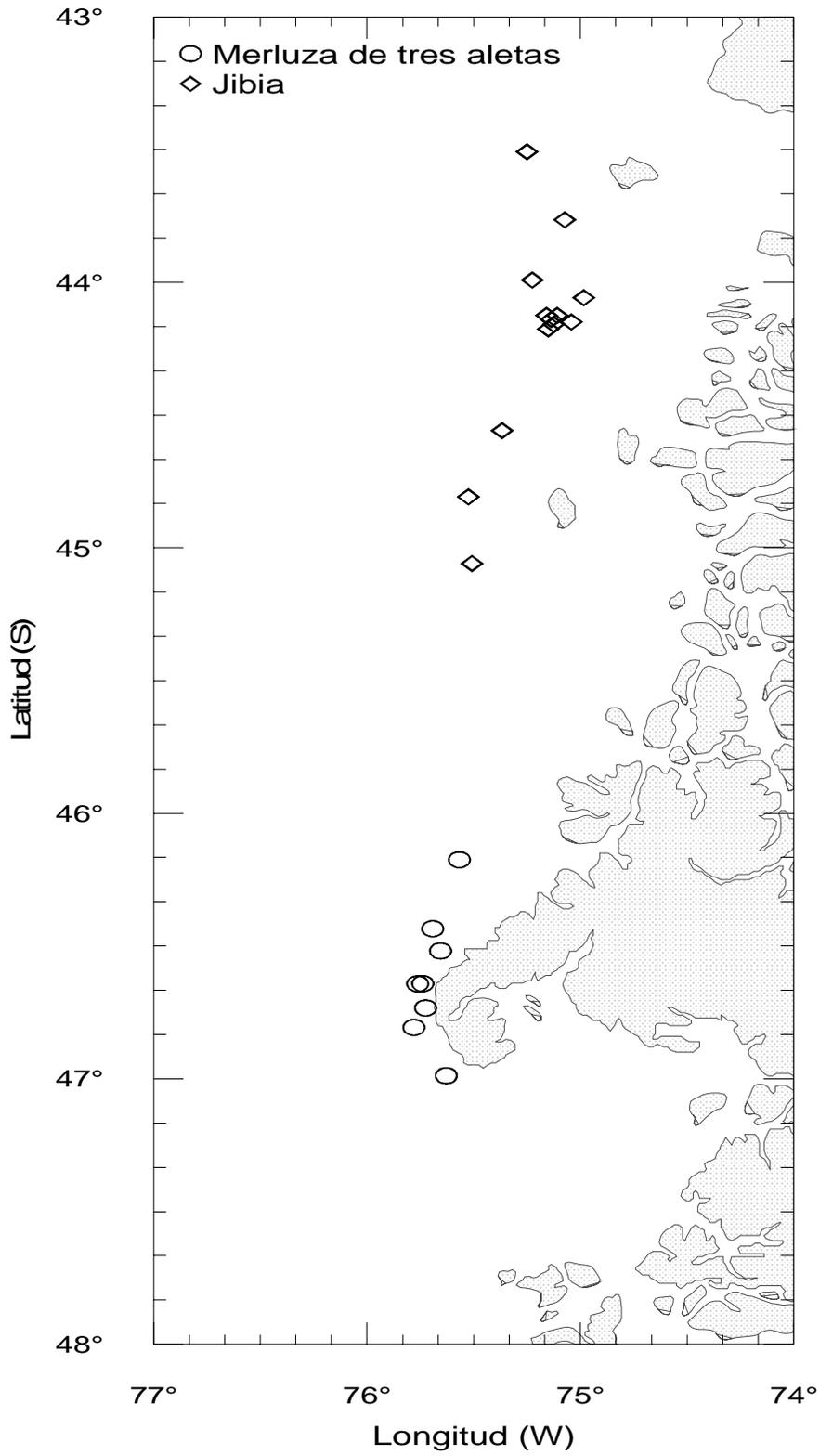
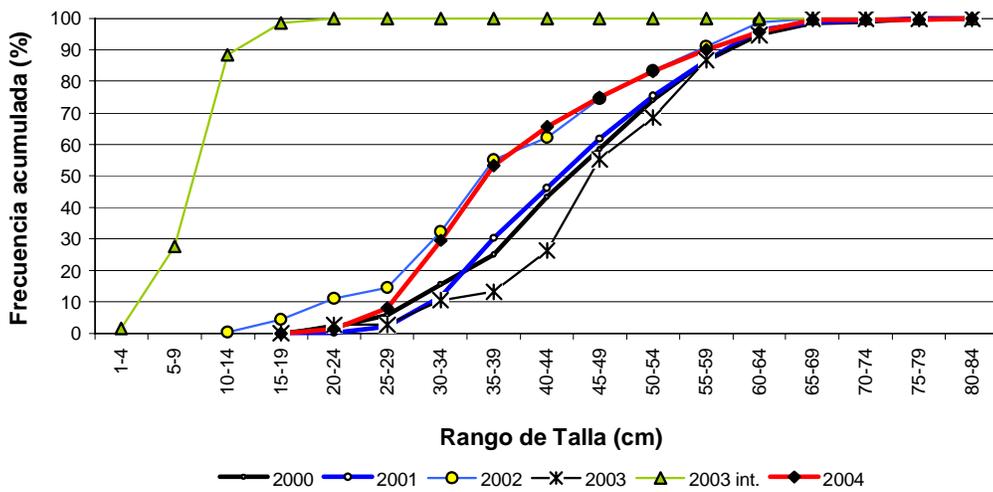
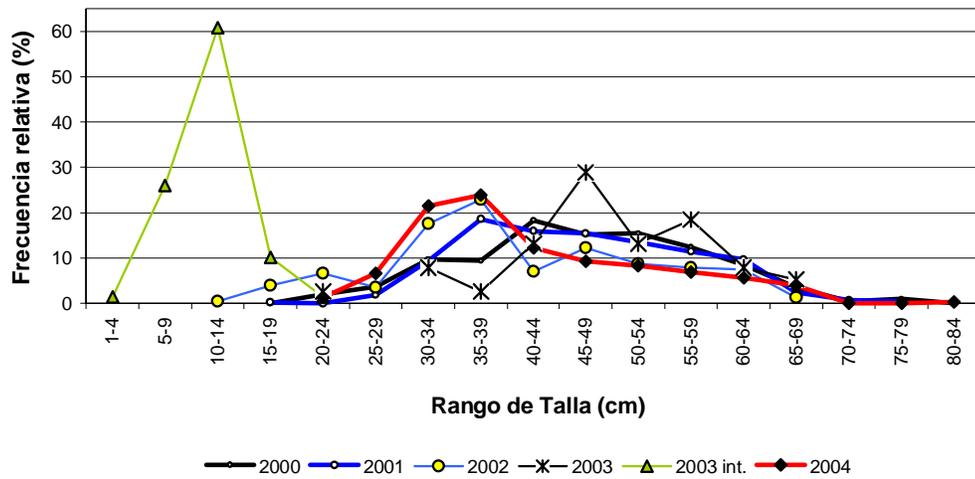


Figura 42. Distribución espacial de la merluza de tres aletas y jibia en el área de estudio.



Estadístico	2000	2001	2002	2003	2003 int.	2004
n	393	433	227	38	69	302
Prom. (cm)	46,3	48,4	40,6	48,1	11,3	41,6
Mín. (cm)	21	16	12	24	4	22
Máx. (cm)	78	75	67	66	20	81

Figura 43. Frecuencia relativa y acumulada del tamaño de la presa merluza de cola registrada en los muestreos de estómago de merluza del sur, de los cruceros de investigación entre 2000 y 2004.

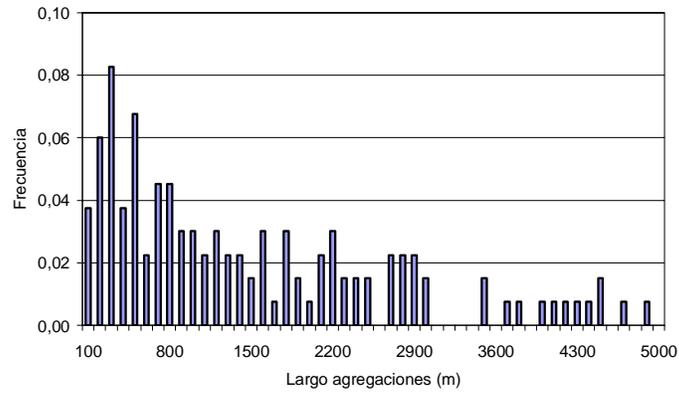


Figura 44. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones

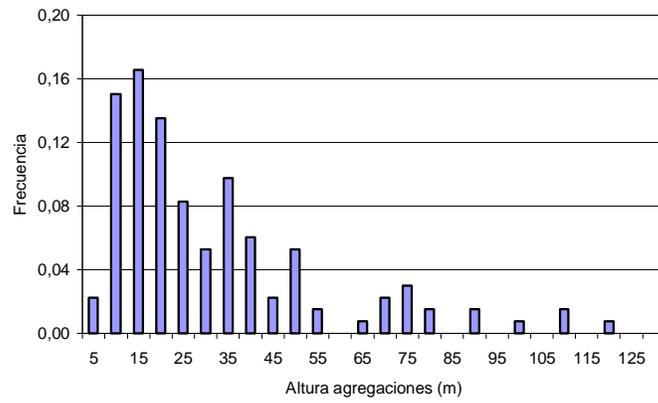


Figura 45. Distribución de frecuencia del descriptor altura de agregaciones

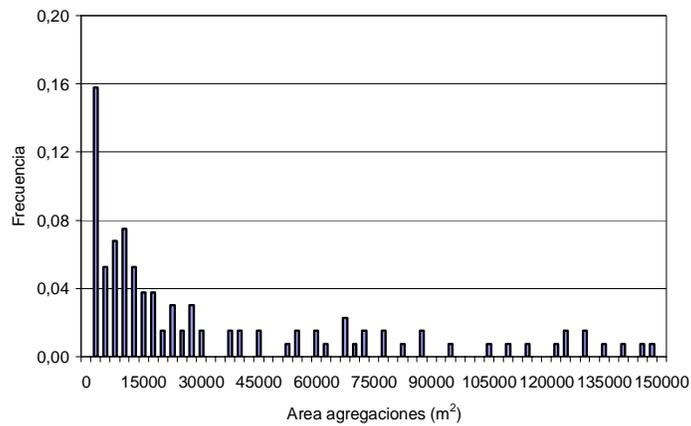


Figura 46. Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones

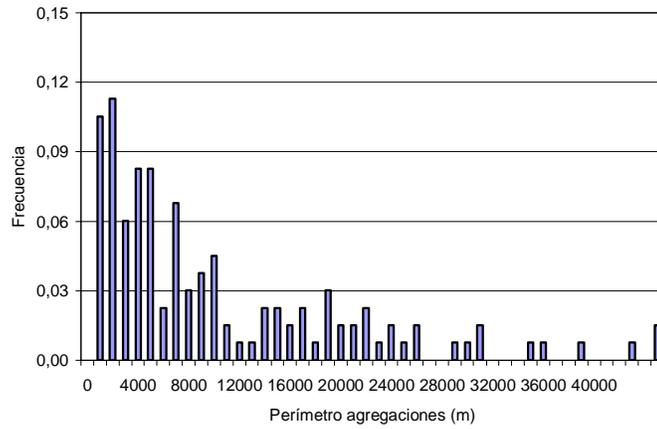


Figura 47. Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones

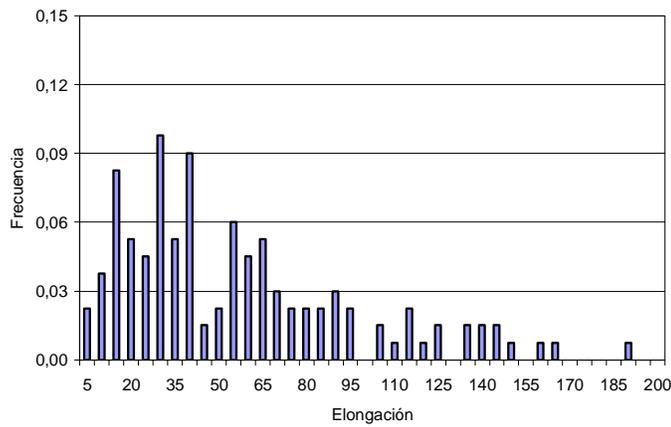


Figura 48. Distribución de frecuencia del descriptor elongación

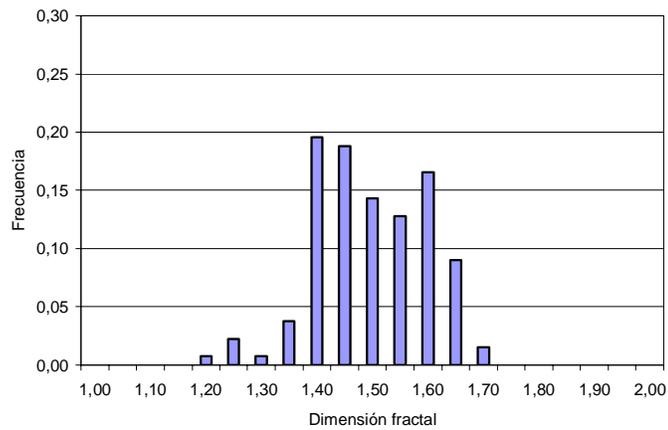


Figura 49. Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal

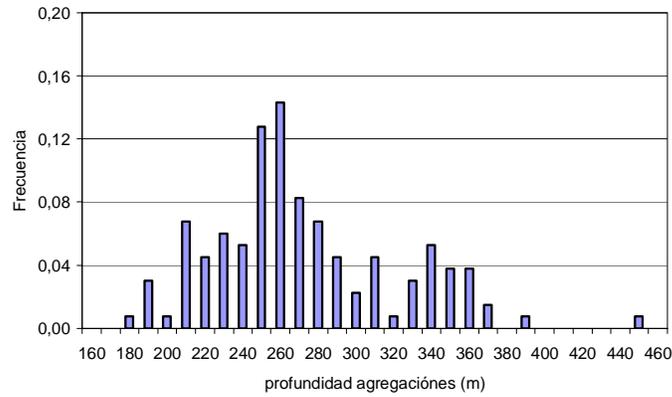


Figura 50. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.

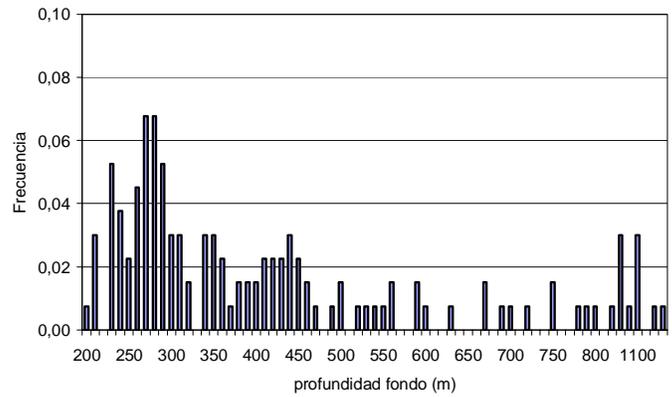


Figura 51. Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo.

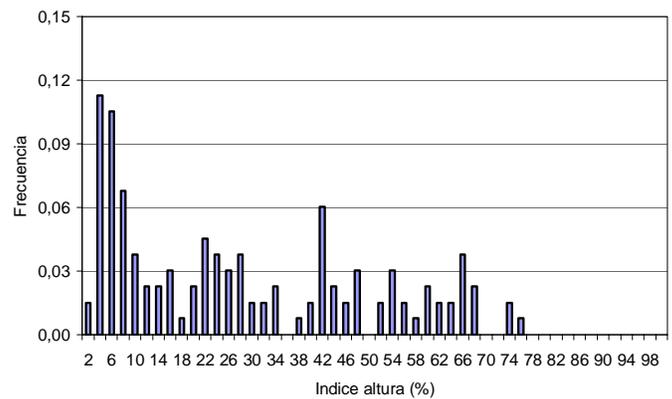


Figura 52. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.

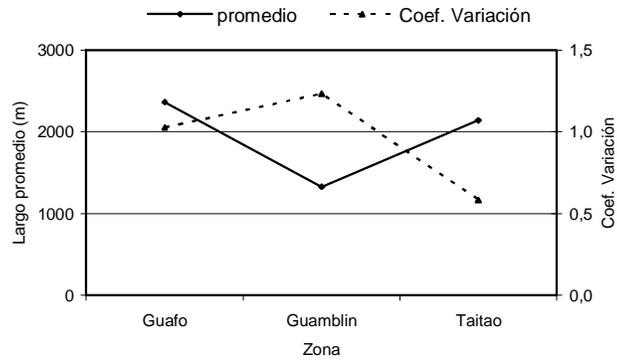


Figura 53. Largo promedio y coeficiente de variación según zona

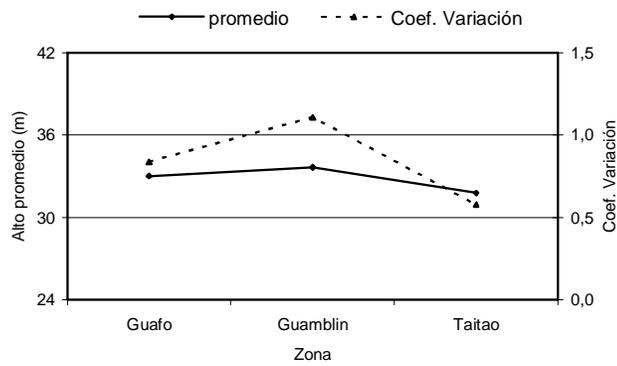


Figura 54. Altura promedio, y coeficiente de variación según zona

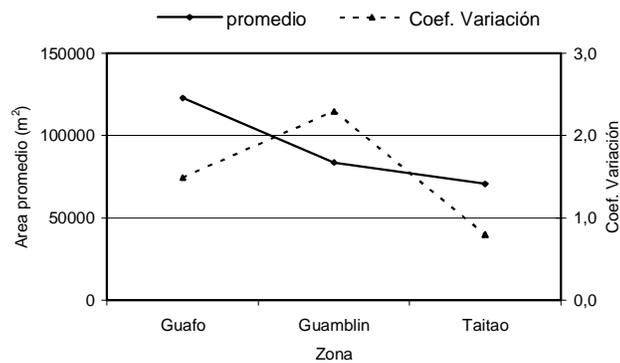


Figura 55. Área promedio y coeficiente de variación según zona

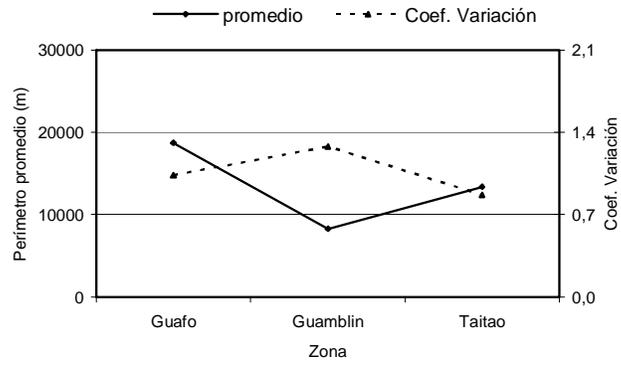


Figura 56. Perímetro promedio y coeficiente de variación según zona

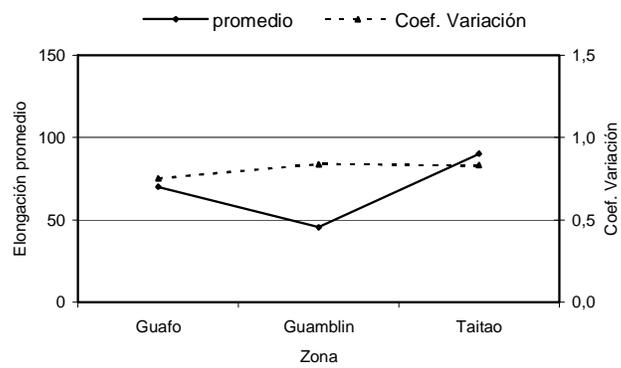


Figura 57. Elongación promedio y coeficiente de variación según zona

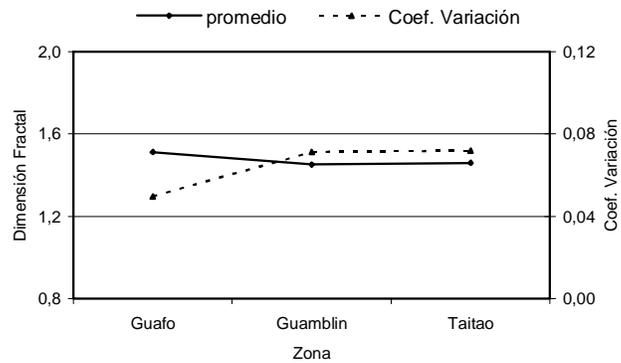


Figura 58. Dimensión fractal promedio y coeficiente de variación según zona

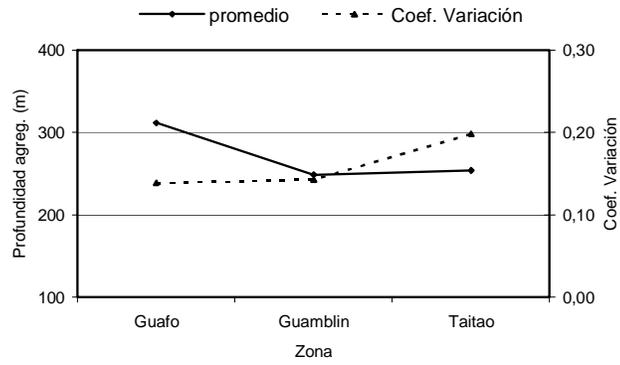


Figura 59. Profundidad promedio y coeficiente de variación según zona

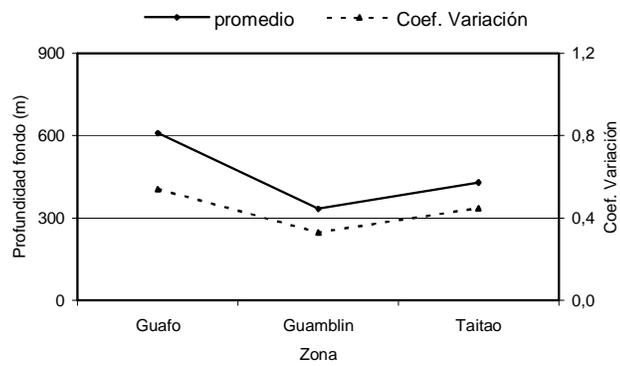


Figura 60. Profundidad del fondo y coeficiente de variación según zona

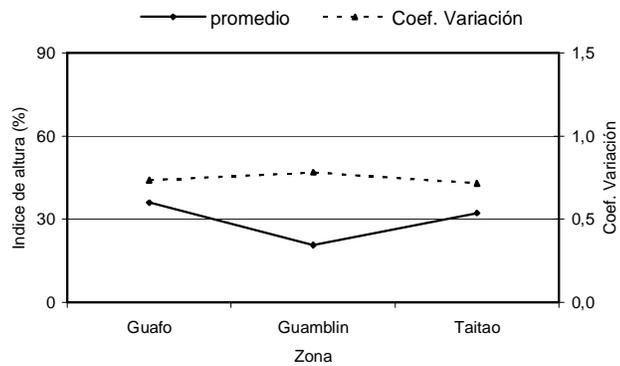


Figura 61. Índice altura promedio y coeficiente de variación según zona

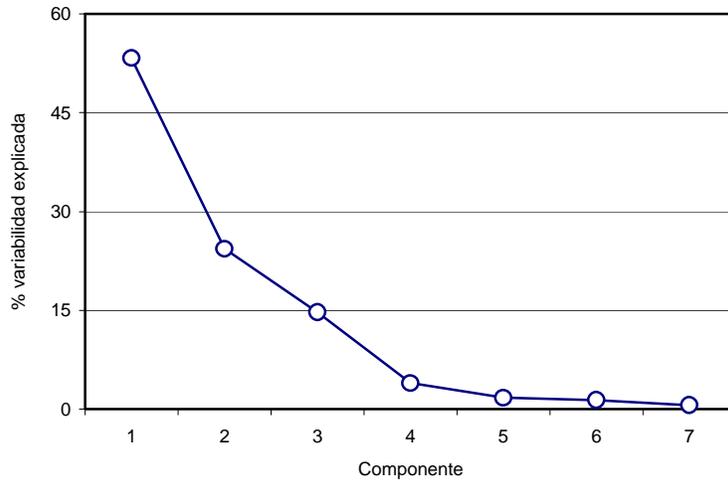


Figura 62. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.

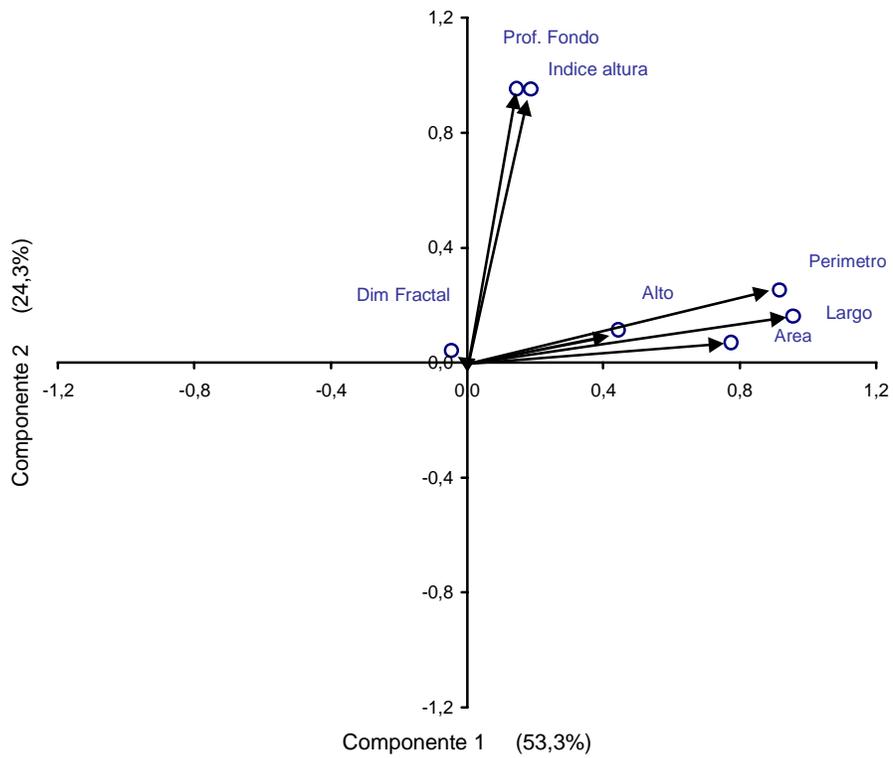


Figura 63. Correlación de las variables originales con los dos componentes.

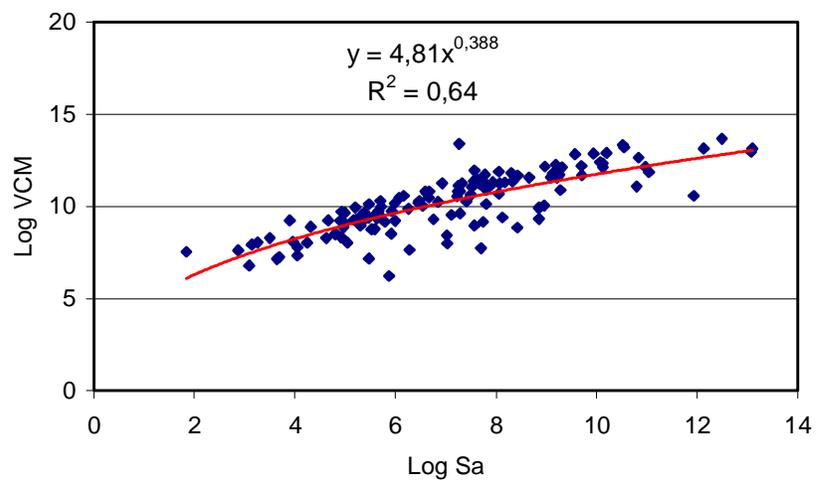
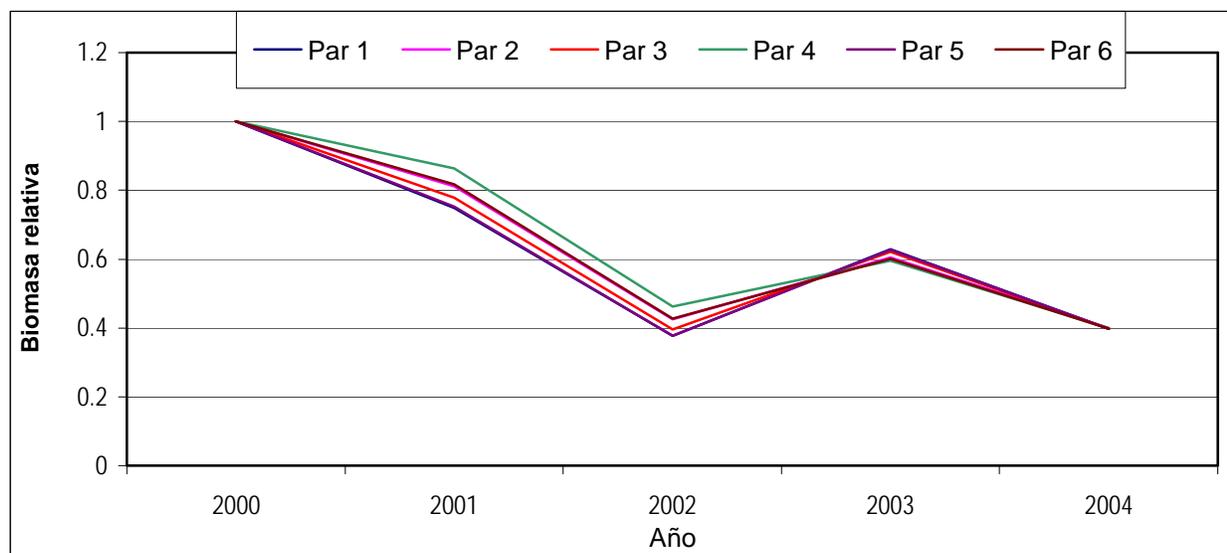
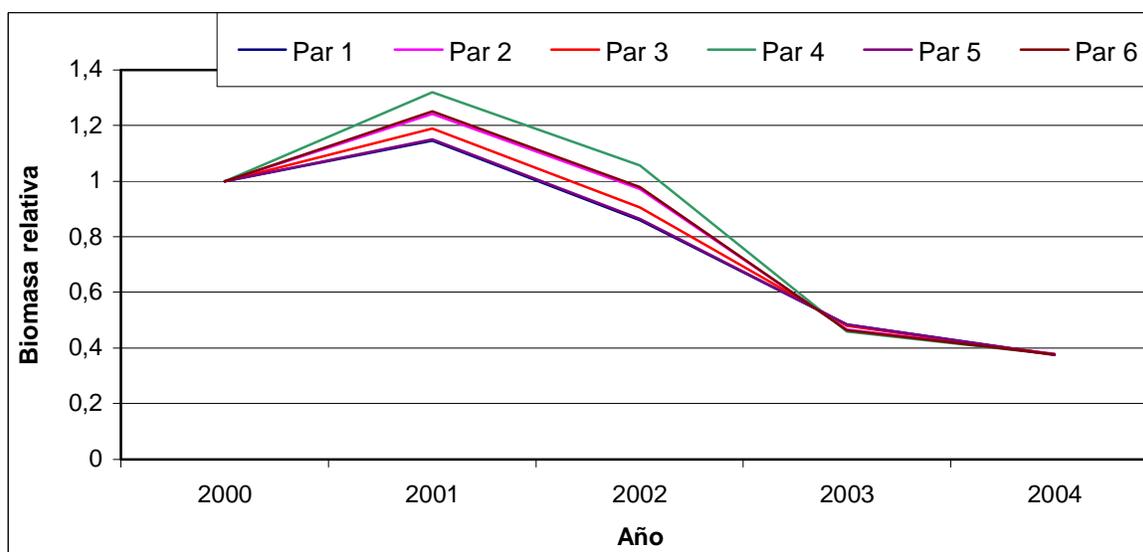


Figura 64. Relación potencial entre Log Sa y el valor del componente morfométrico.

Merluza del sur



Merluza de cola



Número de par	TS de Merluza del sur	TS Merluza de cola
Par 1	$20,0 \cdot \log(L) - 68,1$	$20,0 \cdot \log(L) - 72,7$
Par 2	$20,6 \cdot \log(L) - 67,4$	$20,0 \cdot \log(L) - 72,7$
Par 3	$22,4 \cdot \log(L) - 72,5$	$20,0 \cdot \log(L) - 72,7$
Par 4	$20,0 \cdot \log(L) - 68,1$	$15,6 \cdot \log(L) - 69,4$
Par 5	$20,6 \cdot \log(L) - 67,4$	$15,6 \cdot \log(L) - 69,4$
Par 6	$22,4 \cdot \log(L) - 72,5$	$15,6 \cdot \log(L) - 69,4$

Figura 65. Biomazas relativas en relación con el año 2000, de merluza del sur y merluza de cola con diferentes relaciones longitud – fuerza de blanco. Período 2000-2004.

T A B L A S

Tabla 1

Calibración del sistema de ecointegración Simrad EK500. B/C Abate Molina.

Lugar: Bahía de Puerto Ballena (22-09-2004)			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 38 m			Profundidad de la esfera : 16 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
26,9	27,6	28,3	26,4	27,9	28,7

Tabla 2

Relación longitud-TS, área prospectada, estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de la biomasa de merluza del sur y merluza de cola.

Especie	Relación Longitud-TS	Area (mn ²)	\hat{C}_b	$\hat{V}(\hat{C}_b)$	\bar{L} (cm)	\bar{Z}_v^*	$\hat{V}(\bar{Z}_v^*)$	Biomasa (t)	Varianza (t) ²	Límites de confianza (t)	
Merluza del sur	TS=20*log(talla)-68.1 (Lillo et al. , 1996)	2.730	0,336	0,00026	82,9	58,0	19,2	53.200	2,3e7	45.300	61.000
Merluza de cola	TS= 20*log (talla) -72.7 (Doi y Surti, 1992)	2.730	0,254	0,00014	58,8	272,0	1258	188.600	5,7e8	149.078	228.121

Tabla 3

Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur y merluza de cola, crucero de evaluación agosto del 2004.

Sexo	Parámetros	ESPECIE	
		Merluza del Sur	Merluza de Cola
Machos	a	0,0051393 (0,0005504 - 0,0097281)	0,0067547 (0,0052965 - 0,0082129)
	b	3,0754985 (2,8717237 - 3,2792734)	2,7677750 (2,7172786 - 2,8182714)
	N	209	423
	r²	0,84514	0,97291
Hembras	a	0,0025414 (0,0011528 - 0,0039301)	0,0025856 (0,0019256 - 0,0032457)
	b	3,2479458 (3,1261594 - 3,3697321)	2,9963048 (2,9383206 - 2,0542891)
	N	650	1112
	r²	0,85735	0,93274
Ambos	a	0,0018858 (0,0010599 - 0,0027117)	0,0029695 (0,0023847 - 0,0035544)
	b	3,3129997 (3,2150734 - 3,4109259)	2,9641438 (2,9192168 - 3,0090708)
	N	859	1535
	r²	0,87005	0,94193

Tabla 4. Abundancia de merluza del sur por sexo. Crucero agosto del 2004.

Talla (cm)	Machos	Hembras
20 - 21	0	0
22 - 23	0	0
24 - 25	0	0
26 - 27	0	0
28 - 29	0	0
30 - 31	0	0
32 - 33	0	0
34 - 35	0	0
36 - 37	0	0
38 - 39	0	0
40 - 41	0	0
42 - 43	0	0
44 - 45	0	0
46 - 47	0	0
48 - 49	0	0
50 - 51	0	0
52 - 53	0	7630
54 - 55	5851	32365
56 - 57	0	66283
58 - 59	9354	43065
60 - 61	18355	92135
62 - 63	56351	100456
64 - 65	19549	118977
66 - 67	228587	209986
68 - 69	84882	226527
70 - 71	125766	236764
72 - 73	155310	266050
74 - 75	187760	222385
76 - 77	193438	176331
78 - 79	205728	269910
80 - 81	527742	524142
82 - 83	358242	785568
84 - 85	343828	855721
86 - 87	102123	894308
88 - 89	65483	942741
90 - 91	18006	843966
92 - 93	0	594067
94 - 95	0	614297
96 - 97	0	446259
98 - 99	0	301839
100 - 101	0	165730
102 - 103	0	45790
104 - 105	0	0
106 - 107	0	0
108 - 109	0	0
110 - 111	0	0
112 - 113	0	0
114 - 115	0	0
116 - 117	0	0
118 - 119	0	0
120 - 121	0	0
122 - 123	0	0
TOTAL	2706355	9083291

Tabla 5

Estimaciones del stock de merluza del sur en las cinco últimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.

Merluza del sur					
Años	2000	2001	2002	2003	2004
B (t)	133.845	100.362	50.356	84.268	53.200
Abund. (N°)	35.585.681	27.152.060	13.709.497	21.321.834	11.789.646
wprom/ind (g)	3761	3696	3673	3952	4512
Proporción (%) M:H en número	30 : 71	43 : 57	49 : 51	48 : 52	23 : 77
Proporción (%) M:H en peso	23 : 77	33 : 67	41 : 59	44 : 56	17 : 83

Tabla 6. Abundancia de merluza de cola por sexo. Crucero agosto del 2004.

Talla (cm)	Machos	Hembras
20 - 21	0	0
22 - 23	2179	0
24 - 25	12378	22196
26 - 27	19613	28354
28 - 29	25192	32459
30 - 31	25192	31433
32 - 33	305876	2181
34 - 35	1113062	76851
36 - 37	2215227	305607
38 - 39	5854448	1540094
40 - 41	5142538	2370826
42 - 43	3399070	4276314
44 - 45	1731962	2453835
46 - 47	1360186	1424112
48 - 49	1772060	2502717
50 - 51	2362456	1427320
52 - 53	2723510	1475560
54 - 55	6297964	2000172
56 - 57	2930275	1776035
58 - 59	2690909	3344098
60 - 61	3800571	4171366
62 - 63	3242079	5523503
64 - 65	3304143	2944192
66 - 67	3500709	5398284
68 - 69	3552749	4952704
70 - 71	3965495	6146649
72 - 73	3240248	10383575
74 - 75	3496612	8495023
76 - 77	4493478	6936967
78 - 79	4414415	9881672
80 - 81	3358014	7995300
82 - 83	2187769	7990938
84 - 85	1804138	5742380
86 - 87	660480	5470516
88 - 89	1592840	4263356
90 - 91	571044	2557757
92 - 93	0	1956679
94 - 95	0	1060900
96 - 97	0	291622
98 - 99	0	799556
100 - 101	0	140743
102 - 103	0	0
104 - 105	0	0
106 - 107	0	46316
108 - 109	0	0
110 - 111	0	0
112 - 113	0	0
114 - 115	0	0
116 - 117	0	0
118 - 119	0	57863
120 - 121	0	0
122 - 123	0	0
TOTAL	87.168.881	128.198.028

Tabla 7

Características del stock de merluza de cola en las cinco últimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.

Merluza de cola					
Años	2000	2001	2002	2003	2004
B (t)	501.252	574.415	431.900	242.784	188.600
Abund. (N°)	418.122.500	655.590.813	453.282.598	235.700.170	215.466.909
wprom/ind (g)	1199	876	953	1030	875
Proporción (%) M:H en número	76 :24	36 : 64	45 : 55	32 : 68	40 : 60
Proporción (%) M:H en peso	70 : 30	32 : 68	39 : 61	27 : 73	31 : 69

Tabla 8

Estadística de la talla de merluza del sur por área y rango de de profundidad de la red (m).
B/C Abate Molina (agosto 2004)

		Talla				Numero Individuos	< 69 cm %	Prop. Sexual	
		Min. (cm)	Max. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est (cm)			Machos %	Hembras %
Total Area	Macho	54	90	76.6	6.8	247	17.4	23.6	76.4
	Hembra	52	103	83.6	9.9	829	11.7		
	Total	52	103	82.0	9.8	1076	13.0		
Por área									
Area 1 Guafo 42°00'-44°29' L.S.	Macho	63	89	79.7	6.5	40	12.5	10.0	90.0
	Hembra	56	103	88.7	7.4	362	1.9		
	Total	56	103	87.8	7.8	402	3.0		
Area 2 Guablín 44°30'-45°29' L.S.	Macho	54	90	76.2	7.0	153	18.3	9.6	90.4
	Hembra	52	100	78.7	10.3	376	22.3		
	Total	52	100	78.0	9.5	529	21.2		
Area 3 Taitao 45°30'-47°29' L.S.	Macho	66	89	75.6	5.9	54	18.5	30.5	69.5
	Hembra	64	102	83.5	7.5	91	6.6		
	Total	64	102	80.6	7.9	145	11.0		
Por rango de profundidad promedio de red (m)									
200-299 m	Macho	59	90	76.7	7.1	155	17.4	23.6	76.3
	Hembra	52	103	83.1	10.0	500	12.6		
	Total	52	103	81.5	9.8	655	13.7		
300-399 m	Macho	54	89	76.7	6.4	90	16.6	21.5	78.5
	Hembra	54	102	74.7	10.0	328	10.4		
	Total	54	102	82.6	9.8	418	11.7		
400-499 m	Macho	68	71	69.5	2.1	2	50.0	66.3	33.7
	Hembra	96	96	96.0		1			
	Total	68	96	78.3	15.4	3	33.3		

Tabla 9

Estadística de la talla de merluza de cola por área y rango de de profundidad de la red (m). B/C Abate Molina (agosto 2004)

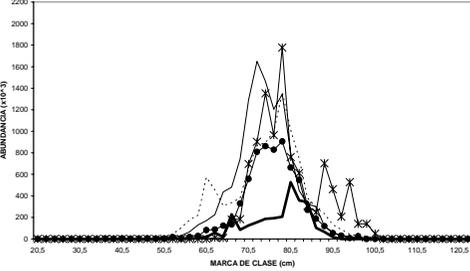
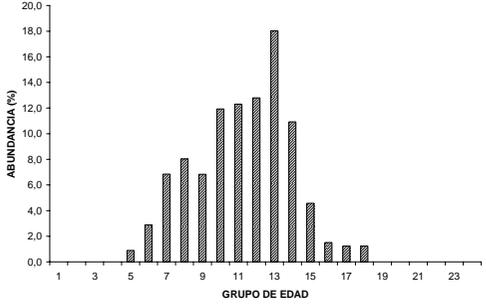
		Talla				Numero Individuos	< 55 cm %	Prop. Sexual	
		Min. (cm)	Max. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est (cm)			Machos %	Hembras %
Total Area	Macho	23	91	51.3	14.4	2077	65.4	40.4	59.5
	Hembra	24	118	62.6	16.7	3057	39.9		
	Total	23	118	57.9	16.7	5134	50.2		
Por área									
Area 1 Guafo 42°00'-44°29' L.S.	Macho	29	91	64.3	0.1	714	30.0	42.3	57.7
	Hembra	26	100	71.4	0.2	973	13.3		
	Total	26	100	67.5	0.1	1687	21.7		
Area 2 Guablín 44°30'-45°29' L.S.	Macho	23	91	55.8	0.1	1078	45.6	50.1	49.9
	Hembra	24	101	69.1	0.2	1074	19.9		
	Total	23	101	61.0	0.1	2152	37.5		
Area 3 Taitao 45°30'-47°29' L.S.	Macho	26	90	65.1	3.0	285	24.3	22.0	78.0
	Hembra	24	118	74.2	0.1	1010	4.1		
	Total	24	118	73.4	0.1	1295	5.2		
Por rango de profundidad promedio de red (m)									
100-199 m	Macho	34	78	45.1	1.5	19	78.1	36.0	63.0
	Hembra	36	82	53.8	2.0	33	54.3		
	Total	34	82	50.6	2.2	52	63.0		
200-299 m	Macho	23	91	61.5	0.1	1203	37.5	59.0	41.0
	Hembra	26	118	69.6	0.1	1621	16.6		
	Total	23	118	66.3	0.1	2824	24.6		
300-399 m	Macho	24	91	59.4	0.9	852	35.4	54.0	46.0
	Hembra	24	106	73.9	0.3	1395	9.4		
	Total	24	106	64.9	0.1	2247	26.7		
400-499 m	Macho	53	56	53.6	13.8	3	32.6	27.2	72.7
	Hembra	52	65	55.8	8.5	8	24.5		
	Total	52	65	55.2	7.2	11	26.7		

Tabla 10
Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para
merluza del sur por sexo y proporción de ambos según ge.
Crucero de evaluación 2004.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	s.d.	Número	s.d.	Número	%
I	0	0	0	0	0	0.0
II	0	0	0	0	0	0.0
III	0	0	0	0	0	0.0
IV	0	0	13,257	14,303	13257	0.1
V	24,207	1,578	84,335	23,838	108541	0.9
VI	78,261	35,107	148,577	42,389	226839	1.9
VII	185,254	53,750	281,092	58,224	466347	4.0
VIII	217,255	56,369	349,478	65,421	566733	4.8
IX	184,814	48,440	222,812	54,555	407626	3.5
X	322,664	66,332	479,920	79,058	802585	6.8
XI	333,051	67,612	481,318	80,497	814369	6.9
XII	346,180	68,932	829,137	106,473	1175317	10.0
XIII	487,568	81,834	1,393,107	135,492	1880674	16.0
XIV	295,849	68,293	1,408,591	136,401	1704441	14.5
XV	123,661	46,043	1,390,844	138,547	1514505	12.8
XVI	40,947	26,203	776,397	108,283	817344	6.9
XVII	33,322	24,857	629,691	100,333	663013	5.6
XVIII	33,322	24,857	351,839	75,963	385161	3.3
XIX	0	0	108,927	45,039	108927	0.9
XX	0	0	98,501	45,816	98501	0.8
XXI	0	0	0	0	0	0.0
XXII	0	0	18,865	19,193	18865	0.2
XXIII	0	0	16,603	16,740	16603	0.1
XXIV+	0	0	0	0	0	0.0

TABLA 11 COMPOSICION DE LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRUPO DE EDAD DE MERLUZA DEL SUR, MACHOS. CRUCERO DE EVALUACION 2004.

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	21	22	23	24+
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31																									
32 - 33																									
34 - 35																									
36 - 37																									
38 - 39																									
40 - 41																									
42 - 43																									
44 - 45																									
46 - 47																									
48 - 49																									
50 - 51																									
52 - 53																									
54 - 55	5851					5851																			
56 - 57																									
58 - 59	9354						9354																		
60 - 61	18355					18355																			
62 - 63	56351						18784	37567																	
64 - 65	19549						19549																		
66 - 67	228587						22859	91435	68576																
68 - 69	84882						7717	15433	15433	15433															
70 - 71	125766							20961	20961	83844															
72 - 73	155310							27408	27408	36543	27408														
74 - 75	187760							13411	53646	13411	53646	13411													
76 - 77	193438							21493	64479	21493	64479	21493													
78 - 79	205728							17889	35779	53668	26834	35779	17889												
80 - 81	527742							18848	37696	113088	75392	131936	94240	37696											
82 - 83	358242								14330	42989	85978	128967	71648	14330											
84 - 85	343828									40450	20225	141576	80901	20225											
86 - 87	102123										40849	20425	20425	20425											
88 - 89	65483										13097														
90 - 91	18006											9003													
92 - 93																									
94 - 95																									
96 - 97																									
98 - 99																									
100 - 101																									
102 - 103																									
104 - 105																									
106 - 107																									
108 - 109																									
110 - 111																									
112 - 113																									
114 - 115																									
116 - 117																									
118 - 119																									
120 - 121																									
122 - 123																									
TOTAL	2706355									184814	322664	333051	346180	487568	295849	123661	40947	33322	33322						
PORCENTAJE					0,89	2,89	6,85	8,03	6,83	11,92	12,31	12,79	18,02	10,93	4,57	1,51	1,23	1,23							
TALLA PROM. (cm)					59,05	64,28	67,32	70,47	74,38	74,06	79,42	80,72	82,24	82,23	82,93	85,26	86,07	86,07							
VARIANZA					6,60	7,96	12,86	12,79	11,28	22,99	12,10	17,31	7,87	5,67	10,45	19,82	3,82	3,82							
PESO PROM (g)					1.448,4	1.880,7	2.174,3	2.500,2	2.947,2	2.927,6	3.603,8	3.797,9	4.002,9	3.996,4	4.112,2	4.493,9	4.595,0	4.595,0							



..... M_2000 — M_2001 ● M_2002 * M_2003 — M_2004

TABLA 12 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRUPO DE EDAD DE MERLUZA DEL SUR, HEMBRAS. CRUCERO DE EVALUACIÓN 2004.

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	21	22	23	24+
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31																									
32 - 33																									
34 - 35																									
36 - 37																									
38 - 39																									
40 - 41																									
42 - 43																									
44 - 45																									
46 - 47																									
48 - 49																									
50 - 51																									
52 - 53	7630				7630																				
54 - 55	32365				32365																				
56 - 57	66283				13257	26513	13257	13257																	
58 - 59	43065				43065	8613	34452																		
60 - 61	92135				9213	18427	55281	9213																	
62 - 63	100456				100456	33485	44647	22323																	
64 - 65	118977				118977	21632	43264	43264	10816																
66 - 67	209986				209986	13999	97993	97993																	
68 - 69	226527				226527	13325	26650	79951	39975	39975	26650														
70 - 71	236764				236764			79951	39975	39975	26650														
72 - 73	266050				266050			79951	39975	39975	26650														
74 - 75	222385				222385			79951	39975	39975	26650														
76 - 77	176331				176331			79951	39975	39975	26650														
78 - 79	269910				269910			79951	39975	39975	26650														
80 - 81	524142				524142			79951	39975	39975	26650														
82 - 83	785568				785568			79951	39975	39975	26650														
84 - 85	855721				855721			79951	39975	39975	26650														
86 - 87	894308				894308			79951	39975	39975	26650														
88 - 89	942741				942741			79951	39975	39975	26650														
90 - 91	843966				843966			79951	39975	39975	26650														
92 - 93	594067				594067			79951	39975	39975	26650														
94 - 95	614297				614297			79951	39975	39975	26650														
96 - 97	446259				446259			79951	39975	39975	26650														
98 - 99	301839				301839			79951	39975	39975	26650														
100 - 101	165730				165730			79951	39975	39975	26650														
102 - 103	45790				45790			79951	39975	39975	26650														
104 - 105								79951	39975	39975	26650														
106 - 107								79951	39975	39975	26650														
108 - 109								79951	39975	39975	26650														
110 - 111								79951	39975	39975	26650														
112 - 113								79951	39975	39975	26650														
114 - 115								79951	39975	39975	26650														
116 - 117								79951	39975	39975	26650														
118 - 119								79951	39975	39975	26650														
120 - 121								79951	39975	39975	26650														
122 - 123								79951	39975	39975	26650														
TOTAL	9083291				9083291			9083291	9083291	9083291	9083291														
PORCENTAJE					0,15	0,93	1,64	3,09	3,85	2,45	5,28	5,30	9,13	15,34	15,51	15,31	8,55	6,93	3,87	1,20	1,08		0,21	0,18	
TALLA PROM. (cm)					56,50	56,01	62,00	64,09	67,71	73,42	75,51	80,10	82,46	85,80	87,07	89,10	91,84	93,57	92,89	95,75	96,89		98,50	94,50	
VARIANZA						4,90	12,48	9,55	9,66	22,21	21,37	34,60	40,52	28,25	24,30	24,85	22,72	17,62	19,98	8,26	11,57			0,00	
PESO PROM (g)					1.246,3	1.218,6	1.704,8	1.893,2	2.260,2	2.962,2	3.241,1	3.947,8	4.347,8	4.909,5	5.136,0	5.535,0	6.096,3	6.461,6	6.318,4	6.936,6	7.216,2		7.579,7	6.624,8	

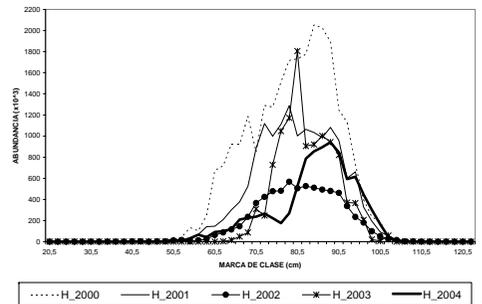
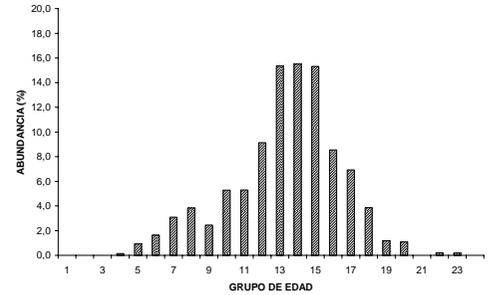


Tabla 13

Abundancia por grupos de edad; desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según ge Crucero de evaluación 2004

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	s.d.	Número	s.d.	Número	%
I	390,430	44,318	114,442	2,315	504,872	0.2
II	4,652,108	865,319	2,033,180	397,918	6,685,289	3.1
III	18,092,668	1,266,408	12,334,605	785,053	30,427,273	14.1
IV	13,007,880	1,193,321	8,616,564	917,821	21,624,443	10.0
V	9,536,072	1,495,901	13,100,706	1,449,395	22,636,778	10.5
VI	10,314,940	1,822,948	18,206,816	1,798,910	28,521,757	13.2
VII	9,047,255	1,760,740	16,250,991	1,841,531	25,298,246	11.7
VIII	10,477,051	2,113,394	18,257,100	1,955,432	28,734,151	13.3
IX	5,247,871	1,355,103	18,091,449	1,842,000	23,339,320	10.8
X	4,242,009	1,681,624	12,911,902	1,631,198	17,153,911	8.0
XI	1,259,313	931,345	6,050,174	1,328,569	7,309,487	3.4
XII	330,240	340,491	1,174,428	565,730	1,504,668	0.7
XIII	571,044	14,690	1,097,807	691,103	1,668,851	0.8
XIV						
XV						
XVI						
XVII			57,863	1,171	57,863	0.0
XVIII						
XIX						
XX						

TABLA 14 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRUPO DE EDAD DE MERLUZA DE COLA, MACHOS CRUCERO DE EVALUACIÓN, 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPO DE EDAD																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20 - 21																		
22 - 23	2179		2179															
24 - 25	12378		12378															
26 - 27	19613		19613															
28 - 29	25192		25192															
30 - 31	25192		25192															
32 - 33	305876		305876															
34 - 35	1113062			371021	556531	185510												
36 - 37	2215227			1192815	1022413													
38 - 39	5854448			2230266	3624182													
40 - 41	5142538			685672	4114031	171418	171418											
42 - 43	3399070			121395	2913489	364186												
44 - 45	1731962			50940	1528202	101880	50940											
46 - 47	1360186				1098612	209259	52315											
48 - 49	1772060				1090498	545249	136312											
50 - 51	2362456				616293	1438017	308146											
52 - 53	2723510				1134796	1588714												
54 - 55	6297964				393623	5117096	393623	393623										
56 - 57	2930275					1758165	820477	351633										
58 - 59	2690909					358788	1435151	538182	358788									
60 - 61	3800571					894252	1564941	1341378										
62 - 63	3242079						1621039	1080693	540346									
64 - 65	3304143					275345	826036	1376726	550691	275345								
66 - 67	3500709							875177	2625532									
68 - 69	3552749						1332281	1332281	888187									
70 - 71	3965495						360500	720999	720999	1802498	360500							
72 - 73	3240248						462893	925785	462893	462893	925785							
74 - 75	3496612							699322	2097967			462893						
76 - 77	4493478							1283851	1925776	641925	641925							
78 - 79	4414415						679141	1018711	1018711	679141	1018711							
80 - 81	3358014								1439149	1918865								
82 - 83	2187769								1093884		1093884							
84 - 85	1804138							360828	360828	721655	360828							
86 - 87	660480									721655	330240							
88 - 89	1592840										796420	330240						
90 - 91	571044											796420						
92 - 93													330240					
94 - 95														571044				
96 - 97																		
98 - 99																		
100 - 101																		
102 - 103																		
104 - 105																		
106 - 107																		
108 - 109																		
110 - 111																		
112 - 113																		
114 - 115																		
116 - 117																		
118 - 119																		
120 - 121																		
122 - 123																		
124 - 125																		
126 - 127																		
128 - 129																		
130 - 131																		
132 - 133																		
TOTAL	87168881	390430	4652108	18092668	13007880	9536072	10314940	9047255	10477051	5247871	4242009	1259313	330240	571044				
PORCENTAJE		0,45	5,34	20,76	14,92	10,94	11,83	10,38	12,02	6,02	4,87	1,44	0,38	0,66				
TALLA PROM. (cm)		31,50	38,13	42,59	53,55	61,36	66,23	70,44	76,22	78,20	82,24	82,62	86,50	90,50				
VARIANZA		4,69	3,57	23,17	22,58	39,43	37,75	38,13	19,96	17,56	17,57	59,51		0,00				
PESO PROM (g)		95,9	161,8	225,2	419,6	615,1	756,6	895,6	1.102,6	1.182,2	1.357,9	1.395,8	1.551,8	1.758,6				

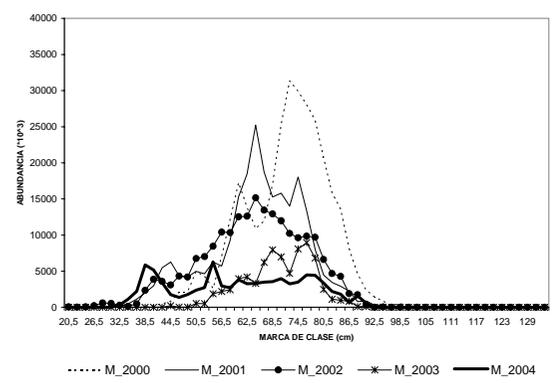
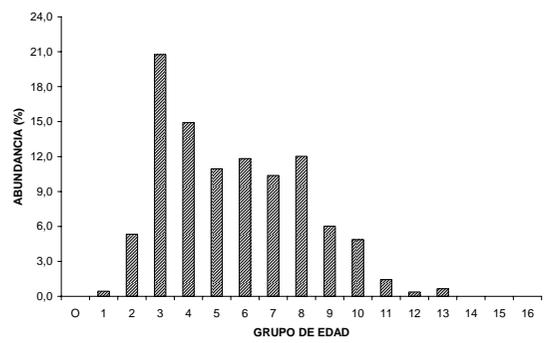


TABLA 15

COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRUPO DE EDAD DE MERLUZA DE COLA, HEMBRAS CRUCERO DE EVALUACIÓN, 2004.

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
20 - 21																						
22 - 23																						
24 - 25	22196		22196																			
26 - 27	28354		28354																			
28 - 29	32459		32459																			
30 - 31	31433		31433																			
32 - 33	2181				2181																	
34 - 35	76851			76851																		
36 - 37	305607			305607																		
38 - 39	1540094			770047	770047																	
40 - 41	2370826			568998	1612162	94833	94833															
42 - 43	4276314			213816	3741775	320724																
44 - 45	2453835			61346	2085760	245384	61346															
46 - 47	1424112			36516	1022440	292126	73031															
48 - 49	2502717				1709173	671461	122084															
50 - 51	1427320				587720	629700	209900															
52 - 53	1475560				327902	929056	109301	109301														
54 - 55	2000172				333362	1000086	333362	333362														
56 - 57	1776035				142083	994580	497290	142083														
58 - 59	3344098					1881055	418012	836025	209006													
60 - 61	4171366					719201	1726083	1438402	287680													
62 - 63	5523503					480305	2401523	2161371		480305												
64 - 65	2944192						1121597	1542196	140200					140200								
66 - 67	5398284						1877664	2112372	938832		234708	234708										
68 - 69	4952704						1350737	1575860			1800983	225123										
70 - 71	6146649						830628	1661256	1495131	1661256	332251			166126								
72 - 73	10383575					358054	1074163	2864435	2506380	2506380	716109											
74 - 75	8495023						499707	1998829	2998243	1998829	999414											
76 - 77	6936967							3052265	1664872	832436		277479										
78 - 79	9881672							299445	598889	2395557	1197778	2395557	2695001	299445								
80 - 81	7995300								1102800	2205600	2481300	1654200	551400									
82 - 83	7990938								551099	1653298	4133244	1102198	551099									
84 - 85	5742380								220861	1104304	2429469	1104304	883443									
86 - 87	5470516								352937	1235278	1058810	1764683	1058810									
88 - 89	4263356									193789	1356522	1744100	775156	193789								
90 - 91	2557757									319720	799299			159860								
92 - 93	1956679																					
94 - 95	1060900																					
96 - 97	291622										97207											
98 - 99	799556																					
100 - 101	140743																					
102 - 103																						
104 - 105																						
106 - 107	46316																					
108 - 109																						
110 - 111																						
112 - 113																						
114 - 115																						
116 - 117																						
118 - 119	57863																					
120 - 121																						
122 - 123																						
124 - 125																						
126 - 127																						
128 - 129																						
130 - 131																						
132 - 133																						
TOTAL	128298028																					57863
PORCENTAJE		0,09	1,58	9,61	6,72	10,21	14,19	12,67	14,23	14,10	10,06	4,72	0,92	0,86								0,05
TALLA PROM. (cm)		27,78	39,35	44,62	55,17	64,45	67,84	74,86	76,59	81,36	84,06	86,05	90,71	96,52								118,50
VARIANZA		4,67	5,52	15,89	40,49	41,59	34,61	25,49	39,71	26,98	29,80	33,02	81,78	4,41								
PESO PROM (g)		55,7	157,1	231,9	444,7	702,1	812,8	1.082,1	1.166,4	1.386,8	1.530,1	1.642,2	1.954,6	2.289,2								4.227,2

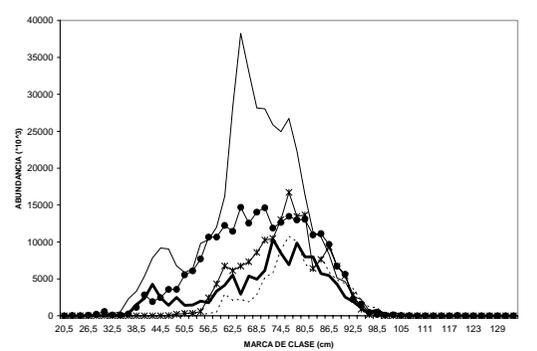
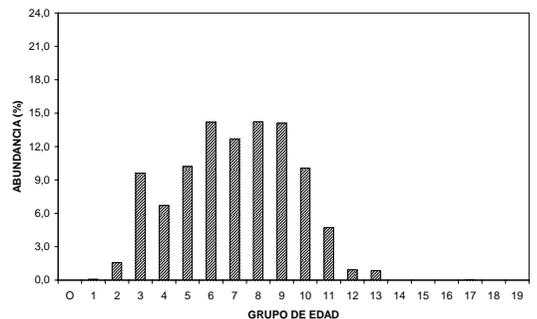


Tabla 16

Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2004.

Fórmula: $p_{mad} \sim (1/(1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)))$

Modelo logístico no-lineal: estimacion de parámetros usando el algoritmo de maximizacion de Marquardt:

B0	B1
-27,775600	0,369500
-17,919605	0,237776
39,911847	-0,530644
26,773044	-0,355871
27,021614	-0,358735
26,995549	-0,358394
26,995132	-0,358388
26,995036	-0,358387

Nota: criterio de convergencia alcanzado.

Error estándar residual: 0,053545264 con 24 grados de libertad.

Parámetro	Estimado	Error estándar asintótico	Asíntota 95 % Intervalo de confianza	
			Inferior	Superior
B0	26,99503554	2,3303382285	22,185492557	31,804578531
B1	-0,35838685	0,0309102906	-0,422182038	-0,294591657

Matriz de correlación asintótica:

Corr	B0	B1
B0	1	-0,999116173
B1	-0,999116173	1

Talla 50%: **75,3237**
Límite de confianza inferior: 75,1317
Límite de confianza superior: 75, 5157

Tabla 17

Proporción estimada de individuos maduros y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2004.

LT	Prop. maduros	Límite inferior	Límite superior
53	0,000	0,000	0,001
55	0,001	0,000	0,002
57	0,001	0,000	0,003
59	0,003	0,000	0,006
61	0,006	0,000	0,011
63	0,012	0,002	0,021
65	0,024	0,008	0,040
67	0,048	0,022	0,074
69	0,094	0,056	0,132
71	0,175	0,126	0,225
73	0,303	0,250	0,356
75	0,471	0,420	0,522
77	0,646	0,594	0,698
79	0,789	0,737	0,840
81	0,884	0,842	0,927
83	0,940	0,910	0,970
85	0,970	0,951	0,989
87	0,985	0,974	0,996
89	0,993	0,986	0,999
91	0,996	0,993	1,000
93	0,998	0,996	1,000
95	0,999	0,998	1,000
97	1,000	0,999	1,000
99	1,000	0,999	1,000
101	1,000	1,000	1,000
103	1,000	1,000	1,000

Tabla 18

Fecundidad modal promedio calculada en estudios anteriores realizados en merluza del sur *Merluccius australis*.

Año	Promedio	Fuente
1991	1.616.930	Balbontín y Bravo (1993)
1994	709.840	Balbontín <i>et al.</i> (1995)
1996	1.320.675	Balbontín (1996)
2000	2.373.530	Aguayo <i>et al.</i> (2001)
2001	1.488.547	Balbontín y Bravo (2002)
2002	2.007.465	Balbontín y Bravo (2003)
2003	1.257.123	Balbontín y Bravo (2004)
2004	1.499.355	Presente estudio

Tabla 19

Comparación de resultados sobre aspectos reproductivos de la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2004.

Fecha muestreo	EMS 1+2 (%)	EMS 3+4 (%)	EMS 5 (%)	Fecundidad promedio	Fuente
Agosto sept-1996	-	77,0	-	444.798	Chong (2000)
Agosto 1997	-	95,0	-	-	Chong (2000)
11/08/01 a 27/08/01	23,0	41,0	36,0	261.593	Balbontín y Bravo (2002)
16/07/02 a 03/08/02	10,9	88,7	0	701.431	Balbontín y Bravo (2003)
18/08/03 a 31/08/03	54,5	7,5	37,8	363.041	Balbontín y Bravo (2004)
15/08/04 a 15/09/04	15,6	33,6	50,9	375.906	Presente estudio

Tabla 20

Importancia en la captura total y presencia de las especies presentes en los lances de pesca de identificación.

Nombre científico	Nombre común	% de la captura total	N° de lances presente	% número de lances
<i>Merluccius australis</i>	Merluza del sur	11,50	33	82,5
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	63,56	35	87,5
<i>Micromesistius australis</i>	Merluza de tres aletas	23,20	12	30,0
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	0,02	3	7,5
<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel	0,04	4	10,0
<i>Serirolella caerulea</i>	Cojinoba del sur	0,15	9	22,5
<i>Serirolella punctata</i>	Cojinoba moteada	0,03	1	2,5
<i>Brama australis</i>	Reineta	0,56	21	52,5
<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	0,94	13	32,5

Tabla 21

Número de muestras biológicas y estómagos de merluza del sur analizados.
B/C A. Molina (agosto 2004).

Nº estómagos muestreados	Número individuos	%
Evaginado	8	0,9
Vacio	413	47,7
Con contenido	442	51,1
Sin Inf.	2	0,2
Total	865	100
Nº estómagos analizados laboratorio con contenido	442	51,1

Tabla 22

Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área y total.
B/C A. Molina (agosto 2004).

NUMERICO				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafu	Guamblin	Taitao	
Merluza de cola	98,07	96,06	40,74	92,47
Restos de peces	0,48	3,06	25,93	4,10
Merluza de tres aletas		0,22	20,37	1,59
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,97	0,44	9,26	1,19
Restos de crustáceos		0,22	3,70	0,40
Restos de cefalópodos	0,48			0,26
Total	100	100	100	100
Total nº individuos	207	457	54	757

GRAVIMETRICO				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafu	Guamblin	Taitao	
Merluza de cola	99,92	98,31	56,64	95,78
Restos de peces	0,035	1,25	8,23	1,31
Merluza de tres aletas		0,44	33,33	2,69
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,0025	0,0019	0,13	0,012
Restos de crustáceos		0,0003	1,67	0,12
Restos de cefalópodos	0,0430			0,081
Total	100	100	100	100
Total en gramos	79155,0	87673,0	13942,8	186903,8

FRECUENCIA				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafu	Guamblin	Taitao	
Merluza de cola	99,22	95,85	45,45	91,40
Restos de peces	0,78	5,81	31,82	7,01
Merluza de tres aletas		0,41	20,45	2,26
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,78	0,83	9,09	1,58
Restos de crustáceos		0,41	4,55	0,68
Restos de cefalópodos	0,78			0,45
Total estómagos analizados en lab.	129	241	44	442

Nota: Area 1 Guafu 42°00' - 44°29' S.
Area 2 Guamblin 44°30' - 45°29' S.
Area 3 Taitao 45°30' - 47°29' S.

Tabla 23

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur por área y total.
B/C A. Molina (agosto 2004).

Item presa	IRI %			Total
	Area 1 Guafo	Area 2 Guamblin	Area 3 Taitao	
Merluza de cola	99,99	99,86	65,86	99,71
Restos de peces	0,002	0,13	16,17	0,22
Merluza de tres aletas		0,00	16,34	0,056
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,0038	0,0020	1,27	0,011
Restos de crustáceos		0,0005	0,36	0,002
Restos de cefalópodos	0,0021			0,0009
Total	100	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	129	241	44	442

Tabla 24

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur en los cinco cruceros de aguas exteriores (2000 y 2004), y crucero 2003 de aguas interiores X y XI Región.

Item presa	2000 Agosto	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto	2003 int. Sept.	2004 Agosto
Nº indiv. biológico	1740	1472	1672	743	1075	865
Nº estómago analizados lab.	538	634	478	185	565	442
% estómago vacío	48	55	65	74	42,2	47,7
% estómago c/contenido	50,3	43,07	31	24,9	55,4	51,1

Item presa	IRI %					
	2000 Agosto	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto	2003 int. Sept.	2004 Agosto
Merluza de cola	99,58	97,68	98,81	94,07	81,20	99,71
Restos de peces	0,23	1,92	0,72	4,95	1,89	0,22
Merluza de tres aletas	0,19	0,10	0,42	0,19		0,06
Brótula	0,00007					
Merluza del sur					1,58	
Mictófido		0,009	0,00023			
Diaphus sp. (mictófido)				0,0039	0,00047	
Lampanyctus sp. (mictófido)				0,36		
Electrona sp. (mictófido)				0,29		
Peje rata (Caelorhynchus sp.)	0,00009				0,0019	
Maurolicus muelleri				0,018	0,0049	
Fam. Bathylagidae					2,75	
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,0023	0,0114	0,043	0,035	11,64	0,01
Eufáusidos (Euphausia mucronata)					0,015	
Anfípodos					0,00034	
Restos de crustáceos	0,00005	0,254	0,0030	0,071	0,923	0,002
Salpa (Thaliacea)		0,026				
Loligo sp.	0,00007	0,005	0,0002			
Jibia		0,001				
Restos de cefalópodos	0,00008			0,0099	0,00011	0,00090
Total	100	100	100	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	538	634	478	185	565	442

Grupo	IRI %					
	2000 Agosto	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 ext. Agosto	2003 int. Sept.	2003 int. Sept.
Peces	99,997	99,70	99,95	99,88	87,42	99,99
Crustáceos	0,0024	0,265	0,046	0,106	12,581	0,013
Salpa		0,026				
Cefalópodos	0,00015	0,0059	0,00022	0,00990	0,00011	0,00090
Total	100	100	100	100	100	100

Tabla 25

Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área y total. B/H Fríosur VII (septiembre 2004).

Item presa	Numérico %	Gravimétrico %	Frecuencia %	IRI %
Merluza de cola	45,37	74,18	51,14	76,57
Restos de peces	31,48	14,10	38,64	22,06
Merluza de tres aletas	4,63	2,52	5,68	0,51
Loligo sp. (calamar)	2,78	6,75	3,41	0,41
Pejerata	3,70	0,91	4,55	0,26
Sergestes arcticus (camaroncillo)	9,26	0,04	1,14	0,13
Restos de cefalópodos	0,93	1,38	1,14	0,03
Brótula	0,93	0,09	1,14	0,01
Stomias sp (pez batipelágico)	0,93	0,03	1,14	0,01
Total	100	100		100
Total general	108 en número	21456 en gramos	88 estómagos analizados en laboratorio	

Tabla 26

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur para los datos colectados en los buques A. Molina (agosto 2004) y Fríosur VII (septiembre 2004).

Item presa	A. Molina Agosto IRI %	Fríosur Septiembre IRI %
Merluza de cola	99,71	76,57
Restos de peces	0,22	22,06
Merluza de tres aletas	0,056	0,51
Loligo sp. (calamar)		0,41
Pejerata		0,26
Sergestes arcticus (camaroncillo)		0,13
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,011	
Restos de crustáceos	0,002	
Restos de cefalópodos	0,0009	0,033
Brótula		0,015
Stomias sp (pez batipelágico)		0,01
Total	100	100
Total estómagos analizados en lab.	442	88

Tabla 27

Número de muestras biológicas y estómagos de merluza de cola analizados.
B/C A. Molina (agosto 2004).

Nº estómagos muestreados	Número individuos	%
Evaginado	156	10,1
Vacío	1180	76,3
Con contenido	209	13,5
Sin Inf.	2	0,1
Total	1547	100
Nº estómagos analizados laboratorio con contenido	209	13,5

Tabla 28

Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por área y total.
B/C A. Molina (agosto 2004).

Item presa	NUMERICO			
	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafó	Guamblin	Taitao	
Restos de peces	32,03	5,41	5,53	12,82
Euphausia mucronata (eufáusido)	15,03	51,74	76,88	44,67
Maurolicus muelleri (sardina fosforecente)	20,92	35,14	1,51	22,81
Restos de crustáceos	7,19	4,63	8,04	6,48
Pasiphaea doffleini (camarón)	2,61	2,70	5,03	6,61
Diaphus sp. (mictófido)	20,92	0,39		5,40
Merluza de cola			1,51	0,40
Restos de cefalópodos	0,65			0,27
Anfípodos			1,51	0,40
Loligo sp. (calamar)	0,65			0,13
Total	100	100	100	100
Total nº individuos	153	259	199	741

Item presa	GRAVIMETRICO			
	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafó	Guamblin	Taitao	
Restos de peces	27,14	63,91	12,31	31,72
Euphausia mucronata (eufáusido)	1,35	8,49	1,47	2,52
Maurolicus muelleri (sardina fosforecente)	23,87	21,95	0,32	9,58
Restos de crustáceos	2,90	2,75	1,59	2,21
Pasiphaea doffleini (camarón)	2,02	2,60	1,44	3,20
Diaphus sp. (mictófido)	40,45	0,29		6,43
Merluza de cola			82,86	43,88
Restos de cefalópodos	0,52			0,21
Anfípodos			0,013	0,007
Loligo sp. (calamar)	1,76			0,23
Total	100	100	100	100
Total en gramos	193,1	203,65	793,55	1498,4

Item presa	FRECUENCIA			
	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafó	Guamblin	Taitao	
Restos de peces	45,95	30,43	27,50	37,32
Euphausia mucronata (eufáusido)	12,16	41,30	32,50	25,36
Maurolicus muelleri (sardina fosforecente)	18,92	23,91	7,50	15,31
Restos de crustáceos	14,86	19,57	27,50	19,14
Pasiphaea doffleini (camarón)	2,70	10,87	17,50	11,96
Diaphus sp. (mictófido)	20,27	2,17		9,57
Merluza de cola			7,50	1,44
Restos de cefalópodos	1,35			0,96
Anfípodos			2,50	0,48
Loligo sp. (calamar)	1,35			0,48
Total estómagos analizados en lab.	74	46	40	209

Nota: Area 1 Guafó 42°00' - 44°29' S.
Area 2 Guamblin 44°30' - 45°29' S.
Area 3 Taitao 45°30' - 47°29' S.

Tabla 29

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola por área y total.
B/C A. Molina (agosto 2004).

Item presa	IRI %			Total
	Area 1 Guafo	Area 2 Guamblin	Area 3 Taitao	
Restos de peces	52,52	34,21	12,07	43,56
Euphausia mucronata (eufáusido)	3,85	40,35	62,64	31,36
Maurolicus muelleri (sardina fosforescente)	16,37	22,14	0,34	13,00
Restos de crustáceos	2,90	2,34	6,52	4,36
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,24	0,94	2,78	3,08
Diaphus sp. (mictófid)	24,03	0,02		2,97
Merluza de cola			15,56	1,67
Restos de cefalópodos	0,03			0,01
Anfípodos			0,09	0,01
Loligo sp. (calamar)	0,06			0,005
Total	100	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	74	46	40	209

Tabla 30

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola en los cuatro cruceros de aguas exteriores (2001 y 2004)

Item presa	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto	2004 Agosto
N° indiv. biológico	1688	1684	452	1547
N° estómago analizados lab.	256	164	98	209
% estómago vacío	60,2	89,9	64,7	76,3
% estómago c/contenido	9,4	9,7	22,1	13,5

Item presa	IRI %			
	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto	2004 Agosto
Euphausia mucronata (eufáusido)	0,66	45,22	33,87	31,36
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,82	3,93	17,52	3,08
Hyperiididae (Amphipoda)	0,10	0,05		
Anfípodos				0,0052
Restos de crustáceos	5,43	8,22	5,99	4,36
Salpa (Thaliacea)	85,15			
Ctenophora	0,13			
Siphonophora	0,03			
Merluza de cola	2,47	13,89		1,67
Merluza de tres aletas	0,13			
Maurolicus muelleri			5,90	13,00
Mictófid	2,91	23,09		
Diaphus sp. (mictófid)	0,11		0,99	2,97
Electrona sp. (mictófid)			0,38	
Lampanyctus sp. (mictófid)			21,34	
Restos de peces	2,06	5,59	14,01	43,56
Loligo sp.		0,002		0,0045
Restos de cefalópodos				0,012
Total	100	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	256	164	98	209

Grupo	IRI %			
	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto	2004 Agosto
Crustáceos	7,01	57,42	57,38	38,80
Peces	7,68	42,58	42,62	61,18
Salpa	85,15			
Ctenophora	0,13			
Siphonophora	0,03			
Cefalópodos		0,002		0,017
Total	100	100	100	100

Tabla 31

Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por área y total.
B/H Friosur VII (septiembre 2004).

Item presa	Numérico %	Gravimétrico %	Frecuencia %	IRI %
Restos de peces	11,42	50,26	51,02	63,36
Sergestes arcticus (camaroncillo)	52,51	22,58	16,33	24,69
Restos de crustáceos	5,02	5,46	22,45	4,74
Diaphus sp. (mictófido)	11,87	14,19	6,12	3,21
Maurolicus muelleri (sardina fosforescente)	9,59	6,10	6,12	1,93
Euphausia mucronata (eufáusido)	8,68	0,71	10,20	1,93
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,91	0,71	4,08	0,13
Total	100	100		100
Total general	219 en número	311 en gramos	49 estómagos analizados en laboratorio	

Tabla 32

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola para los datos colectados en los buques A. Molina (agosto 2004) y Friosur VII (septiembre 2004).

Item presa	A. Molina Agosto IRI %	Friosur Septiembre IRI %
Restos de peces	43,56	63,36
Euphausia mucronata (eufáusido)	31,36	1,93
Maurolicus muelleri (sardina fosforescente)	13,00	1,93
Restos de crustáceos	4,36	4,74
Pasiphaea doffleini (camarón)	3,08	0,13
Diaphus sp. (mictófido)	2,97	3,21
Merluza de cola	1,666	
Restos de cefalópodos	0,012	
Anfípodos	0,0052	
Loligo sp. (calamar)	0,005	
Sergestes arcticus (camaroncillo)		24,69
Total	100	100
Total estómagos analizados en lab.	209	49

Tabla 33

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza austral y merluza de cola.

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	267,5	446,2	178,9	49,3	133
Prof. Fondo (m)	430,3	1389,5	189,5	239,7	133
Indice altura	27,3	81,1	1,4	21,9	133
Largo (m)	1779,8	9730,0	46,3	1883,9	133
Alto (m)	33,1	184,3	4,4	31,5	133
Elongación	61,3	304,9	2,6	53,9	133
Perímetro (m)	12256,9	83646,3	256,4	14451,1	133
Area (m2)	92248,5	1025729,2	194,4	171027,3	133
Dim. Fractal	1,47	1,67	1,18	0,10	133

Tabla 34

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza austral y merluza de cola, según zona.

Guafo	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	311,5	381,3	226,0	43,1	38
Prof. Fondo (m)	608,8	1389,5	234,1	328,1	38
Indice altura	35,9	76,5	2,5	26,3	38
Largo (m)	2362,4	9730,0	116,3	2427,7	38
Alto (m)	33,0	117,1	6,7	27,6	38
Elongación	70,1	304,9	12,3	52,6	38
Perímetro (m)	18740,39	83646,27	608,27	19370,85	38
Area (m2)	122850,7	723397,7	830,2	182762,8	38
Dim. Fractal	1,51	1,63	1,37	0,08	38

Guamblin	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	248,5	348,9	178,9	35,3	69
Prof. Fondo (m)	332,7	667,1	189,5	109,5	69
Indice altura	20,6	59,5	1,8	16,1	69
Largo (m)	1324,5	9329,3	46,3	1633,2	69
Alto (m)	33,6	184,3	4,4	37,3	69
Elongación	45,5	186,9	2,6	38,1	69
Perímetro (m)	8257,19	62321,54	256,36	10562,41	69
Area (m2)	83575,6	1025729,2	194,4	191494,0	69
Dim. Fractal	1,45	1,63	1,18	0,10	69

Taitao	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	253,5	446,2	182,8	50,2	26
Prof. Fondo (m)	428,3	868,0	210,0	191,6	26
Indice altura	32,2	65,9	1,4	23,0	26
Largo (m)	2136,7	4430,4	171,3	1241,2	26
Alto (m)	31,8	77,4	6,8	18,3	26
Elongación	90,2	283,7	14,5	75,0	26
Perímetro (m)	13395,77	54312,03	729,99	11595,34	26
Area (m2)	70538,7	229613,2	1984,8	56062,8	26
Dim. Fractal	1,46	1,67	1,24	0,10	26

Tabla 35

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

Variable	MST	MSE	F	prob	F crítico
ProfCard	0,67	0,02	29,92	2,0E-11	3,07
Fondo	3,20	0,16	19,43	4,1E-08	3,07
IndAlt	3,46	1,14	3,03	5,2E-02	3,07
Largo	9,37	1,27	7,37	9,3E-04	3,07
Alto	0,19	0,66	0,29	7,5E-01	3,07
Elon	7,15	0,74	9,70	1,2E-04	3,07
Perim	10,82	1,45	7,46	8,6E-04	3,07
Area	12,00	3,14	3,83	2,4E-02	3,07
Dfrac	0,02	0,00	5,30	6,1E-03	3,07

Tabla 36

Matriz de correlaciones entre las variables originales.

	ProfCard	Fondo	IndAlt	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	Dfrac
ProfCard	1								
Fondo	0,665	1							
IndAlt	0,400	0,876	1						
Largo	0,245	0,291	0,349	1					
Alto	0,302	0,196	0,247	0,603	1				
Elon	-0,015	0,051	0,010	0,473	-0,142	1			
Perim	0,329	0,398	0,415	0,904	0,555	0,412	1		
Area	0,271	0,207	0,235	0,860	0,826	0,102	0,761	1	
Dfrac	0,056	0,121	-0,043	-0,162	-0,572	0,457	0,003	-0,356	1

Tabla 37

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

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7
Valor propio	3,73	1,70	1,03	0,28	0,12	0,10	0,04
% variabilidad	53,29	24,35	14,70	3,95	1,72	1,39	0,61
% acumulado	53,29	77,63	92,33	96,28	98,00	99,39	100

Tabla 38

Correlaciones de las variables originales con los componentes principales

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Fondo	0,146	0,952	0,106
IndAlt	0,188	0,951	-0,067
Largo	0,957	0,161	-0,092
Alto	0,445	0,113	-0,397
Perim	0,917	0,253	0,071
Area	0,776	0,070	-0,218
Dfrac	-0,046	0,042	0,975

Tabla 39

Estimaciones de biomasa (t) de merluza del sur y merluza de cola (achurado) para diferentes relaciones longitud fuerza de blanco de merluza de cola (columna) y merluza del sur (fila).

		Merluza del sur			Merluza de cola		
		TS de merluza del sur					
Año	TS Merluza de cola	20*log(L)-68,1	20,6*log(L)-67,4	22,4*log(L)-72,5	20*log(L)-68,1	20,6*log(L)-67,4	22,4*log(L)-72,5
2000	20*log(L)-72,7	133.845	119.635	132.762	501.252	447.813	496.949
2001		100.362	93.183	99.942	574.415	532.943	571.499
2002		50.358	47.370	50.139	431.900	405.448	429.144
2003		84268	74.406	83.382	242.784	214.562	240.447
2004		53.200	47.456	52.663	188.600	168.557	186.697
2000		15,6(log(L)-69,4	197.380	157.970	194.057	1.052.307	842.205
2001	160.344		136.427	158.764	1.306.171	1.111.346	1.293.292
2002	83.868		72.961	83.017	1.022.422	889.451	1.012.040
2003	119.279		94.127	116.779	489.905	386.600	479.783
2004	78.856		63.028	77.195	398.173	318.275	389.783

A N E X O S

A N E X O 1

**Taller de Difusión y
Discusión Metodológica**

ANEXO 1

TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN METODOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE COLA EN LA ZONA SUR AUSTRAL, AÑO 2004

Valparaíso, Auditorio IFOP, 16 diciembre de 2004

INVITACION

MAURICIO BRAUN ALEGRÍA
Jefe División Investigación Pesquera

Por este intermedio y en el marco del proyecto FIP N° 2004-07: "EVALUACION DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE COLA. ZONA SUR AUSTRAL, 2004", tengo el agrado de invitar a usted a un taller de difusión y discusión metodológica del Proyecto antes mencionado a realizarse el día 16 de Diciembre del 2004 entre las 14:30 y las 18 hrs. en el Auditorium del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), ubicado en Blanco 839, Valparaíso.

Valparaíso, diciembre 6 de 2004

INVITADOS A PARTICIPAR:

- | | |
|---------------------------|------------|
| 1. Consejeros del FIP | FIP |
| 2. Rubén Pinochet | FIP |
| 3. Alejandro Zuleta | CEPES |
| 4. Pedro Rubilar | CEPES |
| 5. Vilma Correa | SUBPESCA |
| 6. Dario Rivas | SUBPESCA |
| 7. Marcelo García | SUBPESCA |
| 8. Julio Olivares | EMDEPES |
| 9. Teofilo Melo | PUCV |
| 10. Edwin Niklitschek | UACH |
| 11. Alejandro Covarrubias | SERNAPESCA |
| 12. Patricio Arana | PUCV |
| 13. Jorge Farías | IFOP |
| 14. Ignacio Payá | IFOP |
| 15. Francisco Cerna | IFOP |
| 16. Zaida Young | IFOP |
| 17. Hernán Reyes | IFOP |
| 18. Víctor Espejo | IFOP |
-

TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN METODOLÓGICA
FIP N° 2004-07
**EVALUACIÓN DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR Y
MERLUZA DE COLA EN LA ZONA SUR AUSTRAL, AÑO 2004**

Valparaíso, Auditorio IFOP, 16 diciembre de 2004

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

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

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

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

OBJETIVO DEL TALLER:

Presentar y discutir los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

PROGRAMA:

14:30 - 14:50 Apertura del taller y antecedentes del proyecto
14:50 - 16:10 Presentación de las metodologías empleada y resultados obtenidos en los diferentes objetivos específicos
16:30 – 18:00 Discusión de la metodología y resultados obtenidos.

LUGAR:

Auditorio del Instituto de Fomento Pesquero
Blanco 839, Valparaíso

ASISTENTES AL TALLER:

1.	Rubén Pinochet	FIP
2.	Pedro Rubilar	CEPES
3.	Darío Rivas	SUBPESCA
4.	Julio Olivares	EMDEPES
5.	Patricio Arana	PUCV
6.	Ricardo Bravo	U. VALPARAISO
7.	Jorge Farías	IFOP
8.	Ignacio Payá	IFOP
9.	Francisco Cerna	IFOP
10.	Zaida Young	IFOP
11.	Hernán Reyes	IFOP
12.	María Angela Barbieri	IFOP
13.	José Córdova	IFOP

A N E X O 2

**Report on chilean acoustic
survey for hoki and hake
in 2004**

Report on Chilean acoustic survey for hoki and hake in 2004 (Proyecto FIP 2004-07)

Richard O’Driscoll

National Institute of Water and Atmospheric Research Limited
Private Bag 14-901
Kilbitnie
Wellington
NEW ZEALAND

17 December 2004

Introduction

I visited IFOP in Valparaiso from 13-18 December 2004. During my visit, I reviewed the methodology and results of the Chilean acoustic survey for hoki (*Macruronus magellanicus*) and hake (*Merluccius australis*) carried out from “B/I Abate Molina” in August 2004. I discussed the methodology used by NIWA for acoustic surveys of hoki, hake, and southern blue whiting in New Zealand with IFOP researchers, and also delivered a lecture about the biology and assessment of hoki in New Zealand.

There are many similarities between New Zealand and Chilean fisheries and it was very useful to compare experiences. I hope we can continue to collaborate to help resolve some of the problems, such as acoustic target strength and methods for species decomposition, which affect acoustic surveys in both countries.

Review of Chilean acoustic survey

The acoustic survey for hoki and hake carried out by IFOP in 2004 followed standard acoustic methodology. The survey execution and analysis were of a high standard. I was impressed that such a large amount of work (including acoustic analysis, biomass estimation, description of aggregation characteristics, biological analysis of size, maturity, and stomach contents, and reading of otoliths for age determination) was carried out in a very short time (only three months following the survey). In New Zealand, the analysis of an acoustic survey of this type usually takes 4-6 months.

Survey design

The survey area is large, extending from 43.5° to 47° S. The survey follows a regular design with acoustic transects every 5 n. miles. Acoustic transects extend from 200 m to

1000 m depth and acoustic data are recorded to 500 m. The survey area is not stratified, although in 2004 there was an area of more intensive sampling in a canyon at about 45° 10' S, where transects were carried out at 1 n. mile intervals. This intensively sampled area was treated as a separate stratum when estimating biomass.

There appear to be some areas where there are consistently higher densities of hoki and hake. As in New Zealand, these are typically associated with bathymetric features (canyons), e.g., at 44° 10', 45° 10', and 46° 20' S. It would be useful to stratify the survey area, so that there are more transects in these areas of higher density. This would reduce the sampling variance of the survey, and therefore improve the precision of the biomass estimates. This was carried out in one area (at 45° 10' S) in 2004, but bad weather prevented intensive sampling in the other high density areas.

Recommendation: Future acoustic surveys should be stratified so there is more intensive sampling in areas of high density, in particular the canyon features.

Survey timing

Hoki in New Zealand and Chile undertake migrations to and from the main spawning areas. In New Zealand, the spawning period of hoki is long (more than two months) and during this period there is a turnover of fish on the spawning grounds (e.g., Figure 1). Therefore, there is no time at which all of the spawning fish are available to be surveyed. The survey design devised to deal with this problem consists of a number of surveys or “snapshots” spread over the spawning season. Estimates of spawning biomass are calculated for each of the snapshots, and these are then averaged to obtain an estimate of the “mean plateau height” (average biomass during the main spawning season). Under various assumptions about the timing and length of the spawning season, estimates of mean plateau height form a valid relative abundance time series. Typically, an acoustic survey for hoki in New Zealand is 4-6 weeks in duration and has 5-10 snapshots.

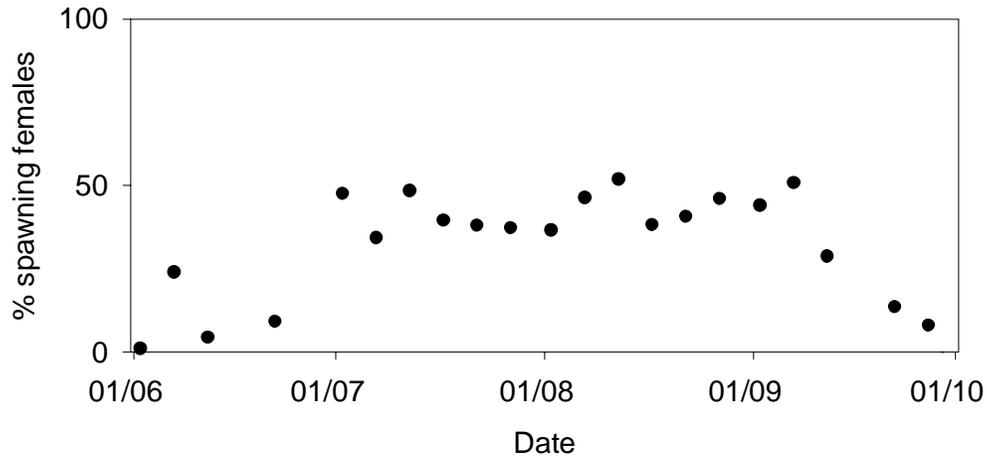


Figure 1: Proportion of spawning (= Chilean EMS 4) hoki (*Macruronus novaezelandiae*) by week in commercial catch from Cook Strait in 1998.

Because of the large survey area in Chile, there is probably only sufficient time for one survey (snapshot). This means that the timing of the survey is very important. Ideally the survey should be carried out at the time when all hoki and hake are in the survey area. This is probably during peak spawning. However, the timing of spawning may be different for hoki and hake. Because the acoustic survey is targeted at both species, it is necessary to choose a survey timing which is suitable for hoki and hake. Data on sexual maturity were presented which showed that a high proportion of female hoki (51%) and hake (36%) examined were spent (stage 5). This suggests that the 2004 survey may have been too late in the season for both species. However, the analysis of maturity included fish sampled after the acoustic survey from 2-13 September. To evaluate the timing of the survey relative to the spawning period, it would be useful to examine maturity data by week or by day. It may be possible to collect data on maturity daily throughout July and August on a commercial fishing vessel?

If there is variability in the timing of peak spawning between years (as in New Zealand) and also between the two target species, it may be worthwhile considering whether the duration of the survey could be extended so that two snapshots could be carried out in late July and August.

Recommendation: Future acoustic surveys should be carried out when the majority of hoki and hake are spawning.

Survey execution

The acoustic survey was carried out from the 43 m “B/I Abate Molina” using a Simrad EK500 echosounder with hull-mounted 38 kHz transducer. Because of noise and interference, acoustic data could only be collected in relatively calm conditions (less than 25 knots of wind). Most transects were run from west to east with the prevailing wind. This strategy is very time-consuming.

In New Zealand we use acoustic systems with the transducers in a towed body during our acoustic surveys. This allows us to deploy the towed body at 50-100 m depth, below the bubble layer created by breaking waves. We are able to collect good quality acoustic data at wind speeds up to 40 knots on the 70 m vessel “Tangaroa” and up to 30 knots on the 28 m vessel “Kaharoa”. This means that less survey time is lost due to bad weather.

It may be worth considering the use of a towed body for Chilean acoustic surveys. A towed system is also preferable for target strength data collection as it allows the transducer to be closer to the fish. The disadvantage is that towed systems are more expensive, and may be difficult to retrieve and deploy from the research vessel. Even with a towed body, the survey will still be limited by weather due to the relatively small size of “B/I Abate Molina”.

Recommendation: The use of a towed body should be considered, as this would reduce survey duration by allowing acoustic transects to be run in both directions and during rougher weather.

Biological sampling

There were 40 midwater trawls for mark identification and to collect biological information. These trawls were spread widely throughout the survey area. The biological data collection was extensive and included measurement of fish length and weight, reading of otoliths for age estimation, estimation of maturity stage, gonadosomatic index, and fecundity for females, and quantitative examination of stomach contents. In this respect, the Chilean research is well ahead of New Zealand – for example, we only implemented a research programme to examine stomach contents in 2004!

There were detailed analyses of biological data. I was concerned that some of the inferences being drawn about differences in biological characteristics (e.g., fish size, proportion of females) between geographical areas and depth ranges were based on small sample sizes and may have been due to unrepresentative sampling rather than real differences in the underlying population. For example, we have observed that the sex ratio of hoki in trawl catches can vary widely between tows, with some tows catching nearly 100% females and other tows catching almost all males. In fact, some New Zealand commercial fishers claim they can successfully target the larger female hoki during the spawning season by fishing certain parts of the aggregation. A sample based on measurements from only 2 or 3 trawls may therefore provide a biased estimate of the underlying population.

Because the research trawl data is used to estimate the age composition of the population as well as to determine species composition, it is important to continue to do a high number of trawls throughout the survey area.

Mark identification and species decomposition

It is not possible to separate hoki and hake from the echograms as these species form mixed aggregations in Chile. Therefore, acoustic backscatter is partitioned based on the composition of research trawl catches. This is done using the standard method, where the “acoustic proportion” (catch scaled by target strength) is determined for each species in the trawl. The echo integral from each transect is then partitioned based on the acoustic proportions in the nearest trawl.

This is the same method used to estimate hoki biomass from mixed species layers in the acoustic survey on the west coast South Island of New Zealand. However in New Zealand, the survey is stratified and the average acoustic proportion from all trawls within a stratum is used to partition the acoustic transects within that stratum. Our method will give similar results to the Chilean method if there is similar catch composition of all trawls within a stratum.

The method of species decomposition assumes that all species in the trawl catch have equal trawl catchability. This is unlikely to be true (e.g., larger, faster fish may avoid the trawl). O’Driscoll (2003) attempted to use trawl and acoustic data collected during bottom trawl surveys to statistically estimate the ratio of acoustic vulnerability to trawl catchability for a range of New Zealand species. This was not very successful because of

the high variability and large number of species present. However, it may be possible to do a similar analysis using Chilean data, where there are usually fewer species.

In New Zealand mark identification and species decomposition are a major source of uncertainty in biomass estimates from acoustic surveys. This uncertainty is included when calculating the overall uncertainty of the survey by using a Monte Carlo method (e.g., O’Driscoll 2004). This is discussed in more detail below

Target strength

Chilean researchers use the following equations to estimate acoustic target strength (TS) from fish length (L, in cm):

$$\text{Hoki: } TS = 20 \log L - 72.7 \text{ (Do \& Surti 1993)}$$

$$\text{Hake: } TS = 20 \log L - 68.1 \text{ (Lillo et al. 1996)}$$

These are different from the equations used in New Zealand:

$$\text{Hoki: } TS = 18 \log L - 74 \text{ (Macaulay 2001)}$$

$$\text{Hake: } TS = 27.1 \log L - 83.5 \text{ (Macaulay \& Grimes 2000)}$$

The New Zealand TS relationship for hake is uncertain, but the relationship for hoki is based on a large amount of in situ data and swimbladder modelling and is thought to be reasonably well estimated for fish between 65 and 90 cm. The New Zealand equation gives much lower estimates of TS for hoki (Figure 2).

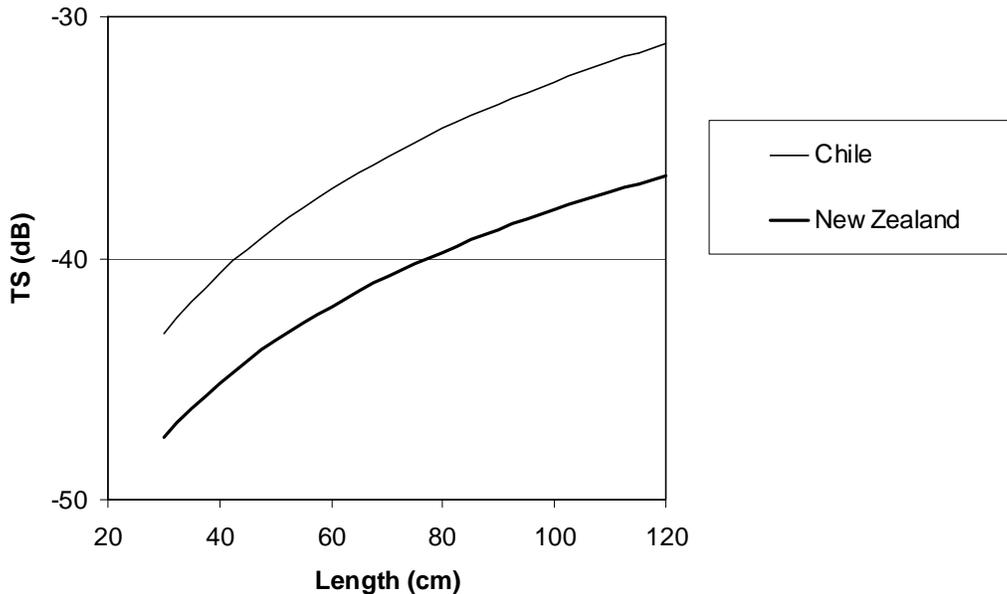


Figure 2: Comparison of TS-length relationships for hoki currently used in Chilean and New Zealand acoustic surveys..

Using the New Zealand TS relationship gives much higher estimates of hoki biomass (up to three times higher for 75 cm hoki). Because TS for hoki is also used to decompose acoustic estimates, changing the TS for hoki will also change biomass estimates for hake (decreasing hoki TS increases hake biomass).

Sergio Lillo found that using the TS-length relationship for hoki from Macaulay et al. (2002): $TS = 15.6 \log L - 69.4$ (which gives very similar TS values to the equation of Macaulay 2001), doubled hoki biomass from the 2004 survey and increased hake biomass by about 60%.

If acoustic biomass estimates are used in stock assessment as purely relative indices of abundance, changing TS should not have an influence on estimates of stock status. However if the assessment model makes some assumptions about acoustic selectivity (or acoustic 'catchability' q) being 1 or close to 1, then changing the TS will have a major influence on estimates of stock size.

Recommendation: Biomass indices for hake and hoki from all previous acoustic surveys should be re-calculated using the TS-length relationship for hoki of Macaulay et al. (2002) and the implications for stock assessment investigated.

Survey uncertainty

Currently, confidence intervals associated with biomass estimates are calculated using a geostatistical estimate of survey sampling variance. This estimate of the sampling precision will greatly underestimate the overall survey variability, which also includes uncertainty in survey timing, TS, calibration, detectability, and species decomposition (Rose et al. 2000).

In New Zealand, the acoustic survey uncertainty (expressed as coefficient of variation or c.v.) are calculated using a Monte Carlo procedure which incorporates these additional uncertainties (O'Driscoll 2004). Six sources of variance are considered:

- assumptions about timing and duration of spawning and residence time
- sampling precision
- detectability
- mark identification
- fish weight and target strength
- acoustic calibration

The method has two main steps. First, a probability distribution is created for each of the variables of interest. Second, random samples from each of the probability distributions are selected and combined multiplicatively in Monte Carlo simulations of the process of acoustic abundance estimation.

The inclusion of all these sources of uncertainty, means that c.v.s for New Zealand hoki acoustic surveys are typically 30-70%. The c.v.s are used in the stock assessment to weight acoustic survey biomass indices (low c.v. = high weighting). The relatively high

uncertainties means that acoustic surveys usually receive less weight than trawl survey estimates of biomass in the current hoki stock assessment model.

Recommendation: Uncertainty due to survey timing, species decomposition, target strength, detectability, and calibration should be considered, and included when determining the confidence intervals for the acoustic biomass estimates.

Summary of recommendations

- Biomass indices for hake and hoki from all previous acoustic surveys should be re-calculated using the TS-length relationship for hoki of Macaulay et al. (2002) and the implications for stock assessment investigated.
- Uncertainty due to survey timing, species decomposition, target strength, detectability, and calibration should be considered, and included when determining the confidence intervals for the biomass estimates.
- Future acoustic surveys should be carried out when the majority of hoki and hake are spawning.
- Future acoustic surveys should be stratified so there is more intensive sampling in areas of high density, in particular the canyon features.
- The use of a towed body should be considered, as this would reduce survey duration by allowing acoustic transects to be run in both directions and during rougher weather.

References

- Do, M; Surti, A. (1993). Estimation of dorsal aspect target strength of deep water fish using a model of swimbladder backscattering. *Journal of the Acoustical Society of America*. 87: 1588–1596
- Lillo, S.; Córdova, J.; Paillamán, A. (1996). Target strength measurements of hake and jack mackerel. *ICES Journal of Marine Science* 53: 267–271.
- Macaulay, G. (2001). Estimates of the target strength of hoki. Final Research Report for Ministry of Fisheries Research Project HOK1999/03 Objective 3. 12 p. (Unpublished report held by MFish, Wellington.)
- Macaulay, G.; Grimes, P. (2000). Estimates of target strength of hake (*Merluccius australis*). Final Research Report to the New Zealand Ministry of Fisheries. 16 p (Unpublished report held by Ministry of Fisheries, Wellington.)
- Macaulay, G.; Hart, A.; Grimes, P.; Diggles, B.; Bull, B. (2002). Target strength estimates of hoki and associated species. Final Research Report for Ministry of Fisheries Research Project HOK2000/03 Objective 3. 37 p. (Unpublished report held by MFish, Wellington.)

- O'Driscoll, R.L. (2003). Determining species composition in mixed species marks: an example from the New Zealand hoki (*Macruronus novaezelandiae*) fishery. *ICES Journal of Marine Science* 60: 609–616.
- O'Driscoll, R.L. (2004). Estimating uncertainty associated with acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in Cook Strait, New Zealand. *ICES Journal of Marine Science* 61: 84–97.
- Rose, G.; Gauthier, S.; Lawson, G. (2000). Acoustic surveys in the full monte: simulating uncertainty. *Aquatic Living Resources* 13: 367–372.

A N E X O 3

**Personal Participante
por Objetivo Específico**

ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (HH)

INFORME FINAL FIP 2004-07

“Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2004”

• PLAN ASIGNACIÓN PERSONAL (HH) OBJETIVO GENERAL

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	
SERGIO LILLO	160	190	160	155	665
M. ANGELA BARBIERI	20	39	70	43	172
RENATO CESPEDES	48	152	160	110	470
VILMA OJEDA	20	97	50	50	217
ALVARO SAAVEDRA	120	180	145	55	500
IGNACIO PAYA	0	0	40	0	40
HERNAN MIRANDA	0	0	45	10	55
VICTOR CORREA	140	90	50	0	280
LUIS ADASME	160	159	145	60	524
HECTOR HIDALGO	0	285	0	0	285
LIZANDRO MUÑOZ	0	200	0	0	200
LUIS CID	0	465	0	0	465
KAREN HUNT	50	760	90	0	900
MANUEL ROJAS	150	265	178	70	663
PATRICIO GALVEZ	0	150	0	0	150
CLAUDIO VERA	0	380	48	36	464
FERNANDO BALBONTIN	0	45	160	90	295
RICARDO BRAVO	0	70	130	60	260
LUIS OSSA	0	280	90	40	410
FELIPE PAREDES	0	280	90	40	410
LUIS RODRIGUEZ	0	220	30	20	270
LEOPOLDO VIDAL	0	225	0	0	225
LUIS CONTRERAS	120	0	0	0	120
OSCAR ÑANCUL	120	0	0	0	120
JULIO URIBE	120	0	0	0	120
CECILIA BRAVO	0	190	0	0	190
JUAN CATIPILLAN	180				180
DEMETRIO DIAZ	180				180
TOTAL	1588	4722	1681	839	8830

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	TOTAL
SERGIO LILLO	150	185	100	120	555
M. ANGELA BARBIERI	20	24	35	30	109
VICTOR ESPEJO	0	0	40	0	40
HERNAN MIRANDA	0	0	25	10	35
MARCOS ESPEJO	140	90	50	0	280
ALVARO SAAVEDRA	120		45		165
MANUEL ROJAS	150	155	108	60	473
PATRICIO GALVEZ	0	150	0	0	150
TOTAL	580	604	403	220	1807

- **PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.2**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	TOTAL
SERGIO LILLO	0	0	20	10	30
RENATO CESPEDES	48	140	110	80	378
VILMA OJEDA	20	97	50	50	217
LUIS ADASME	150	135	115	40	440
HECTOR HIDALGO	0	285	0	0	285
LIZANDRO MUÑOZ	0	200	0	0	200
LUIS CID	0	465	0	0	465
KAREN HUNT	50	760	90	0	900
LEOPOLDO VIDAL	0	225	0	0	225
LUIS CONTRERAS	120	0	0	0	120
OSCAR ÑANCUL	120	0	0	0	120
JULIO URIBE	120	0	0	0	120
CECILIA BRAVO	0	190	0	0	190
JUAN CATIPILLAN	180				180
DEMETRIO DIAZ	180				180
TOTAL	988	2.497	385	180	4.050

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.3**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	TOTAL
SERGIO LILLO	0	0	10	5	15
M. ANGELA BARBIERI	0	0	0	5	5
FERNANDO BALBONTIN	0	45	160	90	295
RICARDO BRAVO	0	70	130	60	260
LUIS OSSA	0	280	90	40	410
FELIPE PAREDES	0	280	90	40	410
LUIS RODRIGUEZ	0	220	30	20	270
TOTAL	0	895	510	260	1.665

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.4**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	TOTAL
SERGIO LILLO	10	5	10	5	30
M. ANGELA BARBIERI	0	5	15	8	28
RENATO CESPEDES	0	0	20	10	30
ALVARO SAAVEDRA	0	30	30	15	75
MANUEL ROJAS	0	60	40	10	110
TOTAL	10	100	115	48	273

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.5**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	TOTAL
SERGIO LILLO	0	0	10	5	15
RENATO CESPEDES	0	12	30	20	62
LUIS ADASME	10	24	30	20	84
CLAUDIO VERA	0	380	48	36	464
TOTAL	10	416	118	81	625

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.6**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO de DATOS	ANALISIS de DATOS	INFORMES	TOTAL
SERGIO LILLO	0	0	10	10	20
M. ANGELA BARBIERI	0	10	20	0	30
ALVARO SAAVEDRA	0	150	70	40	260
HERNAN MIRANDA	0	0	20	0	20
MANUEL ROJAS	0	50	30	0	80
TOTAL	0	210	150	50	410

A N E X O 4

**CD con Informe Final
FIP N° 2004-07 en PDF**



INFORME FINAL
FIP N° 2004-07

2004-07

FONDO INVESTIGACION PESQUERA

**Evaluación del stock
desovante de merluza del sur
y merluza de cola en la zona
sur austral, año 2004**

Junio, 2005



Sección Documentación,
Difusión y Bibliotecas

IFOP
Valparaíso
Chile