



# INFORME FINAL CORREGIDO

FONDO INVESTIGACION PESQUERA  
FIP Nº 2003-09

## Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2003



JUNIO

2004



---

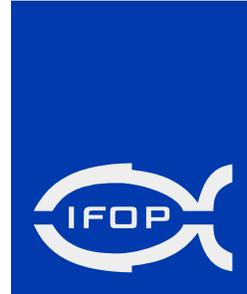
**INFORME FINAL  
CORREGIDO**

---

**FIP N° 2003-09**

**Evaluación del stock  
desovante de merluza del  
sur y merluza de cola  
en la zona sur-austral,  
año 2003**

• Junio, 2004 •



## **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.  
FERNANDO BALBONTÍN C.  
VILMA OJEDA C.  
ÁLVARO SAAVEDRA G.

• Junio, 2004 •



## RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente informe contiene los resultados finales del proyecto FIP N° 2003-09: “Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2003” licitado y financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP). Dichos resultados dicen relación con cuantificar el stock desovante de ambos recursos presentes en la zona de aguas exteriores de las regiones X y XI, así como también determinar su distribución, abundancia, como además las características biológicas y pesqueras relevantes.

Metodológicamente, en primer lugar se realizó un crucero de prospección en el B/C “Abate Molina”, con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y biológicos; y en segundo lugar se procedió a procesar y analizar los datos para evaluar ambos recursos precitados. El crucero de prospección acústica se llevó a cabo desde el 15 al 31 de agosto del año 2003 en el área de la plataforma continental comprendida entre los 43°30' y 47°00' de latitud sur, efectuándose 43 transectas acústicas y 36 lances de pesca con sus correspondientes muestreos biológicos.

Los principales resultados de la evaluación fueron los siguientes:

- 1) Para merluza del sur se estimó una biomasa media total de 84.269 toneladas con un intervalo de confianza de 57.755 a 110.782 t; y para merluza de cola de 242.784 t con un intervalo de confianza de 200.420 a 285.130 toneladas.
- 2) Tanto merluza del sur como merluza de cola presentaron una distribución asociada a la plataforma continental y talud continental delimitada por los



paralelos 43°30'S y 47°00'S, con un alto grado de agregación y las mayores densidades localizadas en las cercanías de la isla Guamblin.

- 3) La fracción desovante se estimó 81.688 t para merluza del sur y 242.298 t. para merluza de cola.
- 4) La abundancia de la merluza del sur se estimó en 21.321.834 de ejemplares, 10.234.480 (48%) de machos y 11.087.354 (52%) de hembras y la de merluza de cola en 235.700.170 de ejemplares (160.272.185 de hembras y 71.367.116 de machos).
- 5) El stock de merluza del sur presentó una estructura etaria constituida mayoritariamente por ejemplares adultos pertenecientes a los grupos de edad IX a XVIII que constituyeron el 92% de la abundancia. Por su parte el stock de merluza de cola también presentó el predominio de una estructura conformada por los grupos de edades IV a XI que representaron el 98% de la abundancia del stock.
- 6) Durante el desarrollo del estudio, la merluza del sur se encontraba en pleno proceso de desove activo, debido a que los ejemplares maduros y los que habían desovado recientemente constituían el 49%. Por su parte, las estimaciones de fecundidad promedio y relativa fueron de 1.257.123 ovocitos y 261 ovocitos/gramo de pez.
- 7) El estado reproductivo de la merluza de cola estuvo dominado por los peces que habían desovado recientemente, que constituyeron el 65% del total de hembras. La fecundidad modal se estimó en 363.041 ovocitos y 237 ovocitos/gramo de merluza de cola.



- 8) La captura obtenida durante los lances de identificación, consignó la presencia de cinco especies incluídas las especies objetivos. La fauna acompañante representó el 9,6% de la captura total en peso. La especie de mayor importancia relativa fue la jibia (*Dosidicus gigas*) que aportó el 9,4%, la reineta (*Brama australis*) y la cojinoba moteada (*Seriolella punctata*) realizaron un aporte del 0,1% cada una.
- 9) La dieta de la merluza del sur se caracterizó por ser ictiófaga, basada principalmente en la presa de juveniles de merluza de cola (IRI 94%) con características de estenofagia; y la de la merluza de cola planctófaga e ictiófaga, siendo su principal presa Euphausia (IRI 34%), seguida de mictófidos. Su comportamiento alimentario es de carácter oportunista.
- 10) La evaluación de stock de merluza del sur 2003, presentó un aumento significativo en términos de tamaño (84 mil t y 21,3 millones de ejemplares) con respecto a la evaluación 2002 (50 mil t y 13,7 millones de abundancia); manteniéndose una amplia cobertura geográfica, estructura de talla amplia y estable proporción sexual.
- 11) La evaluación de stock de merluza de cola 2003, presentó una disminución en términos de tamaño (biomasa y abundancia) con respecto a la evaluación 2002; manteniendo una amplia cobertura geográfica, estructura de tallas amplia que dan cuenta de una condición estable de la calidad biológica del recurso.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>7</b>
4.1 Crucero de prospecci3n .....	7
4.1.1 Área y período de estudio .....	7
4.1.2 Equipos .....	8
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.....	11
4.2.1 Diseño de muestreo .....	11
4.2.2 Identificaci3n de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola .....	11
4.2.3 Estimaci3n de la fuerza de blanco (TS) .....	12
4.2.4 Estimaci3n del coeficiente de ecointegraci3n .....	13
4.2.5 Estimaci3n de la biomasa y su varianza .....	15
4.2.6 Estimaci3n de la abundancia (número).....	18
4.2.7 Distribuci3n espacial del stock de merluza del sur y merluza de cola.....	19
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 .....	22
4.3.1 Composici3n de tallas del stock.....	22
4.3.2 Estimaci3n de la abundancia por grupo de edad.....	24



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 .....	27
4.4.1	Trabajo a bordo .....	27
4.4.2	An3lisis de laboratorio .....	28
4.5	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la pesquer3a 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	An3lisis 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 3rea y total zona de estudio .....	34
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola .....	35
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
5.1.	Calibraci3n del sistema de eointegraci3n .....	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 3rea de estudio .....	39
5.2.1	Biomasa y abundancia .....	39
5.2.2	Distribuci3n espacial de la biomasa .....	41
5.3	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 y batim3trica .....	43
5.3.1	Composici3n de tallas y proporci3n sexual .....	43
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 .....	54



5.4.1	Estadios de madurez sexual (EMS).....	54
5.4.2	Índice gonadosomático (IGS).....	55
5.4.3	Talla 50% de primera madurez sexual (talla media de madurez sexual).....	57
5.4.4	Fecundidad .....	59
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 .....	60
5.6	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.....	61
5.6.1	Merluza del sur.....	61
5.6.2	Merluza de cola.....	63
5.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.....	64
5.7.1	Descriptores morfológicos.....	64
5.7.2	Descriptores batimétricos.....	66
5.7.3	Análisis de los descriptores .....	67
5.7.4.	Análisis de componentes principales .....	68
5.8	Taller de Difusión y Discusi3n Metodol3gica .....	72
5.8.1	Resúmenes de las presentaciones .....	72
5.8.2	Resultados del panel de discusi3n .....	77
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>91</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>

**FIGURAS**

**TABLAS**

**ANEXOS**

- Anexo 1.** Plan detallado de asignaci3n de personal por actividades (HH).
- Anexo 2.** Taller.
- Anexo 3.** Informe Final en PDF



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

---



## ÍNDICE FIGURAS

---

- Figura 1. Desembarques de merluza del sur (*Merluccius australis*). (Fuente: Aguayo, 1996; Sernapesca, 2002).
- Figura 2. Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). (Fuente: Sernapesca, 1990-2003; Subpesca, 2003).
- Figura 3. Distribución de transectas de evaluación acústica y lances de pesca de reconocimiento, agosto de 2003. FIP 2003-09.
- Figura 4. Red de arrastre.
- Figura 5. Descriptores de un cardumen.
- Figura 6. Distribución espacial de merluza del sur, agosto de 2003. FIP 2003-09.
- Figura 7. Curvas de Lorenz, estimadas para merluza del sur (2000-2003).
- Figura 8. Variograma estimado para la distribución de merluza del sur. (Sill = 189.000, Pepita = 29.000, Rango 4 millas náuticas).
- Figura 9. Distribución espacial de merluza de cola, agosto 2003. FIP 2003-09.
- Figura 10. Curvas de Lorenz estimadas para merluza de cola (2001-2003).
- Figura 11. Variograma estimado para la distribución de merluza de cola. (Sill = 1.450.000, Pepita = 450.000, Rango= 3,6 millas náuticas)
- Figura 12. Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Figura 13. Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Figura 14. Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C Abate Molina (agosto 2003).



- Figura 15. Distribución de talla de merluza del sur por sexo registrada para el crucero B/C Abate Molina, la flota arrastrera fábrica y la flota arrastrera hielera (agosto 2003).
- Figura 16. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).
- Figura 17. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por área para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).
- Figura 18. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).
- Figura 19. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroacústicos de aguas exteriores (agosto 2003) y aguas interiores (septiembre 2003) en la X y XI Región, a bordo del B/C Abate Molina.
- Figura 20. Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Figura 21. Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Figura 22. Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Figura 23. Distribución de talla de merluza de cola por sexo registrada para el crucero B/C Abate Molina y la flota arrastrera hielera (agosto 2003).
- Figura 24. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).



- Figura 25. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por área para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).
- Figura 26. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).
- Figura 27. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroacústicos de aguas exteriores (agosto 2003) y aguas interiores (septiembre 2003) en la X y XI Región, a bordo del B/C Abate Molina.
- Figura 28. Abundancia por grupos de edad de merluza del sur (línea continua) y desviación estándar (línea punteada), presente en las evaluaciones directas efectuadas en el 2000, 2001, 2002 y 2003
- Figura 29. Abundancia por grupos de edad de merluza de cola (línea continua) y desviación estándar (línea punteada), presente en las evaluaciones directas efectuadas en el 2000, 2001, 2002 y 2003
- Figura 30. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2003.
- Figura 31. 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 de 2003.
- Figura 32. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2003.
- Figura 33. 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 de 2003.
- Figura 34. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) y la desviación estándar, en hembras de merluza del sur *Merluccius australis* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto de 2003.



- Figura 35. 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 de 2003.
- Figura 36. Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS) y la desviaci3n est3ndar, en hembras de merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto de 2003.
- Figura 37. 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 de 2003.
- Figura 38. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur ***Merluccius australis*** en agosto de 2003, con l3mites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 39. Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza del sur ***Merluccius australis***, en agosto de 2003.
- Figura 40. Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur ***Merluccius australis***, en agosto de 2003.
- Figura 41. Relaci3n entre la fecundidad total y el peso del cuerpo en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, en agosto de 2003.
- Figura 42. Relaci3n entre la fecundidad total y la longitud total en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, en agosto de 2003.
- Figura 43. Distribuci3n de los lances de pesca con captura y sin captura en latitud y profundidad para las siguientes especies. a) Merluza del sur, b) Merluza de cola, c) Jibia, d) Reineta y e) Cojinoba moteada.
- Figura 44. 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 2000, 2001, 2002 y 2003.
- Figura 45. Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.
- Figura 46. Distribuci3n de frecuencia del descriptor altura de agregaciones.
- Figura 47. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones.



Figura 48. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones.

Figura 49. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n.

Figura 50. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.

Figura 51. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.

Figura 52. Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo.

Figura 53. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura.

Figura 54. Largo promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 55. Altura promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 56. 3rea promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 57. Per3metro promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 58. Elongaci3n promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 59. Dimensi3n fractal promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 60. Profundidad promedio, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 61. Profundidad promedio del fondo, mediana y cuartiles seg3n latitud.

Figura 62. 3ndice altura promedio del fondo, mediana y cuartiles agregaciones seg3n latitud.

Figura 63. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.

Figura 64. Correlaci3n de las variables originales con los dos componentes.

Figura 65. L3neas de regresi3n ajustadas entre el valor del componente morfom3trico (VCM) y la densidad ac3stica ( $S_a$ ).



Figura 66. Estimaciones de biomasa relativa de merluza del sur efectuadas mediante tres relaciones de TS- talla.

Figura 67. Estimaciones de biomasa relativa de merluza de cola efectuadas mediante las relaciones de: (1) Do y Surti (1993), (2) Coombs y Cordue (1995), (3) Macaulay *et al.* (2002), (4) McClatchie *et al.* (2003) y (5) Cordue *et al.* (2001).



## ÍNDICE TABLAS

---

- Tabla 1. Calibración del sistema de eointegración Simrad EK500. B/C Abate Molina.
- Tabla 2. Relación longitud-TS, área prospectada, estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de la biomasa de merluza de tres aletas ( $C_b = 0,21/mn^2/SA$ ).
- Tabla 3. Parámetros de la relación peso-longitud de merluza del sur y merluza de cola, crucero de evaluación agosto del 2003.
- Tabla 4. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos, crucero de evaluación 2003.
- Tabla 5. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, hembras, crucero de evaluación 2003.
- Tabla 6. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos, crucero de evaluación 2003.
- Tabla 7. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras, crucero de evaluación 2003.
- Tabla 8. Estadística básica de la talla de merluza del sur por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 9. Estadística básica de la talla de merluza de cola por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/C Abate Molina (agosto 2003).
- 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 2003.
- Tabla 11. Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2003.
- Tabla 12. 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 de 2003.



- Tabla 13. Proporción estimada de individuos maduros, error de la estimación y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur ***Merluccius australis*** en agosto de 2003.
- Tabla 14. Fecundidad modal promedio calculada en estudios anteriores realizados en merluza del sur ***Merluccius australis***.
- Tabla 15. Comparación de resultados sobre aspectos reproductivos de la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, años 1996 a 2003.
- Tabla 16. Proporción porcentual de captura y presencia de especies en los lances de pesca de identificación.
- Tabla 17. Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza del sur analizados. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 18. Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área y total. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 19. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur por área y total. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 20. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur para los cuatro cruceros de aguas exteriores entre 2000 y 2003, y crucero 2003 de aguas interiores X y XI Región.
- Tabla 21. Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de cola analizados. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 22. Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por área y total. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 23. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola por área y total. B/C Abate Molina (agosto 2003).
- Tabla 24. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola para los tres cruceros de aguas exteriores entre 2001 y 2003.
- Tabla 25. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza austral y merluza de cola.



- Tabla 26. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza austral y merluza de cola, según latitud.
- Tabla 27. Valores críticos y calculados en el test F de un factor para la comparación de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).
- Tabla 28. Matriz de correlaciones entre las variables originales.
- Tabla 29. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.
- Tabla 30. Matriz de correlación de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 31. Relación TS-talla, constante de ecointegración y su varianza ( $\hat{c}_b, \hat{V}(\hat{c}_b)$ ), densidad acústica promedio ( $\hat{Z}_v^*$ ), varianza de muestreo ( $\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$ ), biomasa ( $\hat{B}$ ) y coeficiente de variación de la biomasa (C.V.) de merluza del sur y merluza de cola, estimados con diferentes relaciones TS-talla.

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

- Anexo 1.** Plan detallado de asignación de personal por actividades (HH).
- Anexo 2.** Taller.
- Anexo 3.** Informe Final en PDF



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## **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.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



### 3. ANTECEDENTES

---

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

Esta pesquería, de carácter multiespecífico orientada a la explotación de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), se inició en 1978, con la operación de una flota compuesta por 12 buques arrastreros fábricas, a la que posteriormente se agregó, en 1984, una flota de buques arrastreros hieleros y, entre 1986-1987, dos flotas más compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras (Céspedes *et al.*, 2001, 2002).

Además, a partir de 1984 se produce un fuerte desarrollo de una pesquería de carácter artesanal espinelera en la zona de aguas interiores de las Regiones X a XII, orientada básicamente a la explotación de merluza del sur (Céspedes *et al.*, 1996).

El rápido desarrollo de la pesquería de la merluza del sur, llevó los desembarques a niveles superiores a las 50 mil toneladas en el período 1987-90, con un registro histórico de 70 mil t en 1988 (**Figura 1**) (Sernapesca, 1990-2002). Sin embargo, Aguayo (1995), señala que como consecuencia del aumento del esfuerzo en las pesquerías de aguas interiores como exteriores, se comenzó a observar una tendencia decreciente en estimadores como la biomasa, CPUE, desembarques y talla de los peces, indicando una situación de sobrepesca a partir de 1986.



La situación anterior, llevó a la autoridad administrativa a la adopción de diferentes medidas como fueron el establecimiento de vedas reproductivos, la regulación de artes de pesca y cuotas de capturas por unidad de pesquería, manteniéndose la pesquería con niveles que han fluctuado durante la última década entre 20 y 30 mil t anuales.

En el caso de la merluza de cola, los mayores niveles de desembarque corresponden 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 dos años han experimentado un claro repunte superando las 30 mil t (Céspedes *et al.*, 2003).

Actualmente ambas unidades de pesquerías se encuentran regidas por el régimen de administración 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.

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

En este contexto, el FIP ha licitado y financiado 3 proyectos de evaluación hidroacústica de merluza del sur y 4 proyectos de evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en forma conjunta.



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

<b>Año</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Especie</b>	<b>Biomasa (t)</b>	<b>Abundancia</b>
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 2001-20	M. del sur	100.362	26.800.000
2001	FIP 2001-20	M. de cola	574.415	606.600.000
2002	FIP 2002-19	M. del sur	50.356	13.700.000
2002	FIP 2002-19	M. de cola	431.900	453.300.000

El Consejo de Investigación Pesquera, considerando, por una parte, que el área de concentración reproductiva constituye un fondo de desove que permite efectuar una estimación de la biomasa del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en dicha área (FIP, 2001); y por otra, la conveniencia de mantener una línea de investigación sobre los stock de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, decidió incluir en el Programa de Investigación Pesquera de 2003, un proyecto de evaluación directa de la biomasa de ambos recursos precitados mediante métodos acústicos, correspondiendo la entrega del preinforme final.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## 4. METODOLOGÍA

---

### 4.1 Crucero de prospección

#### 4.1.1 Area 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 realización del crucero de prospección se realizó entre el 15 y 31 de agosto del 2003.

La elección 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 concentración 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 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 (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, 2002).

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.

#### **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 “Betanzos” el que operó en faenas de pesca comercial durante la primera semana de septiembre.



## b) Sistema de ecointegración

La prospección acústica fue realizada con el sistema de ecointegración 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 ecointegración 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 ( $TS_{(esf)} = -33,6$  dB re  $1 \text{ m}^2$ ), también conocida como blanco estándar.

La estimación de la ganancia en modo TS ( $TS_{(gain)}$ ), se efectúa mediante un proceso iterativo, donde se estima la semidiferencia entre el valor de la respuesta acústica del blanco estándar ( $TS_{(medido)}$ ) y el valor de referencia ( $TS_{(esf)}$ ) y se aplica como factor de corrección a la ganancia en modo TS en uso ( $TS_0$ ).

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

El ajuste de las ganancias en modo de ecointegración ( $SV_{(gain)}$ ) se efectúa también mediante la aplicación de un factor de corrección a la ganancia actual de integración ( $SV_{(gain)}(0)$ ). Este factor se calcula como la razón logarítmica entre la integración medida del blanco estándar ( $S_A(medido)$ ) y su integración teórica ( $S_A(esf)$ ) mediante el siguiente procedimiento iterativo:



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

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

donde:

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

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

### c) Redes de pesca

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



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

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

### **4.2.1 Diseño de muestreo**

Se aplicó un diseño de muestreo de tipo sistemático, que es considerado como el más adecuado para estudios de estimación de la abundancia, precisión y distribución 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 también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

Se efectuaron 43 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, que cubran longitudinalmente entre el veril de los 200 a 500 metros de profundidad entre las latitudes 43°30' y 47°00'S (**Figura 3**). Este diseño de muestreo estuvo orientado a operar en un rango en el cual la ganancia en precisión frente a un aumento moderado del esfuerzo de muestreo es pequeña.

### **4.2.2 Identificación de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola**

Para efectuar la identificación de los ecotrazos correspondientes a merluza del sur y merluza de cola y la asignación de las unidades de ecointegración, se inspeccionaron los ecogramas, en lo que concierne al tipo y ubicación espacial de



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

La asignación de las unidades de eointegración, se realizó mediante el método propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribución a la integración ( $S_{A(i)}$ ) de una especie "i" a la integración total ( $S_{A(t)}$ ) del intervalo básico de muestreo es proporcional a su participación en la captura ( $w_i$ ) y su coeficiente de dispersión acústico ( $\sigma$ ).

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

Durante el crucero se efectuaron 36 lances de pesca, cuya distribución geográfica se entrega en la **Figura 3**.

#### 4.2.3 Estimación 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 área del recorrido de los lances.

Las mediciones se efectuaron en 36 lances, pero las capturas de ellos correspondieron en la mayoría de ellos al aporte combinado de merluza del sur y merluza de cola. Como el éxito 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 consideración lo señalado precedentemente y de conformidad con lo planteado en la propuesta técnica, se optó por estimar la fuerza de blanco utilizando las relaciones descritas para merluza del sur por Lillo *et al.* (1996) y para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) por Do y Surti (1993).



Merluza del sur	TS = 20*log(L) - 68,1 (dB)
Merluza de cola	TS = 20*log(L) - 72,7 (dB)

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

En el caso de la merluza de cola, se utilizaron también otras relaciones, como las obtenidas para hoki por Coombs y Cordue (1995), McClatchie *et al.* (2003) y Macaulay *et al.* (2002), Cordue *et al.* (2001). Además, con las mediciones de fuerza de blanco realizadas en 8 lances donde la merluza de cola representó sobre el 90% de la captura, se ajustó una relación de TS = 20\*log(L) - 69,6 con una varianza del intercepto de 9 dB.

#### 4.2.4 Estimación del coeficiente de ecointegración

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

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

donde:

- $\hat{C}_b$  = constante de ecointegración ( $t^*mn^{-2}*Sa^{-1}$  ref. 1 Sa)
- $\bar{w}$  = peso promedio de la merluza del sur o merluza de cola (kg)
- TS = fuerza de blanco promedio de la merluza del sur o merluza de cola (db)
- $S_A$  = unidades de ecointegración.



La varianza del coeficiente de eointegraci3n  $\hat{V}_{C_b}$  se estim3 como (Miranda, 1999):

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

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



$\sigma^2$ , es la varianza general de los residuos

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

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  $Z^*_v$  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 estimó entonces como:

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

donde  $A$  representa el área de estudio ( $\text{mn}^2$ ),  $\hat{Z}_{v(i)}^*$  el promedio de las lecturas de ecointegración de la especie “i” y  $\hat{C}_{b(i)}$  el coeficiente de ecointegración de merluza del sur o merluza de cola, según corresponda.

Por su parte la varianza de la biomasa se estimó 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 distribución espacial de cada recurso ( $\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$ ), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), quien aplica los principios de variables regionalizadas ó geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

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

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

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



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

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.

La varianza  $\hat{V}(Z_v^*)$  depende entonces de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para  $\bar{\gamma}(V, V)$ , de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para  $\bar{\gamma} (S, S)$  y de la posición de la red de muestreo en el campo para  $\bar{\gamma} (S, V)$  (Petitgas y Prampart, 1993).

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

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

La fracción desovante se estimó a partir de la ojiva de madurez, con los datos obtenidos durante el estudio (objetivo específico N° 3).



#### 4.2.6 Estimación de la abundancia (número)

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

$$W_j = f_j a L_j^b$$

donde:

$W_j$  = peso del intervalo de la clase "j" en la muestra

$f_j$  = número de individuos de la muestra perteneciente al intervalo "j"

$L_j$  = marca de clase del intervalo "j"

$a, b$  = coeficiente de la relación peso - longitud.

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

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

donde:

$N_t$  = Número total de individuos presente en la zona.

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

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

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



#### 4.2.7 Distribución espacial del stock de merluza del sur y merluza de cola

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

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

En geoestadística, el método intrínseco es una aplicación de la teoría de funciones aleatorias a la estimación local (mapeo) y a la estimación global (estimación de la abundancia). En este método, los datos son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales  $(Z(x_i) - Z(x_i+h))^2$  como función de su distancia  $h$ , definida mediante la ecuación:

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

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

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



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

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

Modelo esf3rico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde,  $c_0$  corresponde a la variabilidad de microescala,  $c_s$ ,  $c_e$  representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y  $a_s$ ,  $a_e$  los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan correlaci3n. La suma de ambas variabilidades ( $c_0 + (c_s ; c_e)$ ), representa el *sill* o nivel m3ximo de variabilidad.

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

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

donde  $H$  es el n3mero de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo al n3mero



de pares de datos  $N(h_i)$  utilizados para estimar  $\hat{\gamma}(h_i)$  y al inverso de la distancia  $D(h_i)$ . Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Bez y Fernandes, 2002).

La carta de distribuci3n espacial, se confeccion3 de acuerdo a una escala de categorías de densidad, cuyos rangos se determin3 de acuerdo a los resultados del crucero. 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 estadísticos 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 área de estudio, mediante la estimaci3n del índice de Gini a partir de la aplicaci3n de la curva de Lorenz. Esta se construye representando en el eje-x el porcentaje acumulado del área, mientras que el eje-y el porcentaje acumulado de biomasa. Si los peces est3n homog3neamente distribuidos, la curva de Lorenz correspondería a la funci3n identidad, pero si los peces est3n concentrados la curva es cóncava hacia la derecha. El Índice de Gini o índice de concentraci3n, se estim3 como dos veces el área comprendida entre la funci3n identidad y la curva de Lorenz (Myers y Cadigan, 1995).



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

#### **4.3.1 Composición de tallas del stock**

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

El análisis de los datos de tallas y proporción sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal y profundidad, según los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica en ambas especies efectuados entre el 2000 y 2002 (FIP 2000-14, FIP 2001-20, y FIP 2002-19, respectivamente).

Para la estimación de la composición de longitud por área de estudio se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de



pesca, empleando como factor de ponderación los valores de captura en número 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 número o en peso) del lance  $j$
- $n_j$  = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance  $j$
- $n_{jk}$  = Ejemplares de longitud  $k$  en la muestra del lance  $j$

La proporción sexual, de merluza del sur y de merluza de cola, se estimó basándose en la participación de los sexos en los muestreos de longitud. La proporción de sexos se estimó por la relación:

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

donde:

- $j$  = nº del lance de pesca
- $C$  = captura en número
- $s$  = sexo de la captura
- $n_{asj}$  = número de ejemplares de ambos sexos en lance  $j$
- $n_{sj}$  = número de ejemplares del sexo  $s$  en lance  $j$



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

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

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

donde:

$i$  = grupo de edad

$j$  = longitud total del pez

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

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

$n_j$  = número total de individuos de longitud  $j$ .



#### 4.3.2.2 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud ( $N_j$ ), se asignaron a las diferentes edades según 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 número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de talla es:

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

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

donde:

$N_j$  : número estimado de individuos a la longitud “j”

$N_{ij}$  : número estimado de longitud “j” que pertenecen a la edad “i”

$N_i$  : número estimado de individuos a la edad “i”.

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

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



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

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

puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

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

donde:

- $l_j$  = Proporci3n de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- $N$  = Tama1o de la muestra de longitudes
- $n_j$  = Tama1o de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- $q_{ij}$  = Proporci3n de  $n_j$  peces clasificados en el grupo de edad i
- $L$  = N1mero de estratos de longitud.

El primer t1rmino de la expresi3n entre par1ntesis 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 sistem1tico, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando m1todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m1todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy



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

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

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

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

donde el número de términos depende del exponente  $b$ .

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

##### **4.4.1 Trabajo a bordo**

Durante el crucero de prospección se fijaron 439 hembras de merluza del sur y 943 de merluza de cola. A cada ejemplar se le midió la longitud total (LT), el peso del cuerpo con una balanza de precisión de 10 g y se extrajeron las gónadas, las que se pesaron y fijaron en formalina 10% tamponada (Hunter, 1985). Adicionalmente para complementar los datos del cálculo de la talla media de madurez sexual, se analizaron 106 muestras de merluza del sur y 118 de merluza de cola provenientes de muestreos realizados en la zona de aguas interiores de la X y XI Regiones en el período del 1 al 13 de septiembre de 2003 (FIP 2002-07). En la presentación de los resultados, se indica específicamente el origen de esas muestras.



#### 4.4.2 Análisis de laboratorio

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

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



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 Gonadosomáticos

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:

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

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 (sólo merluza del sur), 4 y 5, además de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se había iniciado el proceso de vitelogénesis. La estimación de la talla media de madurez, en que el 50% de las hembras están sexualmente maduras y de la ojiva de madurez fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). El ajuste correspondió a una función logística generalizada, restringida a los parámetros identificados por " $b_0$ " y " $b_1$ ", en que  $P(LT)$  es la fracción de individuos maduros en función de la talla;  $LT$  es la longitud total, relacionados a través de la siguiente expresión:

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

La estimación de los parámetros de esta función permitió dar un primer ajuste de la talla media de madurez. Esta relación se realizó mediante un procedimiento no lineal siguiendo un cálculo iterativo de estimación, el que permitió lograr un mejor ajuste de la ojiva de madurez por una parte y por otra, de la estimación de la talla media de madurez. El ajuste de la función logística está dado por la relación descrita a continuación:

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

## c) Fecundidad modal

Para la determinación de fecundidad modal, se procesaron ovarios que estaban mantenidos en líquido de Gilson. La moda más avanzada de ovocitos vitelínicos



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 n3mero 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 presentar3n 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 n3mero 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 n3mero de ovocitos sedimentados en cada c3mara (Fischer y Balbont3n, 1970). En el proceso se utilizaron al menos dos submuestras. La fecundidad fue igual al n3mero 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 cojinoba 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 de 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 fue posible 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 taxón presa en cada estómago. Se emplea este método por sobre el volumétrico, porque considera que el peso es una variable adecuada cuando se recolecta gran cantidad de material, es relativamente fácil de aplicar, y entrega un estimado razonable del alimento consumido. Se expresa en forma porcentual del peso total registrado para cada ítem en el total de los estómagos

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

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

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



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

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

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

La agregación se definió como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical 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 morfol3gicos se consignan los siguientes criterios: el 1rea transversal, altura, extensi3n, elongaci3n y per3metro, mientras que de tipo batim3trico se consideran la distancia al fondo, profundidad e 3ndice de profundidad, seg3n se muestra en la **Figura 5**.

El 1rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect1ngulo a cada muestra  $S$  con un valor de amplitud sobre el umbral de eointegraci3n. La superficie del rect1ngulo  $Se$  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 1rea transversal de la agregaci3n (*Area*) es el resultado de la suma del 1rea de todos los rect1ngulos elementales:

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

A partir de las estimaciones b1sicas, 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 elongación (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregación y es definido básicamente como la relación entre el largo y el alto, donde valores elevados están asociados a agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

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

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

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

El análisis de los datos se efectuó mediante el análisis de componentes principales (Rencher, 1995), técnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, además, de reducir la dimensionalidad de los datos.

Posteriormente, fueron analizadas por separado las diferentes características morfométricas y batimétricas de las agregaciones, como también las diferencias latitudinales que presentan estas variables.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## **5. RESULTADOS**

---

### **5.1 Calibración del sistema de ecointegración**

La calibración acústica del sistema de ecointegración se desarrolló en Puerto Ballena en la zona de aguas interiores de la XI Región. 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 desempeño del sistema de pesca fue monitoreado mediante una sonda acústica de red, lo que permitió un seguimiento continuo de su desarrollo vertical (altura de la red).

Los valores de altura de la red medidos en un rango de profundidades de 170 a 480 metros, fluctuaron entre 30 y 37 metros de altura con un valor central de 34 metros.

### **5.2 Determinar la biomasa, abundancia y la distribución del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio**

#### **5.2.1 Biomasa y abundancia**

La prospección abarcó un área de 2.475 millas náuticas 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 estimó en 84.269 t, con un intervalo de confianza que varió ( $t_{\alpha/2 : 5\%} = 1,65$ ) entre 57.755 y 110.782 t, que representa un coeficiente de variación del 19,0%. La fracción desovante del stock estimada a partir de la proporción de individuos maduros (ojiva de madurez) alcanzó a 81.688 t, representando el 96,9% de la biomasa total.

La composición por sexo de la biomasa fue de 47.464 t (56,3%) de hembras y 36.805 t (43,7%) de machos, con un aporte de la fracción adulta del 97% en hembras y el 92,9% en machos.

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 21.321.834 ejemplares. Esta abundancia resulta del aporte de 10.234.480 (48%) de ejemplares machos y 11.087.354 (52%) de individuos hembras (**Tablas 4 y 5**).

### b) Merluza de cola

La biomasa de merluza de cola se estimó en 242.784 t con un coeficiente de variación del 10,5% y un intervalo de confianza entre 200.420 – 285.130 toneladas (**Tabla 2**). Esta biomasa corresponde al aporte de 66.680 t (27,5%) de machos y 176.104 t (72,5%) de hembras. La fracción adulta, considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total, se estimó en 242.298 t equivalentes al 99,8% de la biomasa total.



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 235.700.170 individuos. Esta abundancia resulta de la contribución de 74.511.984 ejemplares (32,5%) de machos y 161.188.186 (67,5%) de hembras (**Tablas 6 y 7**). La fracción adulta del stock estuvo representada por el 98,3% del stock (231.639.301 ejemplares).

### 5.2.2 Distribución espacial de la biomasa

#### a) Merluza del sur

Durante la prospección se evaluó un área de 2.475 millas náuticas cuadradas, con una distribución espacial (**Figura 6**) que mostró el patrón característico para este recurso en el área y período del estudio, esto es, ocupando una estrecha franja asociada a la plataforma y talud continental, con su centro de gravedad situado en la posición 45°17'S (d.s=0,8°) y 075°24'W (d.s=0,23°) y el sector de mayor concentración asociado a la isla Guamblin.

La distribución espacial de la merluza del sur al igual que lo observado en los años previos presentó un alto grado de concentración (**Figura 7**), expresado a través de un índice de Gini de 0,88, valor que se mantiene dentro de los niveles de 0,84, 0,82 y 0,86 observados en el trienio 2000-2002 para la misma área de estudio y período de estudio en los años 2000 y 2001 y un desfase de +20 días en relación con el 2002. El alto grado de agregación en la distribución de este recurso, es concordante con el proceso reproductivo del stock (desove activo) detectado durante el período del crucero.



Esta situación se refleja también en los parámetros del variograma estimado, que muestra una distribución estructurada donde la varianza es explicada en un 82% por el modelo y el 18% restante corresponde a variabilidad de microescala o efecto pepita. El rango se estimó en 4 millas náuticas (**Figura 8**).

#### **b) Merluza de cola**

En el caso de la merluza de cola, su distribución espacial también se encontró asociada a la plataforma y talud continental, con el sector de mayor concentración situado en el sector central (isla Guamblin) y en menor magnitud en los sectores norte (isla Guafo) y sur (cabo Raper) del área de estudio (**Figura 9**). El centro de gravedad de la distribución se localizó en la latitud  $45^{\circ}04'S$  (d.s.  $0,8^{\circ}$ ) y longitud  $075^{\circ}19'W$  (d.s.  $0,2^{\circ}$ ).

El uso del espacio por parte de este recurso permitió estimar un índice de Gini de 0,85 indicador de la presencia de un recurso con un nivel relativamente alto de agregación y superior a los valores observados en los años previos de 0,79 (2001) y 0,81 (2002) (**Figura 10**).

Los datos de densidad fueron ajustados a un modelo de variograma exponencial, estimándose un rango de 3,6 millas náuticas, la variabilidad de microescala representó el 45% y el modelo aportó el 55% de la variabilidad total (**Figura 11**).



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

#### **5.3.1 Composición de tallas y proporción sexual**

##### **5.3.1.1 Merluza del sur**

###### **a) Muestreo**

En el análisis espacial fue empleada la subdivisión longitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2003), que comprende las siguientes áreas: Área 1, entre 43°30' y 44°29' L.S. denominada Guafo; Área 2, entre 44°30' y 45°29' L.S. denominada Guamblin; y Área 3, entre 45°30' y 47°29' L.S. denominada Taitao. Respectivamente, para cada una de las áreas fueron muestreados 116, 836 y 298 ejemplares de merluza del sur, sumando un total para el área de estudio de 1.250 individuos (**Tabla 8**).

###### **b) Distribución de la estructura de talla en la zona de estudio**

La estructura de talla de merluza del sur registrada durante el crucero estuvo compuesta en un 96% por ejemplares adultos, es decir, de longitud superior a 70 cm (**Tabla 8**) y en consecuencia una escasa presencia de ejemplares juveniles. La distribución de talla de ambos sexos fue unimodal, entre 70 y 94 cm, y un promedio de 80,5 cm (**Figura 12, Tabla 8**).

Las hembras registraron una distribución de talla desplazada a la derecha (tallas mayores), con una moda entre 75 y 94 cm y talla promedio 83 centímetros. Los machos en cambio, presentaron una moda principal entre 70 y 84 cm y 78 cm de



promedio de talla. Este desplazamiento de distribuci3n de talla entre machos y hembras se present3 en las tres 1reas (**Figura 12**).

Longitudinalmente, en las tres 1reas (Guafo, Guamblin y Taitao) las distribuciones de tallas no registraron grandes diferencias, pudiendo formar parte de una similar familia de composici3n de talla (**Figura 12**), con tallas promedios similares de 81 cm para Guafo y Guamblin, y 78 cm en Taitao (**Tabla 8**), no detect1ndose evidencias claras de patrones latitudinales en la estructura de tallas.

En el sentido batim3trico y considerando rangos de profundidad de 100 metros, (200-299, 300-399 y 400-499 m), las estructuras de tallas observadas en el rango m1s superficial registran una estructura compuesta por ejemplares de menor tama1o en relaci3n con los rangos batim3tricos m1s profundos (**Figura 13**). Sin embargo, estos cambios de estructura en sentido batim3trico son m1s notorios hacia los sectores extremos del 1rea de estudio (Guafo y Taitao), mientras que en el sector de Guamblin las variaciones en el sentido batim3trico son menores (**Figura 14**).

### c) Proporción sexual

La proporci3n sexual de merluza del sur en el 1rea de estudio estuvo en un 52% de hembras y 48% de machos, lo que resulta en una proporci3n de 0,9:1 manteni3ndose en niveles similares a los registrados el a1o 2001 y 2002 (Lillo *et al.*, 2003).

Longitudinalmente, la proporci3n sexual estuvo dominada por los machos en los sectores de Guafo (63%) y Taitao (58%), en cambio, en el sector de Guamblin se registr3 un predominio de las hembras (57%) (**Tabla 8**).



Batimétricamente, se registró un predominio de los machos en los niveles superficial (200-299) y profundo (400-499), en tanto fueron las hembras quienes marcaron mayor presencia en el rango 200-299 metros (**Tabla 8**)

**d) Distribución de talla del crucero de investigación y la pesca comercial en la zona de estudio**

Las distribuciones de tallas del crucero de investigación 2003 fueron analizadas respecto de las estructuras de tallas de la captura comercial de la flota arrastrera fábrica y arrastrera hielera para la misma área y período de estudio (**Figura 15**). En general, tanto las distribuciones de tallas de machos, hembras y ambos sexos proveniente del Crucero, no presentaron variaciones significativas respecto de las distribuciones de la pesca comercial (**Figura 15**), hecho que se refleja en el estrecho rango de los valores de la talla promedio estimados a partir de las capturas de los arrastreros fábrica (79,0 cm), arrastreros hieleros (80,4 cm) y B/C “Abate Molina” (80,5 cm), lo que sugiere la presencia en el área y período de estudio de una similar familia en la composición de tallas de merluza del sur.

**e) Distribución de talla del crucero 2003 respecto de los cruceros anteriores en la zona de estudio**

La información obtenida en el crucero de investigación del 2003 fue comparada respecto de los resultados obtenidos en tres cruceros anteriores efectuados para la misma zona de estudio y similar metodología, en los buques arrastreros fábricas B/F “Betanzos” (2000) y B/F “Unzen” (2001-2002), empleando en ambas naves una red de arrastre no selectiva. Además, se comparan los resultados obtenidos en el crucero del 2003 de aguas exteriores respecto de los resultados obtenidos



en el crucero efectuado en septiembre del 2003 en aguas interiores de la X y XI Región, también realizado a bordo del B/C “Abate Molina”.

Las distribuciones de tallas de merluza del sur provenientes del presente estudio y las estructuras de tallas observadas en los cruceros anteriores, registraron una moda principal, sustentada en ejemplares adultos entre los 70 y 89 cm (**Figura 16**), sin que la composición de talla de merluza del sur haya experimentado cambios importantes en el período 2000 y 2003, como tampoco lo ha experimentado la proporción sexual que siempre ha sido dominada por las hembras. Sin embargo, es interesante de destacar la progresiva disminución que ha experimentado la proporción de ejemplares juveniles en el período mencionado. Así se tiene, que la fracción juvenil que se estimó en un 20,5% en el 2000, se redujo al 18,4%, 10,8% y 5,8% en el trienio 2001-2003.

Al analizar las distribuciones de talla de merluza del sur del período 2001-2003 diferenciados por zonas latitudinales, se observa que en ellas se sustentan sobre la base de una moda principal similar (**Figura 17**), no obstante que se registran diferencias originadas principalmente por las variaciones en la presencia de ejemplares juveniles (<70 cm) en la estructura. Por ejemplo, en los cruceros efectuados los años 2000 y 2001 fue cuando se registró la mayor presencia de ejemplares juveniles asociadas a las áreas Guafo y Guamblin, mientras en los dos años siguientes ( 2002 – 2003) su presencia ha sido escasa.

En lo que respecta a las distribuciones de tallas por rango de profundidad, en todos ellos las estructuras de tamaño se basan en una moda principal adulta centrada entre los 70 y 89 cm (**Figura 18**). También es posible observar que es posible apreciar algún tipo de gradiente batimétrico consistente de las tallas en los años de estudios. Por otro lado, las estructuras marcan sus diferencias en la



participación de ejemplares juveniles, siendo importante la presencia de dicha fracción en los años 2000 y 2001 en el estrato de profundidad 300 y 399 m; situación que no fue observada en los años 2002 y 2003 (**Figura 18**).

Sin embargo, donde sí es posible observar diferencias significativas en las estructuras de tallas, es al comparar los resultados del crucero 2003 realizado en aguas interiores de la X y XI Región respecto los resultados del presente estudio (**Figura 19**). La estructura de tallas de aguas interiores se caracterizó por estar representada por una fracción juvenil (82%) de talla promedio de 60 centímetros. En cambio, como fue mencionado, en aguas exteriores la fracción dominante es adulta (**Figura 19**) con una talla promedio de 80,5 centímetros. Esta evidencia muestra una segregación espacial de la estructura poblacional de merluza del sur durante el invierno austral, en donde parte importante de la fracción juvenil de merluza del sur se encuentra en aguas interiores y en cambio la fracción adulta se concentra en aguas exteriores asociadas a su proceso de desove.

### 5.3.1.2 Merluza de cola

#### a) Muestreo

En el análisis espacial fue empleada la misma subdivisión descrita para merluza del sur, y aplicada por Lillo *et al.* (2001, 2002 y 2003), estas son: Área 1, entre 42° y 44°29' L.S. denominada Guafo; Área 2, entre 44°30' y 45°29' L. S. denominada Guamblin; y Área 3, entre 45°30' y 47°29' L. S. denominada Taitao. El total de ejemplares de merluza de cola medidos fue de 4.786 ejemplares, dividido en 941, 2.720 y 1.125 individuos para las áreas Guafo, Guamblin y Taitao, respectivamente (**Tabla 9**).



## b) Distribución de la estructura de talla en la zona de estudio

La composición de la estructura de tallas de la captura de merluza de cola se caracterizó por el predominio de los ejemplares adultos ( $> 55$  cm) que constituyeron el 98,6% de los ejemplares capturados (**Tabla 9**). La talla promedio se estimó en 71 cm y la composición en tallas presentó una distribución unimodal centrada entre los 60 y 79 cm (**Figura 20**). Las estructuras de tallas de ambos sexos registraron distribuciones similares, con un leve desplazamiento hacia ejemplares de mayor tamaño por parte de las hembras con una talla promedio de 72 cm en relación con los 69 cm observados en los machos (**Figura 20**).

Longitudinalmente (norte-sur), las estructuras de talla de merluza de cola presentaron para toda el área de estudio distribuciones unimodales comprendidas entre los 60 y 79 cm de longitud total (**Figura 20**), situación que se verificó en toda el área y para ambos sexos, no obstante, que en la zona de Guamblin las hembras presentan una distribución levemente desplazada hacia ejemplares mayores en relación con las otras dos zonas.

En el sentido batial, las estructuras de tallas muestran una tendencia al aumento del tamaño de los ejemplares con el aumento de la profundidad (**Figura 21**), lo que indicaría un posible gradiente batimétrico de las tallas modales de la merluza de cola. Así se tiene que en el rango de 200-299 m la moda se centró entre los 60 y 64 cm de longitud total, aumentando 65-69 entre los 300-399 m y, finalmente, 75-79 cm en los 400-499 m de profundidad (**Figuras 21 y 22**); manteniéndose en cada uno de los rangos de profundidad el predominio de las hembras (64% a 75%) respecto de los machos (**Tabla 9**).



### c) **Proporción sexual**

La proporción sexual en el área de estudio se estimó en un 68% de hembras y 32% de machos, lo que equivale a una proporción aproximada 2 : 1, manteniéndose la mayor representación de las hembras observada durante los estudios efectuados los años 2001 y 2002 (Lillo *et al.*, 2003)

La situación antes señalada, es decir, la mayor representatividad de las hembras se mantuvo en el plano longitudinal como batimétrico, donde las hembras constituyeron entre el 67% y 73% de los ejemplares respecto de los machos (**Tabla 9**).

### d) **Distribución de talla del crucero de investigación y la pesca comercial en la zona de estudio**

Las estructuras de tallas de merluza de cola obtenidas en el crucero del 2003 y las provenientes de la actividad de pesca de la flota arrastrera hielera para el mismo período y zona de estudio, muestran una composición global (ambos sexos) levemente desplazada hacia ejemplares un poco mayores en la composición de la flota comercial, originado por el mayor tamaño de las hembras capturadas por la flota comercial, por cuanto en lo que respecta a los machos la estructura fue similar (**Figura 23**). Estos antecedentes sugieren que en el área de estudio habría una familia similar de composición de tallas en merluza de cola.

### e) **Distribución de talla del crucero 2003 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio**

En general en los cuatro años de cruceros, para toda el área de estudio la estructura de talla de merluza de cola se sustenta principalmente sobre una fracción



adultas, con una estructura modal entre los 60 cm y 84 cm, es decir, en una amplitud de 24 cm aproximadamente (**Figura 24**). Las principales diferencias entre las estructuras radican en la presencia de ejemplares juveniles, que fueron principalmente registrados en los cruceros de los años 2001 y 2002, mientras que las estructuras del 2000 y 2003 fueron de características adultas. Salvo el crucero efectuado el año 2002, en el stock de merluza de cola han predominado las hembras, cuyo aporte en el presente estudio varió entre el 55% y el 68% (**Figura 23**).

Tanto en la distribución longitudinal como batimétrica de las estructuras de tallas (**Figuras 25 y 26**), se vislumbra en general una alta variabilidad interanual sin que se aprecie algún tipo de gradiente longitudinal o batimétrico, excepto el 2003, en la composición de la estructura de tallas. Las fracciones juveniles como adultas han estado presentes tanto en los rangos de menor y mayor profundidad.

Sin embargo, la mayor diferencia en la estructura de merluza de cola fue registrada entre la composición de talla proveniente del crucero de aguas interiores de la X y XI Región de septiembre de 2003 respecto del presente estudio (**Figura 27**). En aguas interiores se registró una fuerte presencia de ejemplares juveniles de un rango de tamaños de 20 a 54 cm, tallas que no fueron registradas en el crucero de aguas exteriores durante el mes de agosto de 2003. Los resultados correspondiente a aguas interiores son nuevos y únicos; y sugieren segregaciones espaciales y temporales entre la fracción adulta y juvenil de merluza de cola.



#### **5.3.1.4 Estructura de edades del stock**

##### **a) Claves talla – edad**

En el Crucero de Evaluación se colectaron 743 pares de otolitos sagitta de merluza del sur, 307 correspondieron a machos y 436 a hembras. Para merluza de cola el número de otolitos muestreados ascendió a 921 pares, de los cuales 119 correspondieron a machos y 802 a hembras. Los archivos base de la información 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 centímetros.

Para merluza del sur, los grupos de edad (GE) mayores o iguales a veinticuatro años, se engloban en 24+ al presentarlos en la matriz, dado que históricamente se encuentran con poca representación por GE, manteniéndose de este modo el formato en que se han analizado las series históricas de esta pesquería. El grupo 24+ está representado por las hembras que son las que alcanzan mayores tallas y longevidades. Para merluza de cola, la matriz abarca desde el grupo de edad 1 hasta el grupo de edad 17. La estructura de edad se muestra separada por sexo, debido a su crecimiento diferencial.

El análisis de muestras para la determinación de edad, comprendió distintos pasos tendientes a comparar la asignación de edad que se realiza en diferentes proyectos en que se estudia la edad de las especies contempladas en este crucero de evaluación. Esta es una etapa que requiere un particular esfuerzo en compartir análisis y relecturas de muestras a fin de asegurar que los criterios de discriminación de anillos de crecimiento, tanto secundarios como anuales se mantengan en el tiempo y a través 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.

En ambos sexos la estructura demográfica del stock muestra la presencia de una moda principal que comprende los grupos de edad X a XIV en machos y XI a XIV, donde la contribución de cada GE al tamaño del stock supera el 10% (**Tabla 4 y 5**).

En machos, los GE que componen la moda principal aportan el 66% del total de la estructura del stock, destacando los GE XI y XII con una contribución del 18,2% y 14,8% respectivamente. En hembras, los GE XI a XIV representaron el 59% de las hembras con tres grupos con una participación de similar magnitud (XII-XIV) donde cada uno aporta porcentajes entre 15,4 y 16,2% (**Tabla 4 y 5**).

La distribución agregada (ambos sexos), muestra una situación demográfica donde predominan los GE XI a XIV, que en conjunto representaron el 56,7% de la estructura del stock, el cual se encuentra sustentado por cuatro grupo de clases anuales correspondientes a peces nacidos entre los años 1989 y 1992, que aportan de forma relevante en la estructura etárea (**Tabla 10**).

Mediante bootstrapping, con iteración de la matriz de edades, tanto para machos, como para hembras y empleando 1.000 recálculos se estimó la variación a que está sujeta la cifra de abundancia en cada grupo de edad. Se estimó la desviación



estándar (**Tabla 10**) y se presenta en la **Figura 28**, la estructura de la abundancia por GE en línea continua y su intervalo de confianza calculado en base a dos desviaciones positivas y negativas en línea punteada. Se incluyeron años anteriores que permiten apreciar la variación experimentada en la zona y período de estudio, de la abundancia y estructura por grupos de edad, destacando la disminución en la participación de los GE mas juveniles durante el 2003.

### c) **Composición del stock de merluza cola por grupo de edad (GE)**

La estructura demográfica de la merluza de cola estuvo integrada por ejemplares pertenecientes a los GE III a XIV, con la presencia de seis grupos predominantes (V-X) pertenecientes a peces nacidos entre 1993 y 1998 que representaron el 91,2% de la estructura etárea del stock de merluza de cola (**Tablas 6 y 7**).

Al desagregar por sexo, los machos presentan una distribución etárea que abarca los GE III a XII, pero donde la participación más importante corresponde a los GE VI a X que constituyeron el 78,2% del stock (**Tablas 6 y 7**).

En el caso de las hembras su distribución es mas amplia concurriendo a ella ejemplares de los GE III a XIII, pero donde aparecen 6 clases (V-X) cuya participación individual supera el 10% e integrados alcanzaron el 89,7% (**Tabla 6 y 7**).

Mediante bootstrapping, con iteración de la matriz de edades y empleando 1000 recálculos se estimó la variación a que está sujeto la cifra de biomasa en número en cada grupo de edad. Se estimó la desviación estándar **Tabla 11** y se presenta en la **Figura 29**, la estructura de la abundancia por GE en línea continua y su intervalo de confianza calculado en base a dos desviaciones positivas y negativas en línea punteada. Se incluye los años anteriores que permiten apreciar los



cambios experimentados en la zona, en abundancia, proporción sexual y estructura de edades.

En esta serie 2000 - 2003, cada año cuenta con la data biológica y de edad correspondiente a cada Crucero de Evaluación, excepto el 2000, en que no se tuvo como objetivo determinar la edad de merluza de cola. Se empleó en su reemplazo la clave edad – talla de la pesquería sur-austral para ese año, como un medio de poder expandir la abundancia estimada y tener una aproximación de la estructura que la sustentaba.

#### **5.4 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación**

##### **5.4.1 Estadios de madurez sexual (EMS)**

###### **a) Merluza del sur**

En la merluza del sur, el análisis de los estadios de madurez sexual mostró que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron a un 15% del total de hembras y los estadios correspondientes a un proceso de desove activo (EMS 3A y 4) más lo que habían desovado recientemente (EMS 5) representaron el 49% del total. El EMS con la mayor representación correspondió a hembras en maduración (EMS 3) y próxima al desove (36%). De esto se desprende que en el período de muestreo las hembras estaban en proceso de desove o desovadas (**Figura 30**).

Al analizar los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observó que los escasos peces virginales correspondieron mayoritariamente a



hembras entre los 70 y 79 cm LT y que las hembras en maduración se detectaron a partir del mismo grupo de longitudes. Por lo tanto, en este rango de tamaños se pueden encontrar tanto peces inmaduros como maduros (**Figura 31**).

#### **b) Merluza de cola**

En el caso de la merluza de cola, las hembras inmaduras correspondieron a un 31% del total y los peces maduros junto a los que ya habían desovado alcanzaron a un 65%. Las hembras en proceso de desove correspondieron sólo a un 3% y en maduración sexual (EMS 3) a un 4% del total de hembras. De esto se desprende que en el período de muestreo la mayor parte de las hembras ya habían desovado (EMS 5) y probablemente en algunas de las de mayor talla las gónadas estaban en recuperación, las que en una etapa avanzada se integran, de acuerdo al ciclo de maduración gonadal, junto a los peces inmaduros en el EMS 2 (**Figura 32**).

Al analizar los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observó que en el grupo de longitud de 51-60 cm, se encontraron hembras inmaduras junto hembras que ya habían desovado, aumentando progresivamente hacia los grupos de longitud mayores las hembras en maduración, maduras y desovadas (**Figura 33**).

### **5.4.2 Índice gonadosomático (IGS)**

#### **a) Merluza del sur**

El IGS presentó un valor promedio ( $\pm$  desviación estándar) de  $5,2 \pm 4,8$  y con valores individuales extremos de 0,4 y 31,3. 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 34**).

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 determinó la manera en que este promedio cambia en peces inmaduros y maduros. En la **Figura 35** se observa que los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 1,1 del IGS. En cambio, en los EMS más avanzados el IGS aumentó de 5,6 en el EMS 3, a 12,8 en el EMS 4. Este elevado valor refleja el proceso de hidratación de las gónadas que había experimentado una proporción de las hembras.

#### **b) Merluza de cola**

El IGS alcanzó un bajo valor promedio ( $\pm$  desviación estándar) de 1,4 ( $\pm$  2,9), con valores individuales extremos de 0,1 y 39,9, reflejando la gran dispersión en los valores del índice causada por la presencia de peces inmaduros de pequeña talla, hembras con gónadas en maduración y un pequeño porcentaje de peces con gónadas hidratadas.

Al analizar los datos con las hembras separadas en grupos arbitrarios de longitud total, se observa que el IGS se mantuvo bajo hasta el grupo de 61-70 cm LT. En las tallas mayores, se produjo un incremento sostenido del IGS, junto a un aumento en la desviación estándar, lo que indica que en esos grupos de longitud estaban presentes hembras con diferentes pesos gonadales y en diferentes EMS (**Figura 36**).



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 determinó la manera en que este promedio varía en peces inmaduros y maduros. En la **Figura 37** se observa que los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 0,5 del IGS. En cambio, en los EMS más avanzados el IGS aumentó de 6,2 en el EMS 3 a 12,8 en el EMS 4. Este valor refleja el proceso de hidratación que habían experimentado las gónadas de unos pocos individuos. En las hembras que ya desovaron, el IGS descendió a 1,0.

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

##### **a) Merluza del sur**

Los datos disponibles de EMS para la merluza del sur de aguas exteriores comprendieron las clases de tallas entre los 71 y 103 cm LT. Todas las hembras de la clase 71 cm LT estaban sexualmente maduras y las inmaduras estuvieron presentes a partir de la clase de 73 cm LT, esta particular distribución de los EMS de acuerdo a la talla, no permitió el ajuste de los datos al modelo para el cálculo de la talla media de madurez. Para disponer de una distribución de tallas que incluyera peces de menor tamaño que los capturados en aguas exteriores, se incluyeron los datos de merluza del sur obtenidos en el interior de los canales correspondientes al proyecto FIP 2002-07 que realiza el IFOP, con clases de tallas a partir de los 49 centímetros. La información se procesó y se ajustó la ojiva de madurez de acuerdo a un modelo lineal, para posteriormente realizar un ajuste no lineal de los parámetros  $b_0$  y  $b_1$  del modelo, dando una estimación de la talla media de madurez o talla 50% de 68,4 cm LT (**Tabla 12**). La proporción estimada de individuos maduros, el error de la estimación y los límites de confianza inferior y



superior del 95% se incluyen en la **Tabla 13** y se muestran gráficamente en la **Figura 38**. La talla media de madurez de las hembras provenientes sólo de aguas interiores fue de 68,5 cm LT.

#### **b) Merluza de cola**

Los datos disponibles para la merluza de cola comprendieron las clases de tallas entre los 52 y 102 cm LT, comenzando a observarse, aunque escasamente representados, peces sexualmente maduros a partir de la clase de talla de 60 cm LT dominando numéricamente en estas clases de talla hasta los 70 cm los peces inmaduros. Esta situación es discrepante con la información disponible sobre talla media de madurez de esta especie, ya que esta ha variado en los últimos años entre los 53,3 y 56,7 cm LT. Entonces al igual que en la merluza del sur, se recurrió a los datos obtenidos en aguas interiores (FIP 2002-07), para completar el rango de tallas, particularmente en su extremo inferior. En este caso, las hembras en un rango de 32 a 101 cm LT estaban en un 94% maduras, incluyendo los peces de 32 y 33 cm LT.

Con datos tan dispares entre los peces de aguas exteriores e interiores, no se pudo estimar una talla media de madurez sexual en la merluza de cola que entregara resultados coherentes con lo señalado en la literatura. Sin embargo, es interesante la presencia de hembras de merluza de cola que maduraran a tallas tan pequeñas en la pesquería austral.



#### 5.4.4 Fecundidad

##### a) Merluza del sur

La fecundidad modal promedio ( $\pm$  la desviación estándar), fue de 1.257.123 ( $\pm$  729.804) ovocitos. En la **Tabla 14** se incluyen otras estimaciones de fecundidad modal promedio realizadas en merluza del sur. Se observa que la fecundidad calculada en el presente estudio fue relativamente baja, pero está dentro del rango de valores previos. La fecundidad relativa promedio, expresada como el número de ovocitos por gramo de pez menos el peso de la gónada, fue de  $261 \pm 104$  ovocitos.

En la merluza del sur, el mejor ajuste se obtuvo 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 0,58 (**Figura 39**). Los datos de fecundidad modal y LT se ajustaron a un modelo de potencia, con un  $R^2$  igual a 0,51 (**Figura 40**).

##### b) Merluza de cola

La fecundidad total promedio ( $\pm$  la desviación estándar), fue de  $363.041 \pm 204.720$  ovocitos, con una fecundidad relativa, expresada como el número de ovocitos por gramo de peso corporal, de  $237 \pm 101$  ovocitos. En la **Tabla 15** se incluyen otras estimaciones de fecundidad promedio realizadas en merluza de cola, junto a datos comparativos de la distribución de los EMS.

El mejor ajuste para la relación entre la fecundidad total 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 41**). Los datos de fecundidad total y LT se ajustaron a un modelo de potencia, con un  $R^2$  igual a 0,43 (**Figura 42**).



### **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 36 lances de identificación realizados, estuvo compuesta por cinco especies, cuatro del grupo peces **Merluccius australis**, **Macruronus magellanicus**, **Seriolella punctata** (cojinoba moteada), **Brama australis** (reineta) 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 a las especies objetivos, que representaron el 90,4% de la captura en peso del crucero distribuidas en un 79,6% de merluza de cola y 10,8% de merluza del sur, mientras que en términos numéricos constituyeron el 98,2% correspondiendo a merluza de cola el 94,8% y el 3,4% a merluza del sur (**Tabla 16**).

De acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior, el aporte de la fauna acompañante a la captura total alcanzó el 9,6% en peso y el 1,8% en número y dentro de este grupo de especies el principal aporte fue realizado por la jibia que representó el 9,4% y 1,6%, respectivamente. Las otras dos especies presentes en la captura tuvieron un aporte marginal de 0,1% tanto en peso como en número.

La distribución espacial de las capturas obtenidas a partir de los lances de identificación (**Figura 43**), muestra que en el sentido longitudinal (norte-sur) tanto la merluza del sur como la merluza de cola registran presencia en toda el área de estudio, que fueron capturadas en el 83% la merluza del sur y en el 81% la merluza de cola de los lances efectuados. Una situación similar se observa para la jibia, principal especie componente de la fauna acompañante que presentó una



distribución muy similar a la registrada para las especies objetivos del proyecto, estando presente en el 90% de los lances realizados.

La presencia de las otras dos especies fue más esporádica, en el caso de la cojinoba moteada circunscrita a la zona de la isla Guamblin (3% de presencia) y la reineta con una distribución longitudinal más amplia (8,3% de presencia), pero en niveles de captura muy bajos (**Figura 43**).

## **5.6 Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio**

### **5.6.1 Merluza del sur**

En laboratorio fueron procesados y analizados 185 estómagos de merluza del sur, provenientes de 743 individuos muestreados a bordo del crucero de investigación (**Tabla 17**), de los cuales 550 estómagos (74%) registraron estómagos vacíos. El área con mayor registro de estómagos analizados en laboratorio fue Guamblin con 132 muestras (**Tabla 18**).

La dieta principal según los indicadores numérico, gravimétrico y frecuencia fue merluza de cola (**Tabla 18**), seguido de otras presas de peces, como el grupo de los mictófidios y merluza de tres aletas. El ítem crustáceo registró escasos valores en la dieta de merluza del sur, destacándose la presencia del camarón *Pasiphaea doffleini* (**Tabla 18**).

El Índice de Importancia Relativa (IRI) confirma que la dieta principal de merluza del sur en el período de estudio fue merluza de cola (IRI 94%), seguido de restos



de peces, mictófidios y merluza de tres aletas (**Tabla 19**). Esta información se sustenta en los datos registrados en el área de Guamblin, debido a que las restantes áreas registraron un escaso número de estómagos, información que no permite sustentar posibles cambios en la dieta respecto a factores espaciales.

El indicador IRI estimado para el período 2000 a 2003 a partir de los datos colectados durante los cruceros de prospección de merluza del sur en aguas exteriores más el crucero hidroacústico realizado en aguas interiores de la X y XI Región en el 2003, confirman a merluza de cola (IRI entre 81,2 y 99,6%) como dieta principal de merluza del sur (**Tabla 20**), siendo habitual también encontrar en la dieta de aguas exteriores a presas como merluza de tres aletas, mictófidios y crustáceos. Una situación diferente se observó en la dieta de merluza del sur en la zona de aguas interiores de las regiones X y XI, pues allí se registró presencia de canibalismo y una mayor participación de los crustáceos en la dieta, especialmente de la presa camarón (**Tabla 20**). Por otro lado, la frecuencia de estómagos vacíos y con contenido en la muestra biológica en los cuatro años de cruceros de investigación ha registrado variaciones, que han fluctuado entre un 25% a 55% los estómagos con contenido, mientras que los estómagos vacíos han representado entre un 42% y 74%.

La distribución de talla de la presa de merluza de cola encontrada en los estómagos de merluza del sur durante el presente estudio se sobrepone a las estructuras de tallas de merluza de cola registrada en los tres cruceros anteriores de aguas exteriores (**Figura 44**), destacando que el grueso de la dieta se basa en ejemplares juveniles entre 25 y 55 cm, siendo poco frecuente la presencia de ejemplares adultos superiores a 65 centímetros. Sin embargo, la estructura de talla de merluza de cola registrada en los estómagos de merluza del sur proveniente del crucero de aguas interiores de la X y XI Región (septiembre de



2003) se sustentó en ejemplares juveniles entre 5 y 20 cm, registrándose tallas que no registradas en la dieta de los cruceros de aguas exteriores (**Figura 16**).

### 5.6.2 Merluza de cola

Los estómagos de merluza de cola analizados en laboratorio fueron 172 muestras (19%), correspondiente a 921 individuos muestreados a bordo del crucero de investigación (**Tabla 21**), de los cuales 596 estómagos (65%) registraron estómagos vacíos, y 204 individuos (22%) registraron estómagos con contenido. El área con mayor registro de estómagos analizados en laboratorio fue Guafo (88 estómagos), seguido de Guamblin (62 estómagos).

La dieta de merluza de cola se basa en especies de crustáceos y peces (**Tabla 22**), siendo la dieta principal en términos numérico y frecuencia *Euphausia mucronata*, seguido de mictófidios (*Lampanyctus sp*) y camarón (*Pasiphaea doffleini*). En cambio, en términos gravimétrico los mayores aportes a la dieta son efectuados por los peces mictófidios y el camarón (**Tabla 22**).

El Índice de Importancia Relativa (IRI) identifica como principal presa en merluza de cola para la zona y período de estudio a *Euphausia mucronata* (34%), seguido del mictófidio *Lampanyctus sp* y el camarón (*Pasiphaea doffleini*) (**Tabla 23**), siendo las restantes presas principalmente mictófidios. Sin embargo, la importancia de la dieta registrada en Guafo y Guamblin presentó variaciones, en ambas áreas el mictófidio *Lampanyctus sp* superó a eufáusidos como también el camarón registró incremento en su importancia en Guamblin, respecto de las dos presas antes mencionadas. Estos antecedentes, muestran que merluza de cola en el presente estudio registró un balance en la dieta entre crustáceos pequeños (eufáusido y camarón) y peces pequeños (mictófidios).



La dieta de merluza de cola registrada en los cruceros de investigación de los años 2002 y 2003 han identificado a eufáusidos como su principal componente y en segundo orden los mictófidos (**Tabla 24**); presentándose un balance entre el grupo de los crustáceos (57%) y el grupo de los peces (43%). La excepción a estos antecedentes fue registrada en la dieta del año 2001, en donde el ítem Salpa registró el mayor valor de importancia (85%) (**Tabla 24**). Entre la amplitud de la dieta de merluza de cola es importante señalar la presencia de canibalismo en el año 2002 (23%), (**Tabla 24**).

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

Se procesó y analizó un total de 207 agregaciones mediante el programa Sonardata Echoview, correspondientes a merluza austral y merluza de cola, información extraída de las transectas de prospección acústica y lances de reconocimiento.

En la **Tabla 25** se entregan los estadísticos estimados los descriptores morfológicos y morfométricos de las 207 agregaciones registradas durante el crucero.

### **5.7.1 Descriptores morfológicos**

Longitud de la agregación (Figura 45): La longitud promedio de las agregaciones alcanzó los 2.355 m variando entre los 50 y 15.091 metros. La distribución de frecuencia del descriptor, entrega la mayor frecuencia relativa centrada en los 400 m (6,3% de las observaciones). El 50% de las observaciones o la mediana se ubicó en los 1.600 metros.



Altura promedio de las agregaciones (Figura 46): La altura promedio de las agregaciones de esta especie alcanz3 los 39,2 m, con una distribuci3n de frecuencia normal presentando una moda centrada en los 35 m, valor coincidente con la mediana.

Área de las agregaciones (Figura 47): El área promedio fue de 112.864 m<sup>2</sup>. 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 5000 m<sup>2</sup> de área con 10% de las observaciones en dicho valor. Un 37% de las observaciones correspondi3 a agregaciones de tamaño superior a los 100.000 m<sup>2</sup>.

Perímetro de las agregaciones (Figura 48): El perímetro detectado en las agregaciones de merluza austral y merluza de cola gener3 un valor promedio de 13.373 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 9,1% de las observaciones. El 48% de las agregaciones present3 perímetro sobre los 10.000 metros.

Elongaci3n de la agregaci3n (Figura 49): Este descriptor present3 un valor promedio de 63,6, con una distribuci3n de frecuencia desplazada hacia el sector izquierdo de la curva con una frecuencia principal en el valor 15. Un 19% de las observaciones presentaron valores sobre 100 en la relaci3n de aspecto largo/alto.

Dimensi3n fractal (Figura 50): Refleja el grado de cohesi3n de los peces que conforman la agregaci3n, siendo los valores cercanos a 1 representantes de agregaciones mas compactas o proporcionales a la forma de un cuadrado, mientras que los valores cercanos a 2 representan formas mas irregulares. Este descriptor



alcanzó un valor promedio de 1,41 reflejando una tendencia general a formar agregaciones cohesionadas. El valor mínimo fue de 1,16 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,64. La distribución de frecuencia presenta una distribución normal con la moda centrada en el valor 1,45 muy coincidente con la mediana (1,41).

### 5.7.2 Descriptores batimétricos

Profundidad promedio (Figura 51): Las agregaciones de merluza austral y merluza de cola se distribuyeron en profundidades que fluctuaron entre los 145 y 494 m de profundidad, con un valor promedio de 339 metros. La distribución de frecuencia muestra una distribución desplazada el sector derecho de la curva con la moda centrada en los 380 m reuniendo el 15% de las observaciones.

Profundidad del fondo (Figura 52): Las profundidades en que se detectaron las agregaciones fluctuaron entre los 196 y 1.373 m con un valor promedio de 461 metros. La distribución de frecuencia de la profundidad del fondo presenta su mayor valor centrado en los 410 metros. Es posible observar dos grupos en las profundidades detectadas, uno principal con fondos hasta los 500 m (68%) y otro con profundidades sobre este valor congregando el 32% de los datos.

Índice de altura (Figura 53): Este descriptor permite ubicar a las agregaciones con respecto al fondo del mar. Las agregaciones registradas durante el estudio, se ubicaron en promedio a 22,5% del fondo marino, fluctuando entre un mínimo de 1,6 y un máximo de 80,5%, este máximo puede conducir a pensar erróneamente que esta especie se ubica cerca de la superficie, pero esta agregación en particular se encontraba a 267 m de profundidad, siendo el fondo de 1.373 m, el máximo detectado.



La distribución de frecuencia se encuentra desplazada hacia el sector izquierdo de la curva, con una frecuencia máxima al 6% del fondo, también es posible observar aunque no muy marcadamente dos grupos, uno muy cerca del fondo, con índice de altura 30% y al que concurren el 70% de las observaciones y otro con un índice de altura entre 30 y 60% del fondo, en el que encuentra el 26% de las agregaciones.

### 5.7.3 Análisis de los descriptores

A fin de comparar los valores de los descriptores tanto morfológicos como batimétricos de acuerdo a las diferentes latitudes, se calculó los valores promedios, máximo y mínimos de éstos para cada latitud. Los resultados se entregan en la **Tabla 26**. Además se calculó la mediana, cuartil 25 y cuartil 75 de cada descriptor por latitud, los cuales fueron graficados como complemento para la comparación. La latitud referida en las tablas y gráficos comprende todo el grado, es decir, la latitud 44° comprende desde los 44° 00' hasta los 44°59,99', con excepción de la latitud 43°, en donde comprende desde la 43°50' ya que es la latitud de inicio del estudio.

La **Tabla 27** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud (datos previamente normalizados).

De acuerdo a la ANDEVA realizada, los descriptores morfológicos presentan diferencias significativas entre latitudes, con excepción del descriptor dimensión fractal, en el cual no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias entre latitudes.

Al aplicar el test entre latitudes contiguas, en el caso de la altura de agregaciones, se acepta la igualdad entre las latitudes 43° hasta la 45°, siendo la latitud 46° la



que sería mayor que el resto. En el caso del perímetro, se acepta la igualdad de medias entre las latitudes 43° y 44° no así más al sur. Lo mismo ocurre en el caso de la elongación, siendo las latitudes 43° y 44° estadísticamente iguales.

Visualmente se aprecia que en la latitud 46° en general las agregaciones presentan un mayor valor promedio de los descriptores morfológicos que las latitudes menores (**Figura 54 a 59**).

De acuerdo al test F de un factor, latitudinalmente la profundidad de las agregaciones no presenta diferencias significativas, no así con la profundidad del fondo la que sí presenta diferencias, en este caso visualmente se aprecia una tendencia a aumentar hacia el sur. No obstante el test acepta igualdad entre las latitudes 43° y 44° (**Figura 60 y 61**).

Con respecto al índice de altura, la igualdad de las medias es rechazada considerando todas las latitudes, sin embargo se acepta la igualdad entre las latitudes 43°, 44° y 45°, siendo la latitud más austral la que provoca la diferencia (mayor valor del descriptor) (**Figura 62**). Esta diferencia viene dada por un aumento en esta latitud de la profundidad del fondo, ya que estadísticamente las agregaciones se mantuvieron a la misma profundidad a lo largo de las latitudes en estudio.

#### **5.7.4 Análisis de componentes principales**

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 28**, en donde se aprecia que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-área y largo-perímetro, seguida de la asociación entre las variables batimétricas profundidad del fondo-índice de altura. Otras variables con buenas correlaciones son largo-elongación y alto-área. Las variables con menor



asociación con el resto son dimensión fractal, la que presenta cierta correlación negativa con la altura y positiva con elongación, y la profundidad de agregaciones, que presenta una pequeña correlación positiva con la profundidad del fondo.

La aplicación preliminar del análisis de componentes principales (ACP), en donde se utilizaron todas las variables originales como activas, entregó un total de cuatro componentes calificando como principales con una explicación de la variabilidad de un 90%, presentando bajo valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) igual a 0,498 considerado insuficiente para la aplicación de un análisis factorial, siendo recomendado un valor sobre 0,6 (Hair *et al.*, 1999).

Posteriormente al trabajar con ocho variables originales, combinando mediante la eliminación y posterior incorporación de cada variable original, los mejores valores de la MSA se logró con la exclusión de las variables batimétricas profundidad de agregaciones, profundidad del fondo y la variable dimensión fractal (por separado) aunque sin llegar a un valor sobre 0,6.

En una tercera aplicación de ACP y una vez excluida la variable profundidad de agregaciones y al combinar nuevamente con la eliminación y posterior incorporación de las siguientes variables originales, se logró un valor satisfactorio de la MSA al eliminar conjuntamente profundidad de agregaciones y dimensión fractal, llegando a un valor de 0,642. Como se recordará estas dos variables presentaban baja correlación con el resto.

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



De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condición, explicando en conjunto el 91,4% de la variabilidad total. La representación gráfica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **Figura 63**. El componente más importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 3,44 y explica el 49,2% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,93 explicando el 27,62% de la variabilidad. El tercer componente explica el 14,7% de la variabilidad con un valor propio de 1,02.

La **Tabla 30** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que los descriptores morfológicos tales como largo, área, perímetro y elongación presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, denominándose a éste como componente morfométrico.

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batimétricas como son profundidad del fondo e índice de altura, existiendo con éstas una fuerte correlación positiva, por lo que este componente fue denominado componente batimétrico.

El componente 3 presenta la mejor asociación (negativa) con la altura de agregaciones seguida de la correlación positiva con elongación, denominándose componente morfométrico lineal.

La representación gráfica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **Figura 64**. En ella se aprecia una fuerte asociación principalmente de la variable área con el componente morfométrico seguida del largo y perímetro.



La orientación que se observa hacia una misma dirección 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.

Las variables altura de agregaciones y elongación, que son las de mayor asociación con el componente 3, se correlacionan negativa y positivamente respectivamente con este componente, implicando que aumentos en el valor de una produce decrementos en el valor de la otra.

Al relacionar el valor del componente morfométrico (VCM), obtenido de acuerdo a los coeficientes estimados de la matriz de correlaciones de las variables originales y 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:

$$\text{VCM} = 0,29*\text{fondo}+0,95*\text{largo}+0,58*\text{alto}+0,85*\text{perim}+0,92*\text{área}+0,65*\text{elon}+ 0,36*\text{IndAlt}$$

Al efectuar los ajustes señalados en el párrafo anterior, entre la variable “valor del componente morfométrico” (VCM) y unidades de ecointegración (Sa) asignados a merluza del sur (Sa-MS) y merluza de cola (Sa-MC) en cada agregación, se obtuvieron las siguientes funciones (**Fig. 65**):



Merluza del sur  $\text{Log (Sa-MS)} = -1,64 + 0,86 * \text{Log (VCM)}$

Merluza de cola  $\text{Log (Sa-MC)} = -1,31 + 0,92 * \text{Log (VCM)}$

Estos resultados, señalan para ambas especies una relación proporcional entre la variable asociada al componente morfométrico (VCM) y la densidad acústica (Sa). Además, se podría indicar al comparar las pendientes ambas curvas, que en agregaciones de similares características el grado de concentración de la merluza de cola es mayor que el de la merluza del sur.

## **5.8 Taller de Difusión y Discusión Metodológica**

Con el propósito de dar cumplimiento a esta actividad comprometida en el proyecto se organizó un taller de difusión y discusión metodológica. Esta actividad se desarrolló el día 5 de marzo en el Auditorio del Instituto de Fomento Pesquero, en Valparaíso. Se cursaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema, tanto del ámbito público, como académico y productivo.

### **5.8.1 Resúmenes de las presentaciones**

En la primera parte de la exposición el Ingeniero Pesquero Sergio Lillo, presentó la distribución espacial de la merluza del sur y de cola en el océano Pacífico y Atlántico sur; la evolución histórica de los desembarques en Chile desde el inicio de la pesquería demersal sur austral y los proyectos de prospección efectuados. A continuación, se señalaron los objetivos del proyecto, la zona prospectada, la embarcación, el sistema de pesca y el equipamiento empleado. Para concluir esta introducción, se detalló el diseño de la prospección 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. Se3ala 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 84.269 toneladas, empleando la relaci3n TS-longitud determinada por Lillo *et al.*, (1996) ( $TS=20*\log(talla)-68,1$ ). El 43,7% de la biomasa correspondi3 a machos con un 92,9% de adultos; mientras que las hembras constituyeron el 56,3% restante con un 97% de ejemplares adultos. Asimismo, se presentaron paralelamente los resultados obtenidos al emplear otras dos relaciones de longitud-TS, con las cuales se obtienen diferentes valores de biomasa, pero independiente del modelo que se emplee, la tendencia se mantiene. El expositor puso especial 3nfasis en la importancia del periodo de ejecuci3n del crucero para el buen logro de los resultados del estudio.



Para la merluza de cola la biomasa estimada fue de 242.784 toneladas, empleando la relación longitud-TS ( $TS=20*\log(\text{talla})-72,7$ ) determinada por Doi y Surti (1993). La biomasa estimada estuvo compuesta en un 27,5% por machos y de éstos el 97,2% son individuos adultos; mientras que, el 72,5% corresponde a hembras y el 100% de ellas eran adultas. Además, se calcularon y presentaron los resultados empleando otras cuatro relaciones TS-talla. El encargado del proyecto, Sr. Lillo, indicó que la biomasa del stock, independiente de la relación TS-talla empleada, presenta durante el último trienio una tendencia decreciente.

En relación a la merluza del sur se indicó que la distribución del recurso en el área y en el periodo de estudio mantiene las características observadas en estudios previos. Así, resulta que las agregaciones de alta densidad están asociadas a la plataforma y el talud continental con un valor de índice de Gini de 0,86, consecuentes con el proceso reproductivo del recurso. Cabe señalar que estas características de las agregaciones favorecen su captura y en consecuencia se favorecen los altos rendimientos de pesca que se registran durante el período reproductivo.

El estudio de las agregaciones y sus componentes son analizados por el Ing., A. Saavedra, incluye las características morfométricas (largo, alto, área, perímetro, elongación y dimensión fractal) y las características batimétricas (profundidad del cardumen, profundidad del fondo e índice de altura). En el presente estudio se analizan 207 agregaciones, se estima su valor medio y desviación estándar. Un análisis detallado de las componentes principales muestra que los dos primeros componentes explican el 76,73% de la variabilidad; en el primero participan las características morfométricas, mientras que en el segundo, las batimétricas. De lo anterior, se concluye que existe una relación significativa entre la energía acústica ( $S_a$ ) y las características morfométricas de las agregaciones, en ambos recursos.



El área de estudio se subdivide latitudinalmente en cuatro sub-áreas, que tienen una extensión de un grado, y en cada una se analiza la evolución latitudinal de cada descriptor. Se observó que existen diferencias significativas en la morfometría de las agregaciones en el gradiente latitudinal, mientras que la profundidad de las mismas no sufren variaciones con respecto a la latitud.

De lo mismo, se comparan las características de las agregaciones con el crucero efectuado en el año 2002, resultando que en el año 2003 se observa un aumento de la profundidad promedio de las agregaciones con respecto al año 2002; mientras que, la profundidad promedio del fondo en que se detectaron las agregaciones, disminuyó en un 7%. En tanto que la dimensión fractal se mantuvo constante entre los años analizados.

En cuanto a la captura obtenida durante el crucero, la merluza del sur estuvo presente en el 93% de los lances y la merluza de cola en el 81%. Se destacó la gran ocurrencia del recurso jibia, presente en el 92% de los lances efectuados. Se entrega también, la distribución batimétrica y latitudinal de las especies que forman la fauna acompañante de las especies objetivo.

El Biólogo Marino Renato Céspedes, especialista en el seguimiento y conocimiento del pulso histórico de la pesquería, presentó la estructura de talla del stock por especie y subzona, comparándolas con las obtenidas en los cruceros realizados en el período 2000-2002. En ambos recursos se ha registrado una estructura de tallas dominada por ejemplares adultos, pero también se ha observado en los últimos dos años una disminución en la participación de juveniles en los stocks evaluados, pero también señaló la presencia de estos ejemplares en la zona de aguas interiores de las regiones X y XI.



La encargada de la componente de edad de estos recursos, la Ing. Vilma Ojeda señala que ambas especies se estudian por separado. Para el caso de la merluza del sur se analizaron 743 pares de otolitos sagitta (307 machos y 436 hembras). En el caso de merluza de cola se trabaja con 921 pares de otolitos de los cuales 119 son de machos y 802 de hembras. La distribución de frecuencia de la captura y de la abundancia se entrega por grupo de edad. Del stock evaluado de merluza del sur el 92% de la abundancia está representada por individuos pertenecientes a los grupos de edades IX a XVIII años, en tanto que para la merluza de cola el 98% de la abundancia está comprendida entre la edades IV y XII. Además, se comparan las abundancias por grupos de edad de los cruceros realizados entre el año 2000 y el 2003.

El Profesor Fernando Balbontin, especialista en aspectos reproductivos del género merluccidae, señaló que durante el periodo de la prospección la merluza del sur se encontraba en un proceso de desove activo, debido a que los ejemplares maduros y los que habían desovado recientemente constituían el 49% de la captura. Por otro lado, las estimaciones de la fecundidad promedio y relativa fueron de 1.257.123 ovocitos y 261 ovocitos/gramo de pez. Para la merluza de cola el estado reproductivo estuvo predominado por peces que habían desovado recientemente, en efecto el 65% de las hembras dan cuenta en este estado; la fecundidad modal se estimó en 363.041 ovocitos y 237 ovocitos por gramos de merluza de cola.

El Sr. Céspedes presentó los resultados de los análisis de contenido estomacal. La merluza del sur se caracterizó por ser ictiófaga, su dieta está basada principalmente en juveniles de merluza de cola; mientras que, la merluza de cola es plantófaga e ictiófaga, siendo su presa principal *Euphausia* seguida por los mictófidos.



## **5.8.2 Resultados del panel de discusión**

Luego de la introducción y presentación de los resultados, se efectuó un panel de discusión general de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. En esta discusión, especial relevancia tuvieron los aspectos metodológicos desarrollados en el proyecto.

### **5.8.2.1 Aspectos operacionales**

Se consultó sobre la capacidad operativa del B/C “Abate Molina”, para efectuar el crucero de evaluación hidroacústica y su posible impacto en los resultados de la evaluación de los recursos merluza del sur y merluza de cola. El Jefe del Proyecto y del Crucero, indicó que el número de lances positivos, a diferentes niveles de escalas de las capturas, son similares a los obtenidos en cruceros anteriores con embarcaciones industriales. También se señaló que las prospecciones hidroacústicas, independiente del tamaño de las embarcaciones, siempre se verán afectadas por las condiciones de meteorológicas, que en el caso del B/C “Abate Molina” implica considerar un mayor factor de reducción meteorológica.

### **5.8.2.2 Diseño de la prospección**

El objetivo general de este proyecto es evaluar simultáneamente el stock desovante de la merluza del sur y la merluza de cola, requiriéndose para el diseño de la prospección conocer la dinámica espacial y temporal de los recursos a evaluar. En el caso de los recursos objetivo del proyecto, donde ambos tienen una amplia distribución espacial, posiblemente la ventana espacio-temporal para desarrollar su evaluación sea diferente.



Se señaló que este estudio derivó de proyectos que originalmente estuvieron orientados a evaluar sólo la merluza del sur en la zona sur austral. Sin embargo, los altos niveles de abundancia de merluza de cola registrados durante los primeros cruceros llevaron a la evaluación de su stock disponible en el área y posteriormente incorporada como objetivo en los proyectos siguientes, pero manteniéndose el diseño de la prospección, un privilegio de la merluza del sur. De lo anterior, después de un amplio debate entre los presentes en el Taller, se concluyó que ambos recursos deben ser evaluados en cruceros diseñados expresamente para cada una de las especies, procurando –si fuese necesario– ajustar las ventanas espaciales y temporales a las características de cada recurso.

### **5.8.2.3 Aspectos biológicos**

En relación a la edad, la discusión lleva a considerar el número de otolitos analizados. Se propone incrementar el número de estas estructuras óseas, especialmente en las edades extremas de ambas merluzas.

En relación al desove de la merluza de cola se sugiere otorgar mayor énfasis a estudios que incluyan los aspectos reproductivos del desove, debido a que existe un escaso conocimiento sobre algunos parámetros básicos, como es la variabilidad del periodo del desove. En relación a la merluza del sur aún 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 información sustantiva al respecto.

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



#### **5.8.2.4 Biomasa**

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 similares, lo que lleva a que los resultados sean considerados como indicadores. Se planteó que frente a recursos de tan amplia distribución y donde la prospección abarca sólo una fracción de su área de distribución, sus resultados deben ser considerados como indicadores de la fracción del stock evaluada. De alto interés fue considerado el estudio de las características de las agregaciones o ecotrazos, señalando la importancia que podrían tener este tipo de estudios en la comprensión del comportamiento de índices como la captura por unidad de esfuerzo (cpue), estimándose de alta conveniencia continuar con este tipo de estudios.

Se destacó la importancia de definir la fracción del stock que realmente se evalúa, como también en el futuro realizar evaluaciones independientes para cada especie.

Finalmente, se indicó que aún cuando no se cuenta con toda la información, se debería intentar construir un modelo biogeográfico para estas especies, como un primer paso para la determinación de un modelo general para la pesquería demersal sur austral.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

### a) Merluza del sur

La biomasa total media de la merluza del sur se estimó en 84.269 toneladas, representando un aumento del 67% en relación la biomasa obtenida el año 2002, pero aún inferior a lo estimado el 2001 (99 mil t) y el 2000 (133 mil t), pero en niveles muy superiores a lo observado a mediados de la última década (1994 y 1996) cuando las estimaciones de biomasa de este recurso se situaban entre 23 mil y 40 mil toneladas, respectivamente.

La abundancia por su parte también experimentó un aumento del 55% pasando de 13,7 a 21,3 millones de ejemplares en relación con el año 2002, pero bajo los niveles estimados en los años 2000 (35,5 millones) y 2001 (26,8 millones).

El stock estuvo compuesto mayoritariamente por ejemplares adultos y donde la fracción desovante representó el 96,9% de la biomasa y el 95% de la abundancia, a diferencia de lo observado en el crucero realizado el 2002, cuando la fracción adulta aportó el 80% de la biomasa y el 70% de la abundancia. Aunque, estos últimos valores sean efecto de la diferencia temporal en que se efectuaron ambos cruceros, julio el 2002 y agosto el 2003 y que indudablemente impactan sobre los estimados del stock, especialmente cuando la ventana temporal para efectuar el estudio está asociada al proceso reproductivo del recurso.

En este escenario, cabe señalar que durante el presente estudio se estimó una mayor biomasa que el año 2002, es algo que debe ser tomado con precaución, pues al comparar el estado reproductivo del stock se tiene que durante el crucero del año 2002, que corresponde al menor nivel de biomasa del período 2000-2003,



sólo el 21% de las hembras estaba en un proceso activo de desove, valor bastante inferior a lo observado en los tres años restantes cuando el indicador de actividad reproductiva ha fluctuado entre el 49% y 56%, lo que deja de manifiesto la importancia de la ventana temporal en el desarrollo del estudio.

En lo referente a la distribución del stock de merluza del sur, ésta se distribuyó longitudinalmente en toda la zona de estudio y latitudinalmente asociada a la plataforma y talud continental, con la mayor densidad localizada en las cercanías de la isla Guamblin. La distribución espacial de la merluza del sur no ha presentado variaciones fuertes en su área de distribución, como lo reflejan los valores de su centro de gravedad, que durante los últimos cruceros se ha localizado entre los 45°16'S (2000) y los 45°55'S (2002) y que dada la variabilidad de las estimaciones ( $\pm 1^\circ$ ) se pueden considerar como similares. Situación también observada en su nivel de agregación (índice de Gini), que ha fluctuado desde 0,82 a 0,88, valores concordantes al período de desarrollo del Crucero (proceso de desove).

Otro elemento interesante, lo constituye el grado de estabilidad que se ha observado en la estructura etárea de este recurso, la cual se sustenta en varias clases anuales que aportan de manera relevante a la estructura del stock. Se podría considerar entonces, que se está en presencia de un recurso relativamente estable y que su zona de distribución y período reproductivo se encuentra acotado.

Otro factor preponderante en la estimación acústica de la merluza del sur lo constituye su relación de fuerza de blanco con la talla. Durante el desarrollo de este estudio no se lograron efectuar mediciones en condiciones adecuadas como, blanco aislado e identificable entre otras especies, por cuanto en los lances de



pesca de identificación el recurso predominante fue la merluza de cola. Por este motivo, se utilizó la relación de fuerza de blanco – talla propuesta por Lillo *et al.* (1996) que entrega valores similares a las utilizadas en la estimación 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 relación  $TS=20*\log(\text{talla}) - 68$  (dB).

No obstante lo anterior, se utilizaron otras dos relaciones disponibles en la literatura y que son utilizadas para estimar la fuerza de blanco de *Merluccius australis* en las prospecciones que se efectúan en Nueva Zelandia. La primera corresponde a la propuesta por McClatchie *et al.* (2003) de  $TS=20,6*\log(\text{talla}) - 67,4$  (dB) y mediante la cual se estima una biomasa de 54.945 t y la segunda a Macaulay (2002) de  $TS= 22,4*\log(\text{talla}) - 72,5$  (dB) que estima una biomasa de 46.703 toneladas (**Tabla 31**)

Se tiene entonces que las distintas relaciones de fuerza de blanco permiten estimar diferentes valores de biomasa media que fluctúan entre 47 mil y 84 mil t, pero independiente del modelo que se utilice, al considerar la biomasa relativa de los últimos tres años, todos los estimados muestran una tendencia similar y que permiten por lo tanto considerarlos como indicadores confiables en la evaluación del stock de merluza del sur.

En lo que respecta a la estructura del stock observada en el presente estudio, con respecto a los resultados descritos para los cruceros efectuados entre los años 2000 y 2002 (Lillo *et al.*, 2003), se mantiene en todos ellos una estructura predominada por ejemplares adultos y con una mayor presencia de hembras. En estos cruceros que se han desarrollado en el período de máxima actividad reproductiva, la composición de talla del stock pareciera pertenecer a una misma



familia de estructura, sin que se observen variaciones que indiquen señales de inestabilidad en la fracción que participa en el proceso de desove.

Aun cuando, se ha observado una fuerte estabilidad en la fracción adulta, no ocurre lo mismo con la fracción juvenil de la cual se ha venido notando una baja sistemática durante los sucesivos cruceros y durante este último crucero no fueron capturados ejemplares inferiores a los 60 cm, los que si estaban presentes, aunque cada vez con una menor participación en las capturas de los lances de identificación en los estudios anteriores. Esta situación sugiere cambios en la distribución espacial entre la fracción adulta y juvenil, en donde estos últimos no se encontrarían disponibles en el área de estudio como había sido registrado en años anteriores. Respecto a esto, cabe destacar 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 en septiembre de 2003 donde se registraron tallas que no estuvieron presentes en los muestreos de aguas exteriores, esto podría revelar algún tipo de segregación espacial entre la fracción juvenil y adulta durante el período reproductivo.

El análisis de los estadios de madurez sexual mostró que en agosto del año 2003 las hembras que se preparaban para desovar correspondieron al 36% del total, mientras que las que estaban en un proceso de desove activo más las que habían desovado recientemente correspondieron a un 49%. En el 2002, el muestreo se realizó principalmente en julio y el porcentaje mayoritario de las hembras se encontraban en preparación para el desove (52%) mientras que las que estaban en proceso activo de desove alcanzaron sólo a un 21%. En agosto de 2001, los ejemplares en maduración representaron el 24% ante el 50% de ejemplares en proceso de desove o desovados recientes. Esto pone en evidencia la regularidad del desove de la merluza del sur, que según estos antecedentes se inicia a comienzos de agosto.



El análisis del contenido estomacal de merluza del sur del presente estudio, confirman lo observado en los cruceros de prospección realizados en el período 2000-2003, esto es, una alimentación de característica ictiófaga donde su principal presa es merluza de cola (94% IRI), lo que sugeriría un cierto grado de estabilidad espacio temporal en su alimentación en el área de estudio, lo que se podría atribuir a que la mayoría de los estómagos analizados provienen de la fracción adulta, en donde se ha descrito una estabilidad en su estructura entre los años 2000 y 2003. Por otro lado, los resultados de contenido estomacal registrados en cuatro años de cruceros continuos confirman la baja diversidad en la dieta (presas), con característica del tipo estenofagia (Lillo *et al.*, 2003, Pool *et al.*, 1997), siendo la dieta al norte del paralelo 47°30' S. basada prácticamente en merluza de cola.

Debe tenerse en cuenta, que los resultados obtenidos durante los cruceros de prospección, corresponden a una escala espacio temporal menor y reflejan el comportamiento alimentario en el área de la prospección. Pool *et al.* (1997) en un estudio anual que cubrió todo el área de la pesquería sur austral de aguas exteriores, describieron variaciones espaciales y temporales en la alimentación de merluza del sur y donde la importancia de la presa merluza de cola cede frente a la presa merluza de tres aletas en zonas al sur del paralelo 47° S. Esto indicaría que la importancia de una presa está en relación a la variación espacio-temporal de su propia distribución y de su predador. Al respecto, estudios preliminares de estómagos de merluza del sur colectados en aguas interiores de las X y XI región (septiembre de 2003) registran como dieta principal a merluza de cola. También, se ha registrado la presencia de canibalismo y modificaciones en la dieta en ejemplares juveniles (< 30 cm) de merluza del sur, donde la dieta principal deja de ser merluza de cola dando paso a una dieta basada en presas de menor tamaño como peces pequeños (mictófidios) y crustáceos.



## b) Merluza de cola

El stock evaluado de merluza de cola estuvo compuesto mayoritariamente por ejemplares adultos que constituyeron el 99,8% de la biomasa y el 98,3% de la abundancia.

La biomasa media de merluza de cola, considerando la relación TS-talla de Do y Surti (1993), se estimó en 242.784 t. lo que representó una disminución del 44% en relación con las 432 mil t estimadas en un crucero de prospección llevado a cabo en julio del año 2002 y del 58% en comparación con la biomasa media estimada el año 2001, aunque manteniéndose en niveles superiores a la biomasa de 260 mil t estimada en 1996. La disminución en la biomasa impactó sobre el tamaño del stock, que se redujo en un 43% en relación con el crucero de prospección del año 2002 y un 58% y 52% en relación con los años 2001 y 2000, respectivamente.

Teniendo presente la existencia de diferentes ecuaciones que relacionan la talla con su fuerza de blanco, se estimó la biomasa con cada uno de ellas (Tabla 31), obteniéndose valores que fluctúan entre 120 mil y 417 mil toneladas. Sin embargo, cualquiera sea la relación TS-talla considerada y asumiendo el año 2001 como biomasa igual 1, la biomasa relativa estimada presenta una tendencia decreciente durante el último trienio (2001-2003) (**Figura 66**).

En lo referente a su distribución espacial se encontró asociada a la plataforma y talud continental, con el sector de mayor concentración 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 área de estudio. El centro de gravedad de la distribución se localizó en la latitud  $45^{\circ}04'S$  (d.s.  $0,8^{\circ}$ ) y longitud  $075^{\circ}19'W$  (d.s.  $0,2^{\circ}$ ) manteniéndose dentro del mismo rango en que ha variado este indicador durante



los últimos cruceros de prospección ( $45^{\circ}16'S$  a  $45^{\circ}55'S$ ), aunque la dinámica espacial de la merluza de cola hace que su distribución espacial se presente de manera diferente entre los distintos cruceros al interior del área de estudio. El grado de agregación estimado para el stock de merluza de cola se mantiene en un nivel alto (índice de Gini de 0,85), lo que refleja 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 composición de su estructura de tallas, describiéndose segregaciones espaciales entre las fracciones juvenil y adulta de la población (Lillo *et al.*, 2003) que incluso llegan a constituir unidades de pesquerías, como ocurre con la pesquería de la merluza de cola en la zona centro sur. Estas variaciones en la distribución de tallas que corresponden a la dinámica espacial del recurso, también es reseñada por Lillo *et al.* (1997a) quienes describen para la misma zona de estudio, una composición de talla principalmente juvenil (30-50 cm) en el bimestre junio-julio, situación que varía radicalmente en el bimestre agosto-septiembre, cuando la composición 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 de juvenil.

No obstante este dinamismo, en los cuatro cruceros de investigación efectuados durante el período reproductivo (2000-2003), la composición de talla y edades de merluza de cola ha sido principalmente adulta, aunque durante los últimos dos años se ha registrado una menor participación de la fracción juvenil en la estructura del stock evaluado. Desde un punto de vista global, en el área de estudio la fracción adulta se ha mantenido dentro de una moda principal con una amplitud entre 68 y 84 cm relativamente estables y que también se ha registrado en la pesca comercial (arrastre hielero) para la misma zona y período de estudio.



En la merluza de cola, en agosto de 2003 el 3% de las hembras estaba en desove y el 38% ya había desovado, mientras que en agosto de 2001 el 19% estaba en desove y 62% ya había desovado. En julio de 1997 el estadio más frecuente fue el de gónadas en maduración (EMS 3), igual a 50% y en julio de 2002 fue de 76% (Chong, 2000; Balbontin y Bravo; 2002; 2003). En septiembre de 1996 el 49% de las hembras estaban maduras y en el mismo mes de 1997 el 85% estaban desovadas (Chong, 2000). El IGS del 2003 fue de 1,4; el 2002 fue 6,6 y el 2001 fue 5,8, resultados indican un alto grado de variabilidad anual en la distribución de los EMS y por lo tanto en la fecha de inicio del desove poblacional. No obstante, es posible estimar en general que en julio la merluza de cola está en avanzado estado de desarrollo gonadal, con un pequeño porcentaje de la población en desove, el cual ocurre en agosto pudiendo prolongarse hasta septiembre.

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza de cola en tres años continuos de cruceros de investigación (Lillo *et al.*, 2003; y Barbieri *et al.*, 2003) confirman la característica planctófaga e ictiófaga de su alimentación, como también el comportamiento de alimentación oportunista, dado que consume la especie abundante en dicho momento, situación que se registró en el año 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 el año 2003 la principal presa fue *Euphausia mucronata* (34% IRI), seguido del mictófido (*Lampanyctus sp.*, 21% IRI) y camarón (*Pasiphaea doffleini*, 18% IRI), y las restantes presas son mictófidios. Esta situación también fue observada por Lillo *et al.* (2003) y Barbieri *et al.* (2003) quienes también describen como dieta principal en merluza de cola a *Euphausia* y secundariamente a mictófidios. En este sentido, los estudios estomacales de los años 2002 y 2003 en el área de estudio registraron un balance en la dieta de merluza de cola entre crustáceos



(57% IRI) y peces pequeños (43% IRI), sin embargo, estos resultados difieren de los reseñados por Pool *et al.* (1997) quienes registraron un alto grado de canibalismo, aspecto que podría explicar la segregación espacial entre ejemplares juveniles respecto de la fracción adulta, pero también señalaron variaciones espacio-temporales en las especies presas. Por otro lado, Cousseau y Perrotta (2000) en estudios efectuados sobre merluza de cola en el Atlántico sur, registraron en los adultos el predominio de una dieta basada en peces, en cambio en la fracción juvenil la dieta es dominada por representantes del zooplancton como eufáusidos, anfípodos y quetognatos, como también se registran peces pequeños, en donde esta diferencias en la alimentación podría ser otro factor que explicaría la segregación espacial entre ambas fracciones. En este sentido, medir el impacto del factor alimentación sobre la segregación espacial entre la fracción 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 distribución y que incorpore no sólo la alimentación de merluza de cola, sino también de las otras especies que componen la pesquería demersal sur austral.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## 7. CONCLUSIONES

---

- La biomasa de merluza del sur se estim3 en 84.269 toneladas, con un intervalo de confianza que vari3 ( $t_{\alpha/2 : 5\%} = 1,65$ ) entre 57.755 y 110.782 t y un coeficiente de variaci3n del 19,0%. La fracci3n desovante del stock fue de 81.688 t, representando el 96,9% de la biomasa total.
- La composici3n por sexo de la biomasa de merluza del sur fue de 47.464 t (56,3%) de hembras y 36.805 t (43,7%) de machos, con un aporte de la fracci3n adulta del 97% en hembras y el 92,9% en machos.
- La abundancia estimada de merluza del sur fue de 21.321.834 ejemplares. Esta abundancia resulta del aporte de 10.234.480 (48%) de ejemplares machos y 11.087.354 (52%) de individuos hembras.
- La biomasa de merluza de cola se estim3 en 242.784 toneladas con un coeficiente de variaci3n del 10,5% y un intervalo de confianza entre 200.420 y 285.130 toneladas. Esta biomasa corresponde al aporte de 66.680 t (27,5%) de machos y 176.104 t de hembras. La fracci3n adulta considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total, se estim3 en 242.298 t equivalentes al 99,8% de la biomasa total.
- La abundancia de merluza de cola estimada fue de 235.700.170 individuos. Esta abundancia resulta de la contribuci3n de 74.511.984 ejemplares (32,5%) de machos y 161.188.186 (67,5%) de hembras. La fracci3n adulta del stock estuvo representada por el 98,3% del stock (231.639.301 ejemplares).



- La distribución espacial de los stocks de merluza del sur y merluza de cola, correspondió a una situación de alta agregación, propia del proceso reproductivo en desarrollo, con un índice de Gini de 0,88 en merluza del sur y 0,85 en la merluza de cola.
- La estructura de talla de merluza del sur del año 2003 mantiene la composición principalmente adulta, sobre la base de una moda principal, centrada entre los 70 y 89 cm, que no ha registrado gran variación, sugiriéndose que la estructura de talla en los últimos años provendría de una similar familia de composición.
- La estructura de talla de merluza de cola del año 2003 es principalmente adulta, donde las hembras muestran una estructura levemente mayor respecto de los machos. En los cuatro años de cruceros de investigación la estructura de merluza de cola ha sido principalmente adulta, con una moda que se ha mantenido en márgenes relativamente estables centrada entre los 60 y 84 centímetros.
- El stock de merluza del sur estuvo compuesto principalmente por los GE IX a XVIII, diez grupos de edad, los cuales constituyen el 92% de la abundancia del stock. La moda la constituyeron los ejemplares del GE XII.
- El stock de merluza de cola estuvo compuesto mayoritariamente (98%) por ocho grupos de edad, los cuales corresponden a los GE IV a XI. La moda se presentó en el GE VIII.
- Durante el período y área del estudio, el stock de merluza del sur se encontró en un proceso de desove activo.



- Durante el período y área del estudio, un gran porcentaje del stock de merluza de cola (862%) ya había desovado.
- La captura obtenida en los lances de identificación compuesta por cinco especies, cuatro del grupo peces ***Merluccius australis***, ***Macruronus magellanicus***, ***Seriolella punctata*** (cojinoba moteada), ***Brama australis*** (reineteta) y uno del grupo de cefalópodos ***Dosidicus gigas*** (jibia).
- En los cuatro años de cruceros de investigación (2000 a 2003), la dieta de merluza del sur es ictiófaga y basada principalmente en la presa merluza de cola, con característica de estenofagia.
- En los tres años continuos de cruceros de investigación (2001 a 2003), la dieta de merluza de cola es planctófaga e ictiófaga; y muestra el comportamiento alimentario de una especie oportunista. La principal presa de merluza de cola en el crucero del 2003 es ***Euphausia*** (34% IRI), seguido de mictófidos (21%) y ***Pasiphaea*** (18%), 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.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

---



## 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., I. Payá, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 p. + 60 tablas.

**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 figures).

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



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

**Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21. 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, H. Reyes, M. Braun, E. Figueroa, V. Valenzuela, V. Ojeda y R. Roa. 1996.** Identificación de áreas de reclutamiento de merluza del sur en la zona sur austral. Informe final IFOP (proyecto FIP), 145 p. (tablas y figuras).

**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.
- Coombs, R. and P. Cordue.** 1995. Evolution of a stock assesment tool: acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) off the west coast of South island, New Zealand, 1985-91. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. Vol 29:175-194
- Cordue, P., R. Coombs and G. Macaulay.** 2001. A least squares method of estimating length to target strength relationships from *in situ* target strength distributions and length frequencies. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 109: 155-163.
- 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,** 2001. Términos básicos de referencia, proyecto FIP 2001-19. Bases especiales.



- Fischer, W. y F. Balbontín.** 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawwers. *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.
- Foucher, R.P. y R. J. Beamish.** 1977. A review of oocyte development in fishes with special reference to Pacific hake (*Merluccius productus*). *Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. No. 755:I-IV + 1-16 págs.*
- 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 págs.
- Hair, J., R. Andreson, R. Tatham y W. Black.** 1999. *Análisis Multivariante*, 5° edición. Prentice Hall, Iberia, Madrid. 832 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 biológico-pesquero. Pesquería de Peces Demersales (Sur-Austral). IFOP. 60 pp.

**Kieser, R., W. Saunders and K. Cooke.** 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific hake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. *Can. Stock Asses. Res. Secret. Res. Doc.* 99/15. 53 pp.

**Kleckner, D.** 1996. *Surfer for Windows user guide.* Golden Software Inc. 458 pp.

**Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán.** 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. *ICES. J. of Mar. Sci.* 53: 267-271.

**Lillo, S., M. Espejo, R. Céspedes, L. Adasme, J. Blanco, J. Letelier, M. Braun y V. Valenzuela.** 1997. Evaluación directa del stock de merluza de cola en la X y XI Regiones. Informe Final (FIP 95-18). IFOP, 70 p. (+ figuras, tablas y anexos)

**Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra.** 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 p. (+ figuras, tablas y anexos)

**Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, R. Vega, L. Adasme y H. Hidalgo.** 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur. Informe Final (FIP 99-15), IFOP, 52 p. (+ figuras, tablas y anexos)



**Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme, y M. Rojas.** 2002. Evaluación 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. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme, y M. Rojas.** 2003. Evaluación 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).

**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.

**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 revisión del experimento de Johannesson y Vilchez. Inf. Inst. Mar. Peru n° 151.

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

**Maynou, F., F. Sardá 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.
- Ojeda, P. 1983.** Distribución latitudinal y batimetría de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat., 56:61-70.
- 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.
- Ojeda, V.; F. Cerna; H. Hidalgo; R. Bravo; L. Cid; L. Muñoz y L. Chong. 2001.** Determinación de Edad Informe Final II Parte. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto Investigación Situación Pesquería Demersal sur – Austral, 2000. Requirente: SUBPESCA. Ejecutor: IFOP.
- Otero, H. 1977.** Relación largo-peso y alimentación de la “polaca” (*Gadidae*, *Micromesistius australis* Norman 1937) del Atlántico sudoccidental. Physis (37): 13 – 23.



- Payá, I.** 1997. Investigación de CTP merluza común 1997. IFOP-SubPesca. Circulación restringida. 25 pp.
- Pelletier, D. y A. M. Parma.** 1994. Spatial distributions of pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. Can. J. Aquat. Sci. 51:1506-1518.
- 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.

**Scalabrin, C.** 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.

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

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

**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.

**Southward, G** 1976. Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut Comm. Sci. Rep. 58. 31 pp.

**Svelling, 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**, 2003. Informe sectorial pesquero. Noviembre 2003.

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.

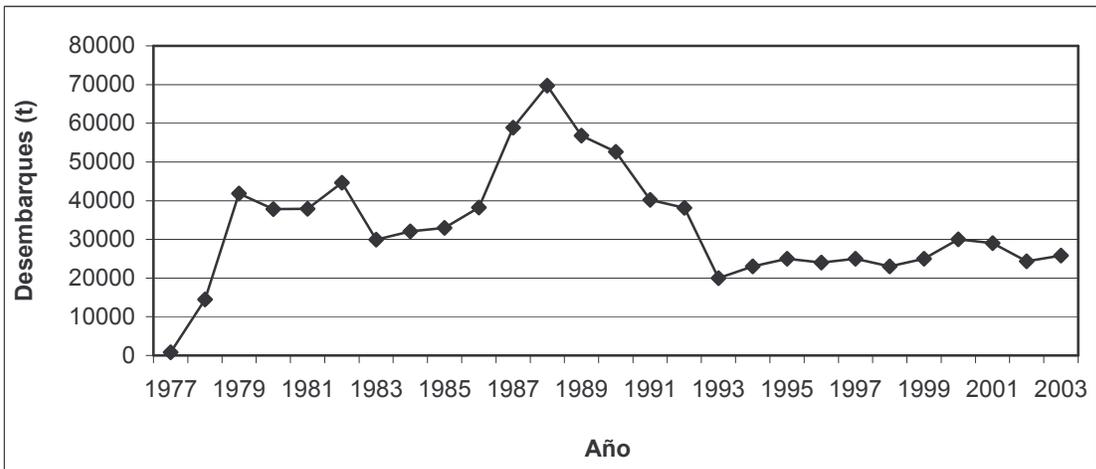
**Vivanco, M. 1999.** Análisis estadístico multivariable. Ed. Universitaria, Santiago,

**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.

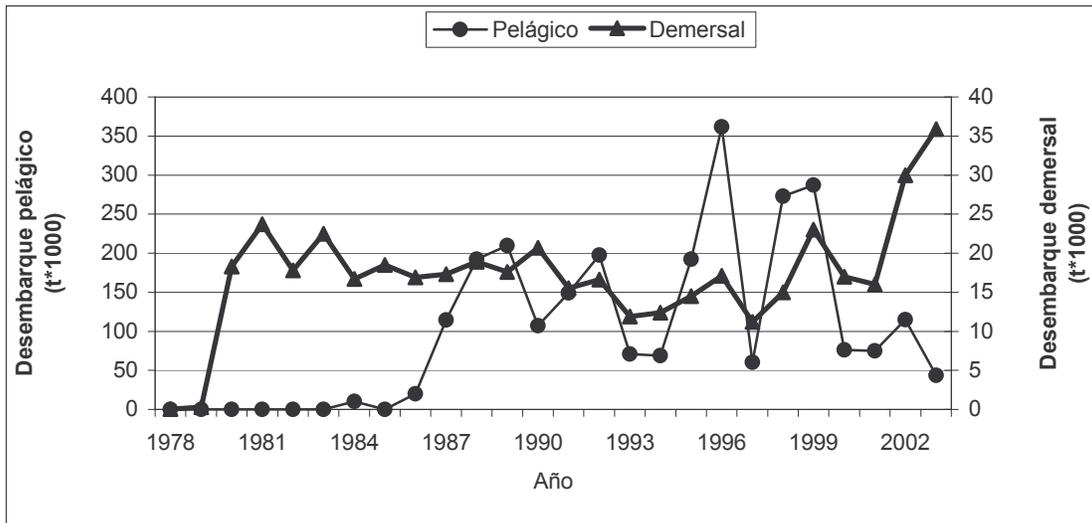
**Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Galvez y H. González. 1998.** Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37.

# **FIGURAS**

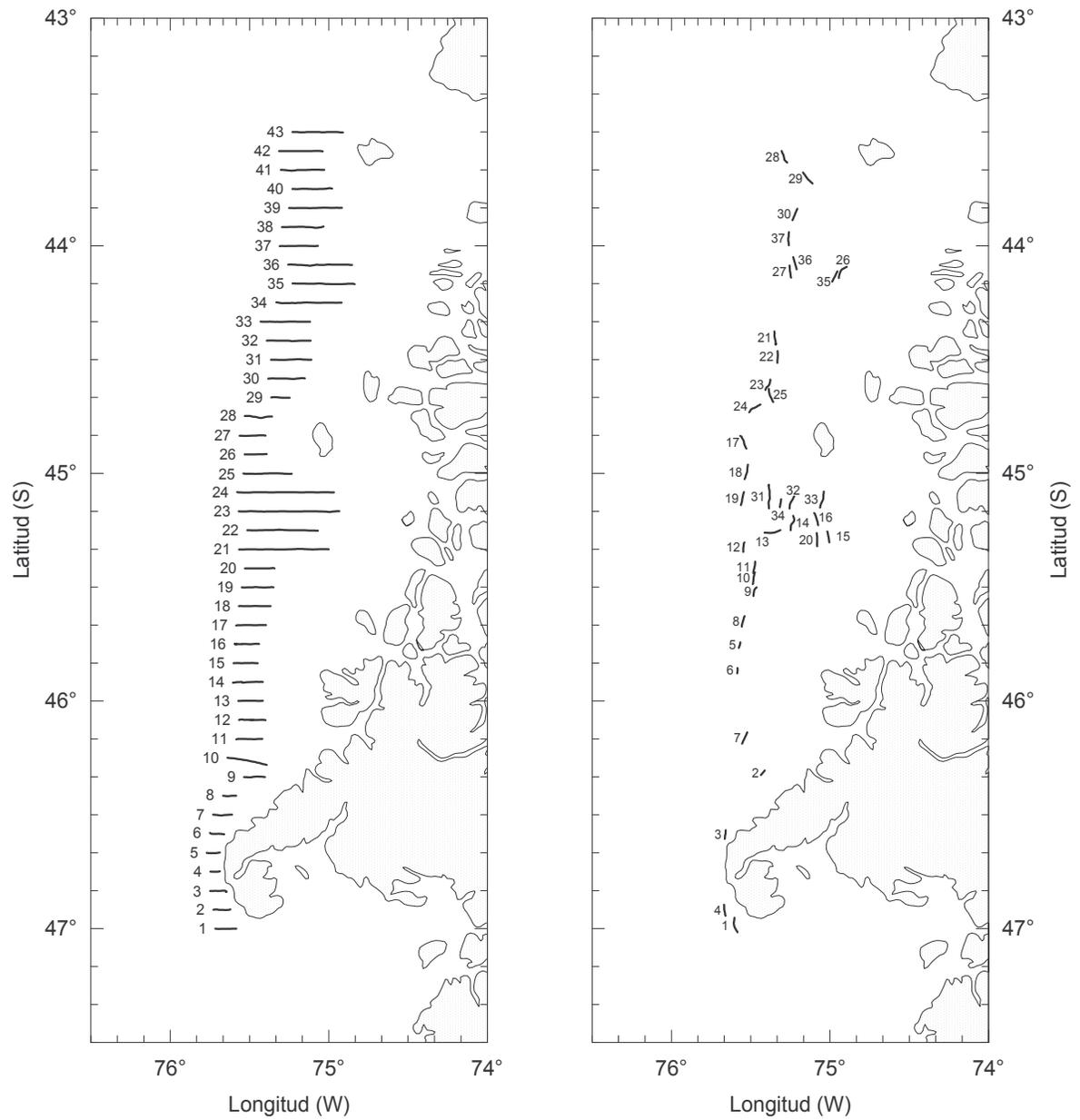
---



**Figura 1.** Desembarques de merluza del sur (*Merluccius australis*).  
(Fuente: Aguayo, 1996; Sernapesca, 2002).



**Figura 2.** Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*).  
(Fuente: Sernapesca, 1990-2003; Subpesca, 2003).

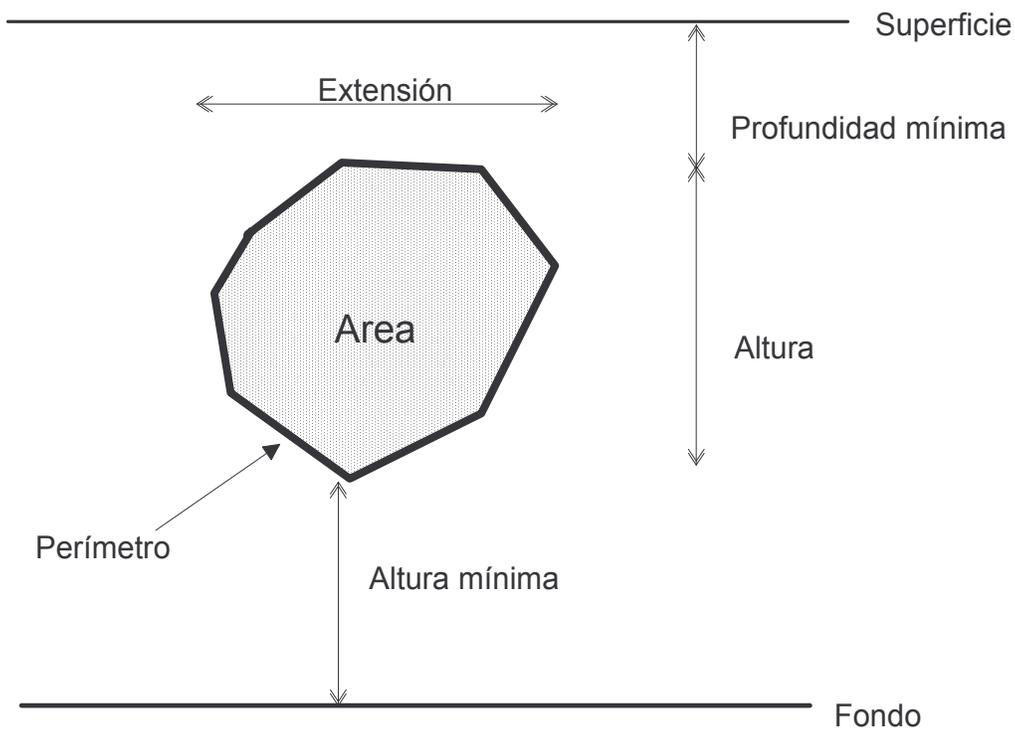


Transectas acústicas

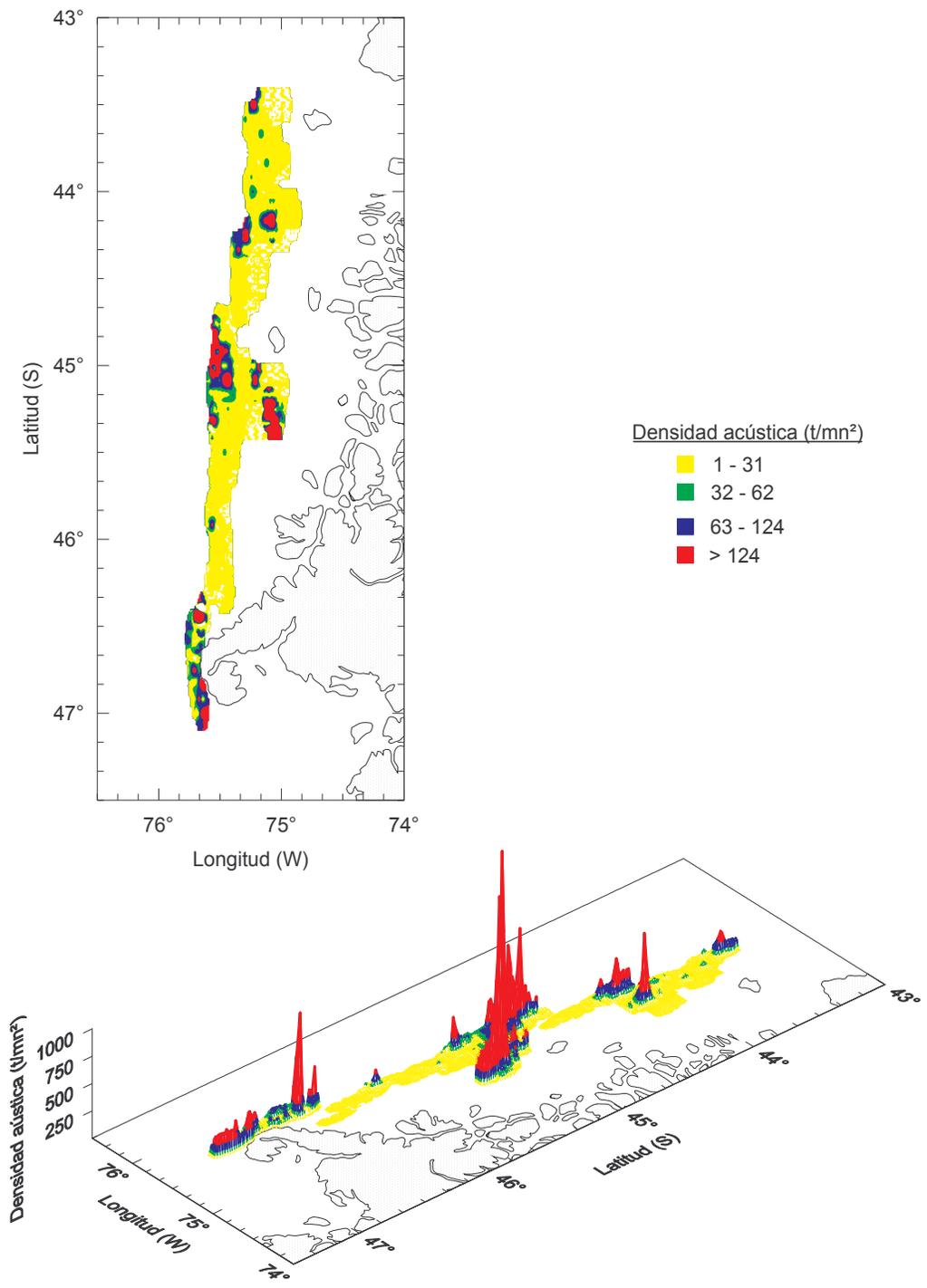
Lances de pesca

**Figura 3.** Distribución de transectas de evaluación acústica y lances de pesca de reconocimiento, agosto de 2003. FIP 2003-09.

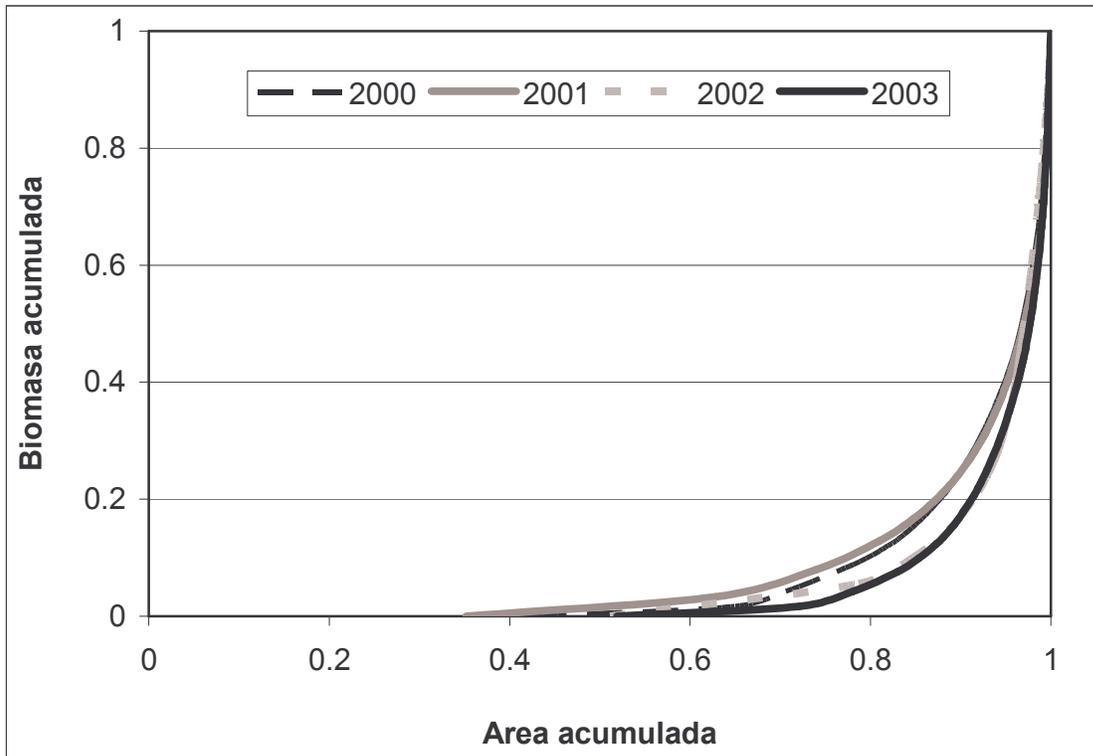




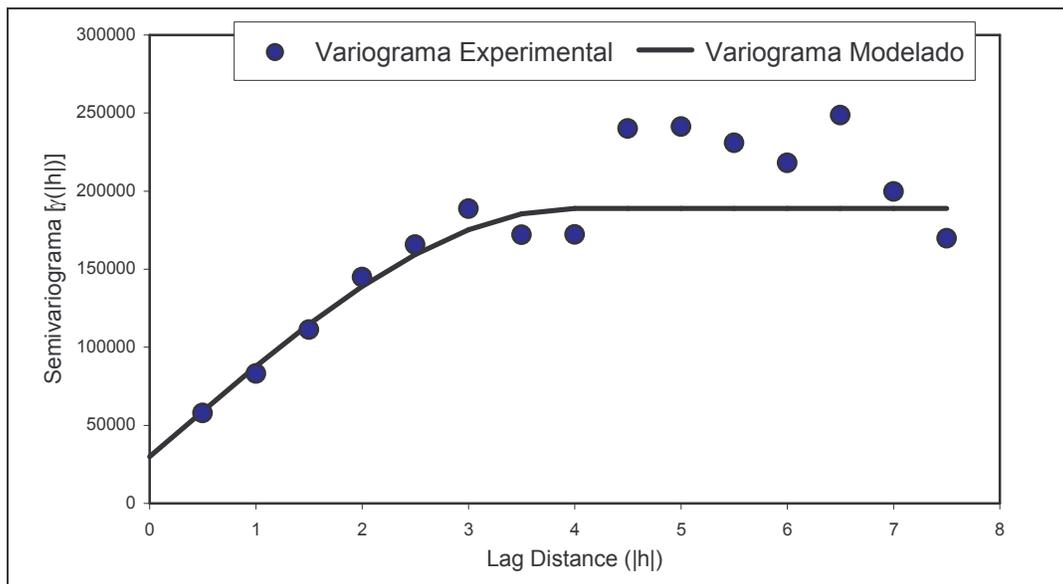
**Figura 5.** Descriptores de un cardumen.



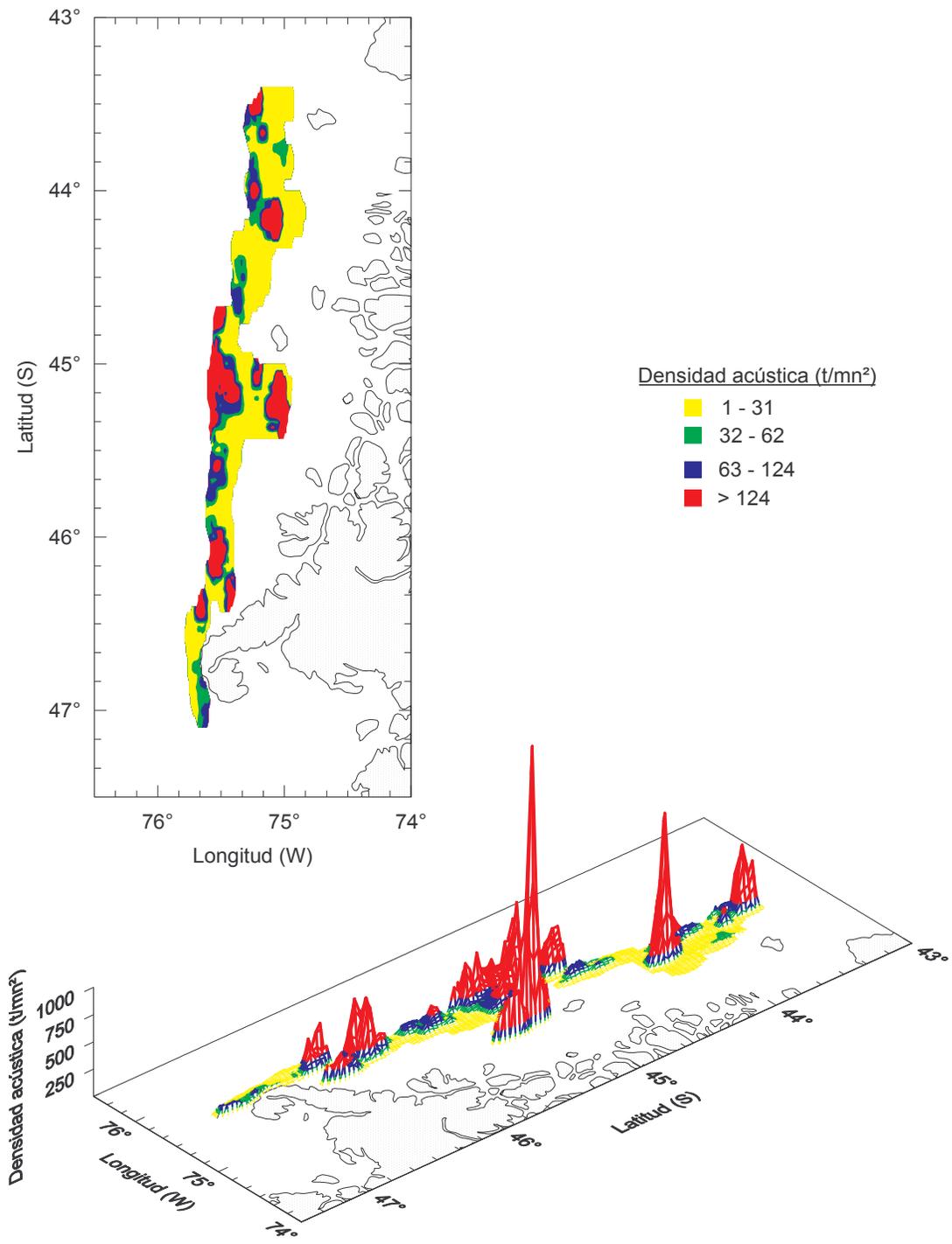
**Figura 6.** Distribución espacial de merluza del sur, agosto de 2003. FIP 2003-09.



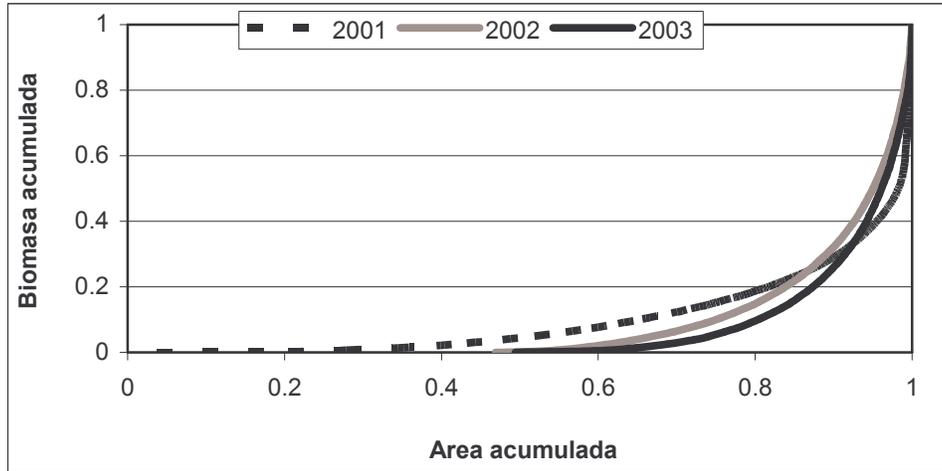
**Figura 7.** Curva de Lorenz, estimada para merluza del sur (años 2000-2003).



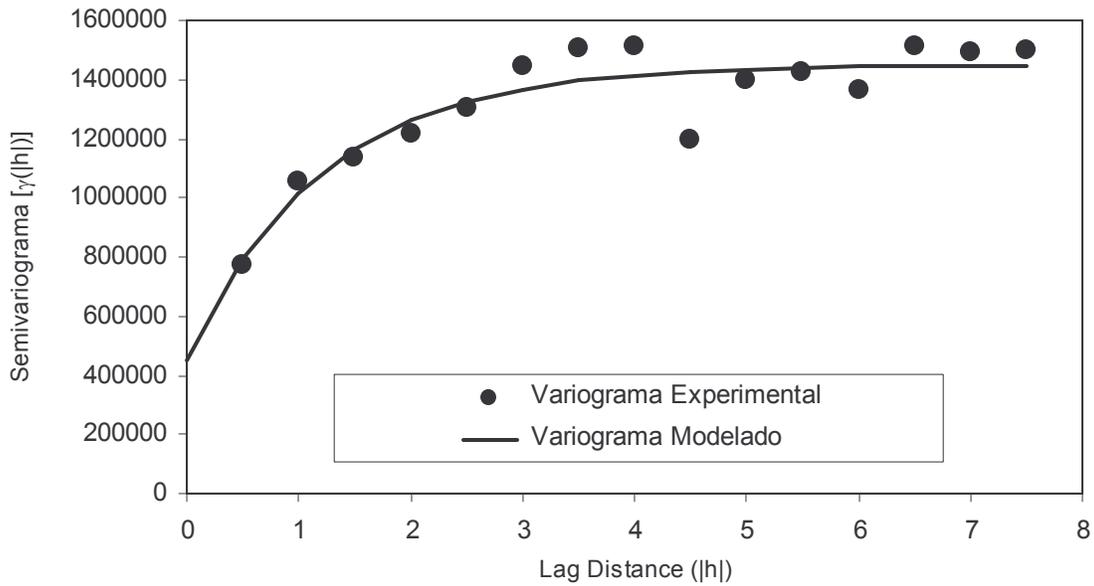
**Figura 8.** Variograma estimado para la distribución de merluza del sur. (Sill = 189.000, Pepita = 29.000, Rango 4 millas náuticas).



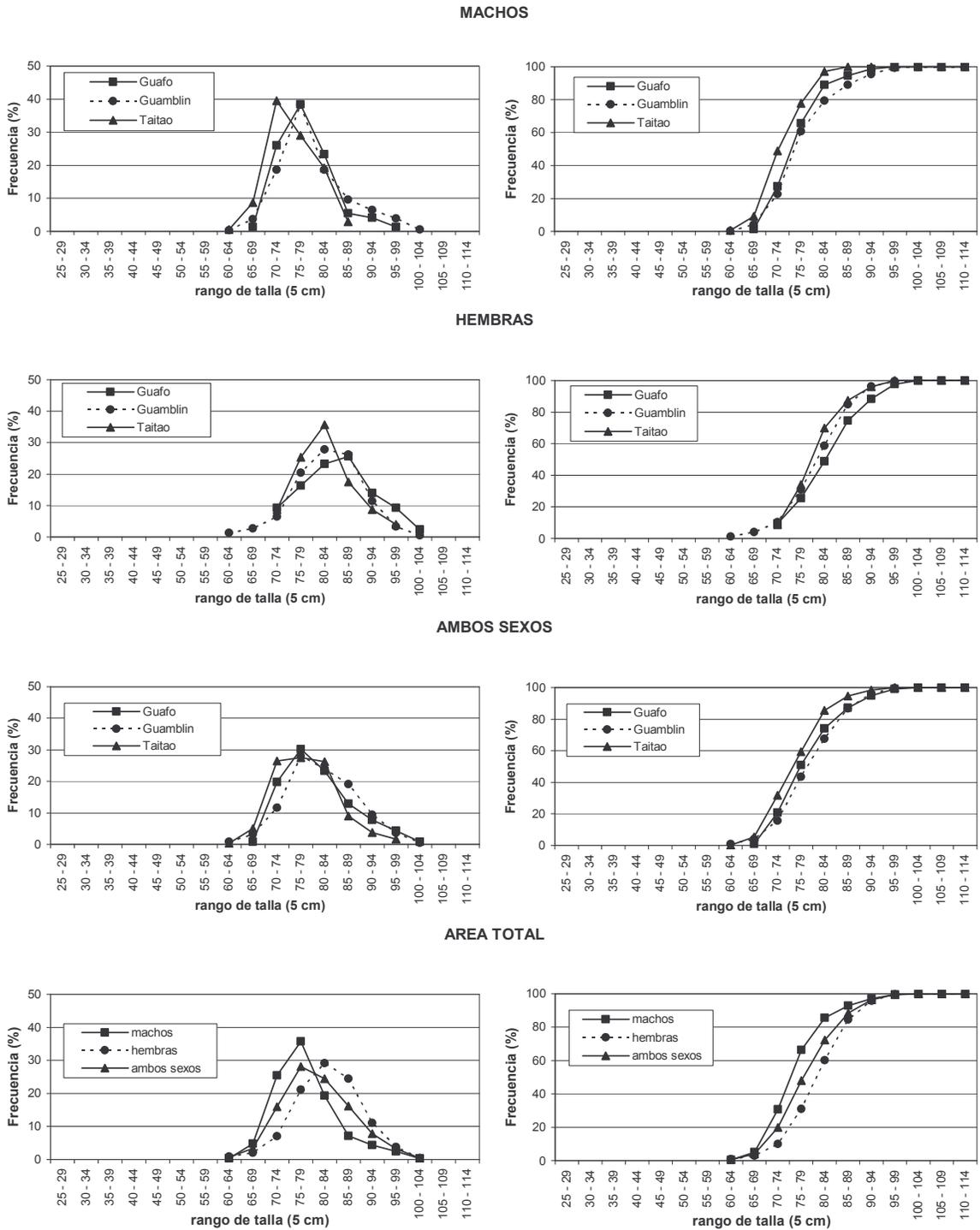
**Figura 9.** Distribución espacial de merluza de cola, agosto 2003. FIP 2003-09.



**Figura 10.** Curvas de Lorenz estimadas para merluza de cola (2001-2003).

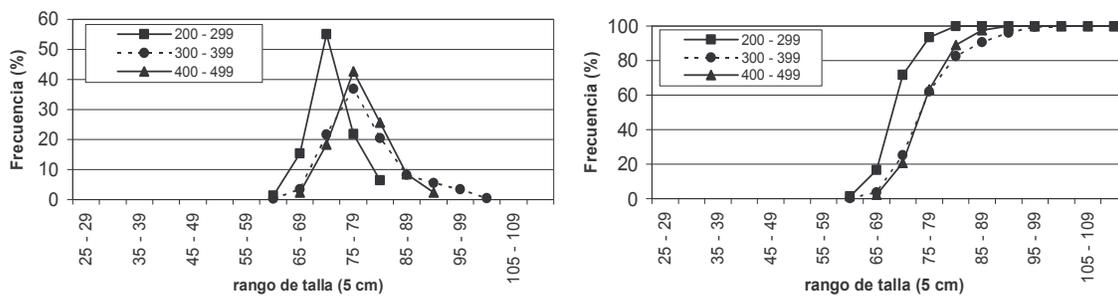


**Figura 11.** Variograma estimado para la distribución de merluza de cola. (Sill = 1.450.000, Pepita = 450.000, Rango= 3,6 millas náuticas)

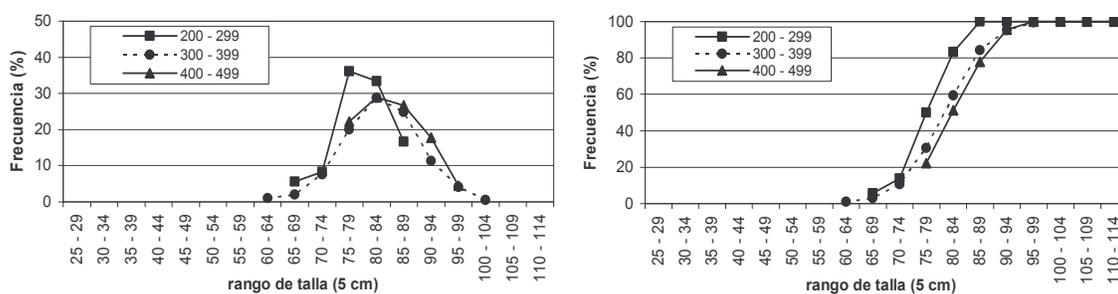


**Figura 12.** Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).

MACHO



HEMBRAS



AMBOS SEXOS

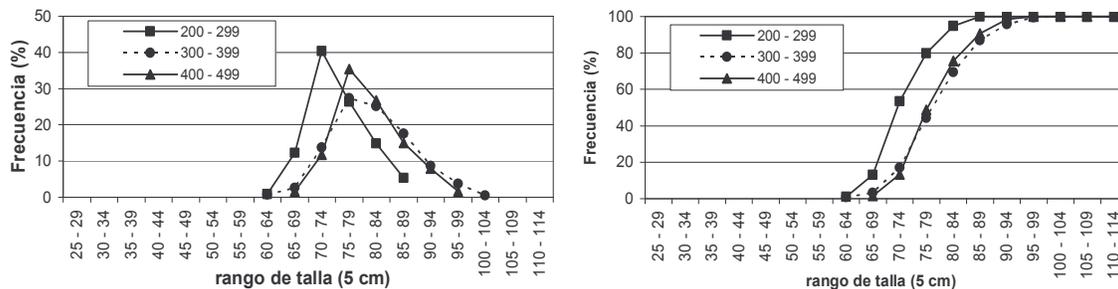
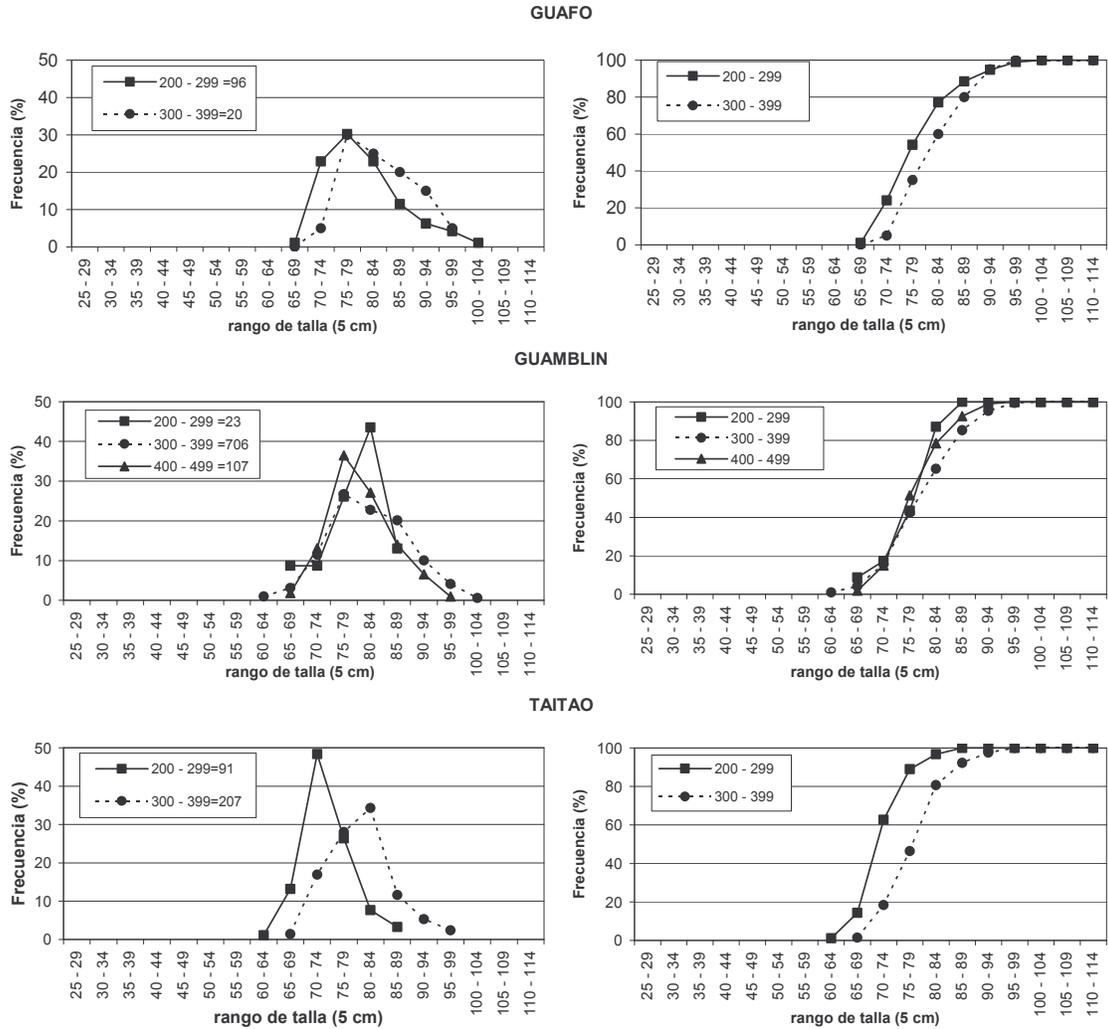
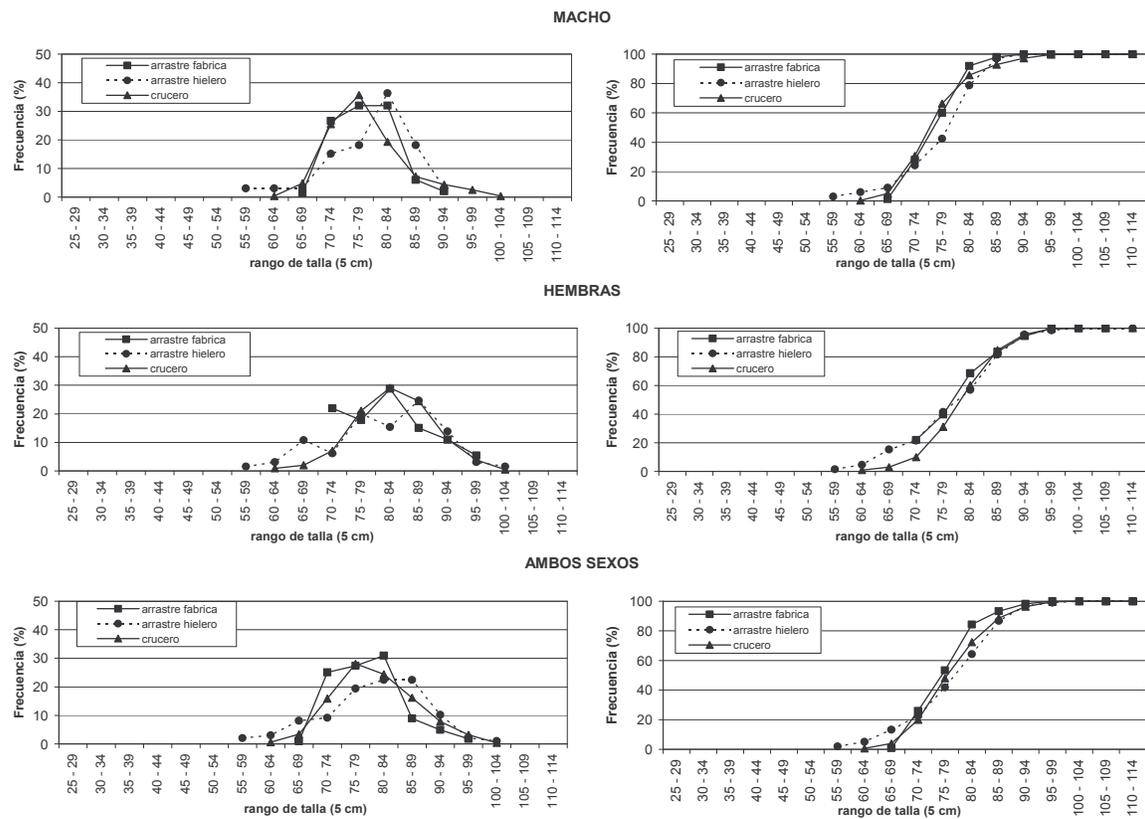


Figura 13. Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).



Area	Indicador	Rango Profundidad		
		200 - 299	300 - 399	400 - 499
Guafo	Prom. cm	80.2	83.3	
	% <70 cm		2.1	0.0
	% macho	67.7		40.0
	% hembra	32.3		60.0
Guamblin	Prom. cm	79	81.5	80.1
	% <70 cm	8.7	5.8	2.8
	% macho		39.8	69.2
	% hembra	100.0	60.2	30.8
Taitao	Prom. cm	73.9	80.1	
	% <70 cm	17.6	3.9	
	% macho	85.7	45.4	
	% hembra	14.3	54.6	

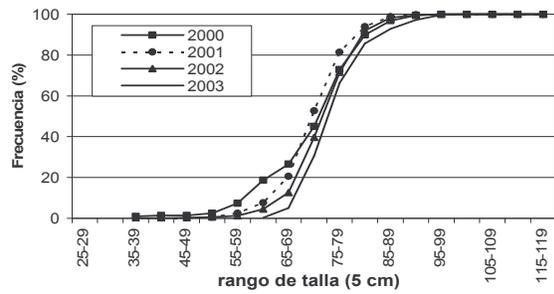
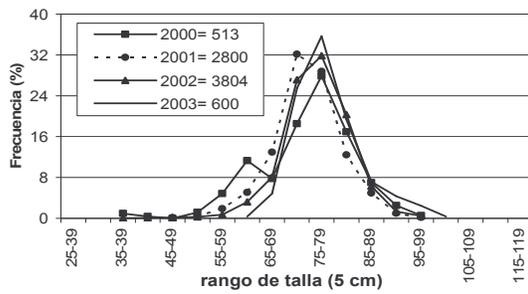
**Figura 14.** Distribución de talla de merluza del sur y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C “Abate Molina” (agosto 2003).



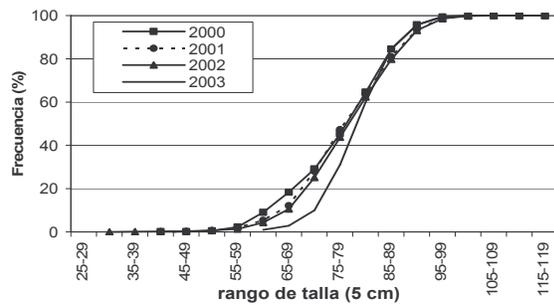
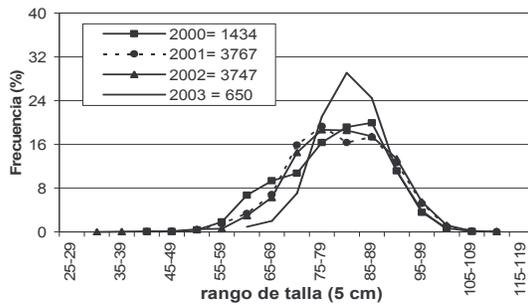
Flota	sexo	n	Talla prom (cm)	Desv. Est. cm.	<70 cm %	Prop. Sexual %	
						machos	hembras
Arr. Fábrica	macho	150	77.9	4.9	3.3		
	hembra	73	81.2	7.0	0.0		
	ambos sexos	223	79.0	5.9	2.2	67.3	32.7
Arr. Hielero	macho	33	79.1	7.6	9.1		
	hembra	65	81.1	9.3	15.4		
	ambos sexos	98	80.4	8.8	13.3	33.7	66.3
Crucero 2003	macho	600	78.2	6.6	7.7		
	hembra	650	82.6	6.8	4.0		
	ambos sexos	1250	80.5	7.0	5.8	48.0	52.0

**Figura 15.** Distribución de talla de merluza del sur por sexo registrada para el crucero B/C Abate Molina, la flota arrastrera fábrica y la flota arrastrera hielera (agosto 2003).

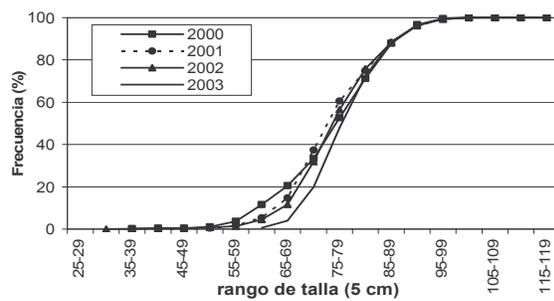
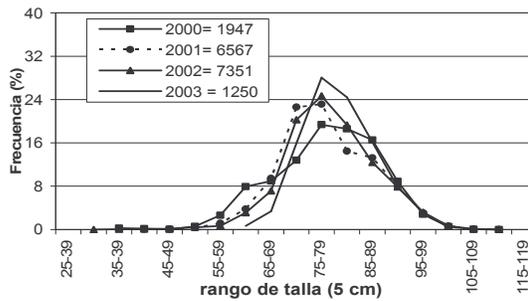
### MACHOS



### HEMBRAS

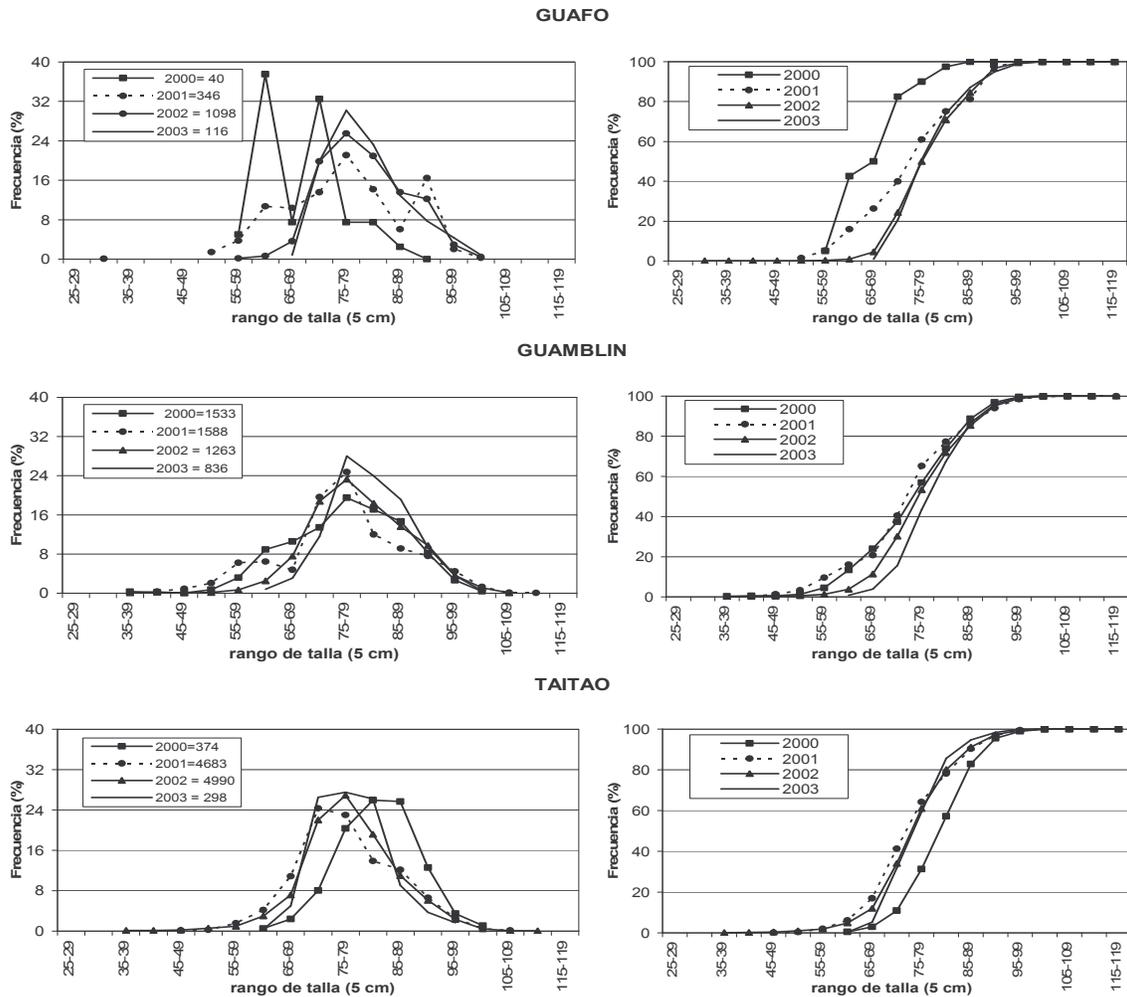


### AMBOS SEXOS



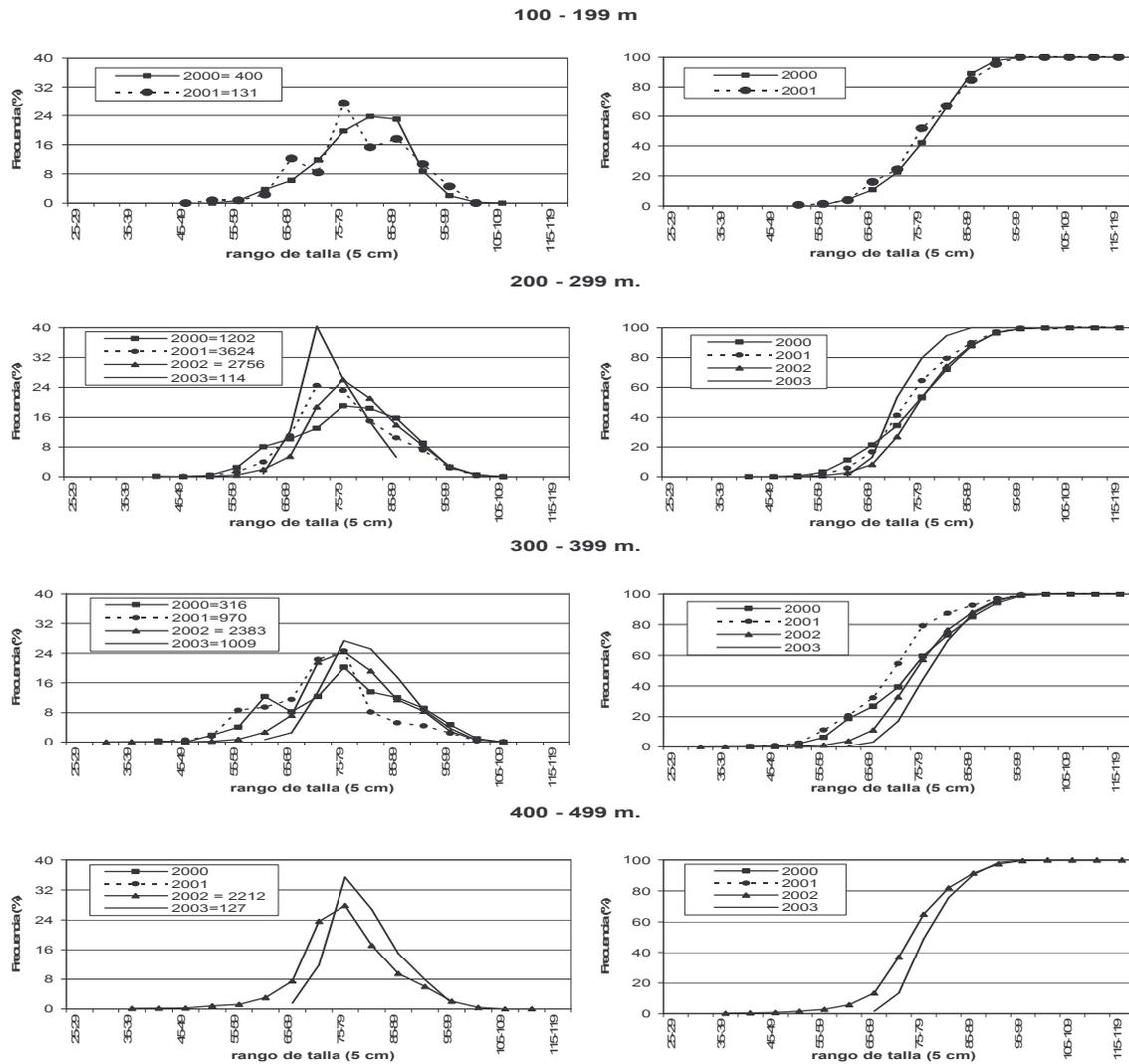
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 70 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2000	Macho	78	11.4	26.5	26
	Hembra	80	9.9	18.3	
	Total	79	10.2	20.5	
2001	Macho	73	7.3	22.9	43
	Hembra	80	10.3	15.0	
	Total	77	9.6	18.4	
2002	Macho	76	6.4	11.3	49
	Hembra	81	9.5	10.3	
	Total	79	8.5	10.8	
2003	Macho	78	6.6	7.7	48
	Hembra	83	6.8	4	
	Total	81	7	5.8	

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



Area	Datos	Guafo	Guablín	Taitao
2000	Prom. cm	68	77	83
	Desv est. cm	7	10	7
	% <70 cm	50	24	3
	% macho	35	24	34
	% hembra	65	76	66
2001	Prom. cm	77	76	77
	Desv est. cm	11	11	9
	% <70 cm	26	21	17
	% macho	19	38	46
	% hembra	81	63	54
2002	Prom. cm	80	79	78
	Desv est. cm	8	9	8
	% <70 cm	5	11	12
	% macho	41	37	54
	% hembra	59	63	46
2003	Prom. cm	81	81	78
	Desv est. cm	7	7	6
	% <70 cm	2	6	8
	% macho	63	43	58
	% hembra	37	58	42

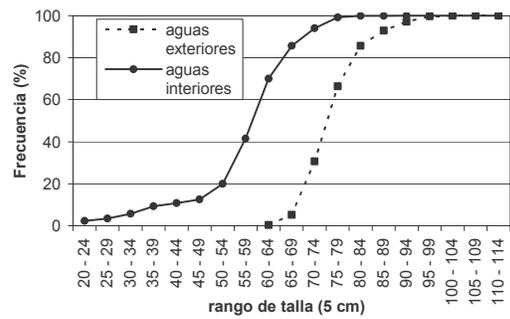
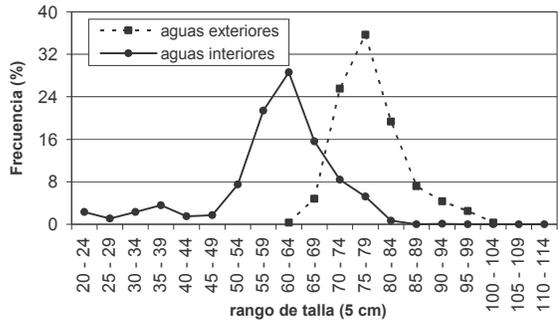
**Figura 17.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por área para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).



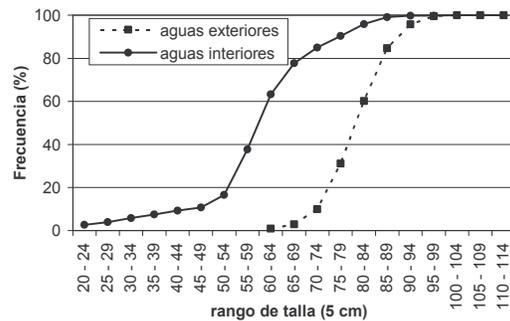
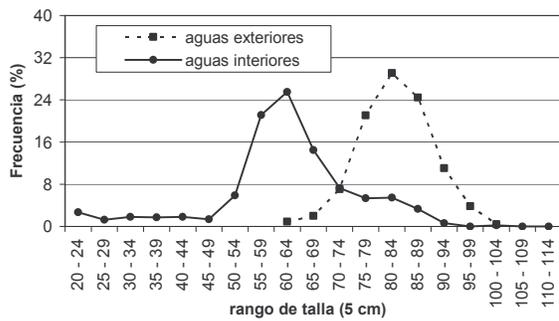
Area	Datos	100-199	200-299	300-399	400-499
2000	Prom. cm	80	78	77	
	Desv. est. cm	8	10	12	
	% <70 cm	11	21	27	
	% macho	35	22	30	
	% hembra	65	78	70	
2001	Prom. cm	80	77	73	
	Desv. est. cm	9	9	10	
	% <70 cm	16	17	32	
	% macho	27	44	43	
	% hembra	73	56	57	
2002	Prom. cm		79	79	77
	Desv. est. cm		8	9	9
	% <70 cm		8	11	13
	% macho		46	46	57
	% hembra		54	54	43
2003	Prom. cm		75	81	81
	Desv. est. cm		5	7	6
	% <70 cm		16	5	2
	% macho		68	44	65
	% hembra		32	56	35

**Figura 18.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).

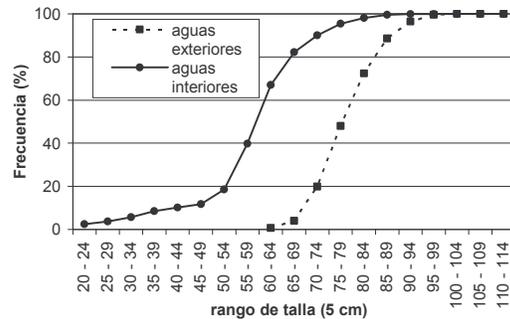
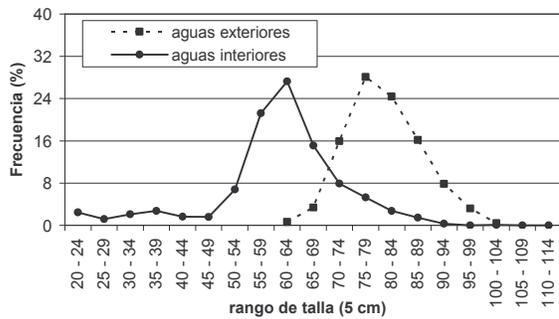
**MACHOS**



**HEMBRAS**

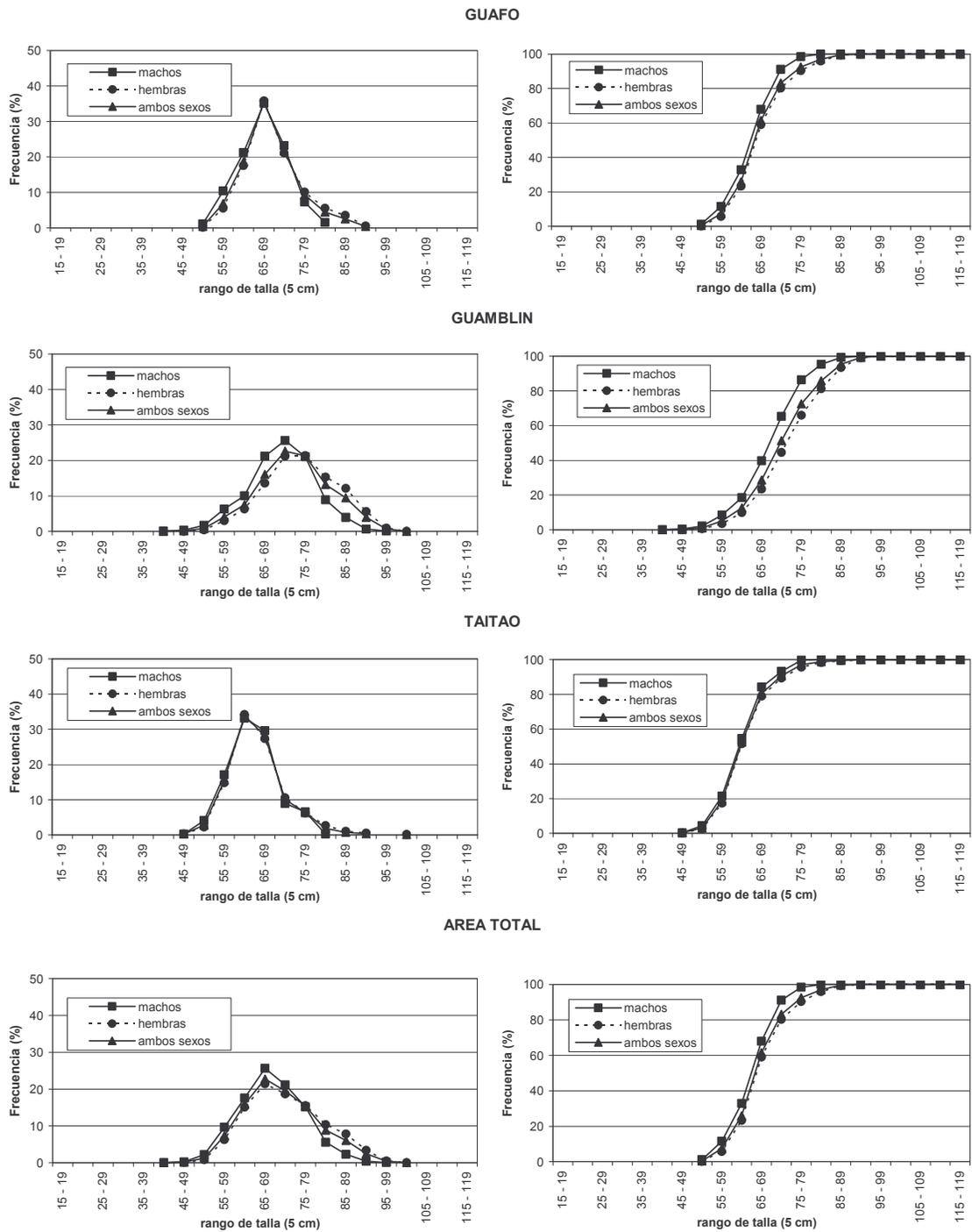


**AMBOS SEXOS**

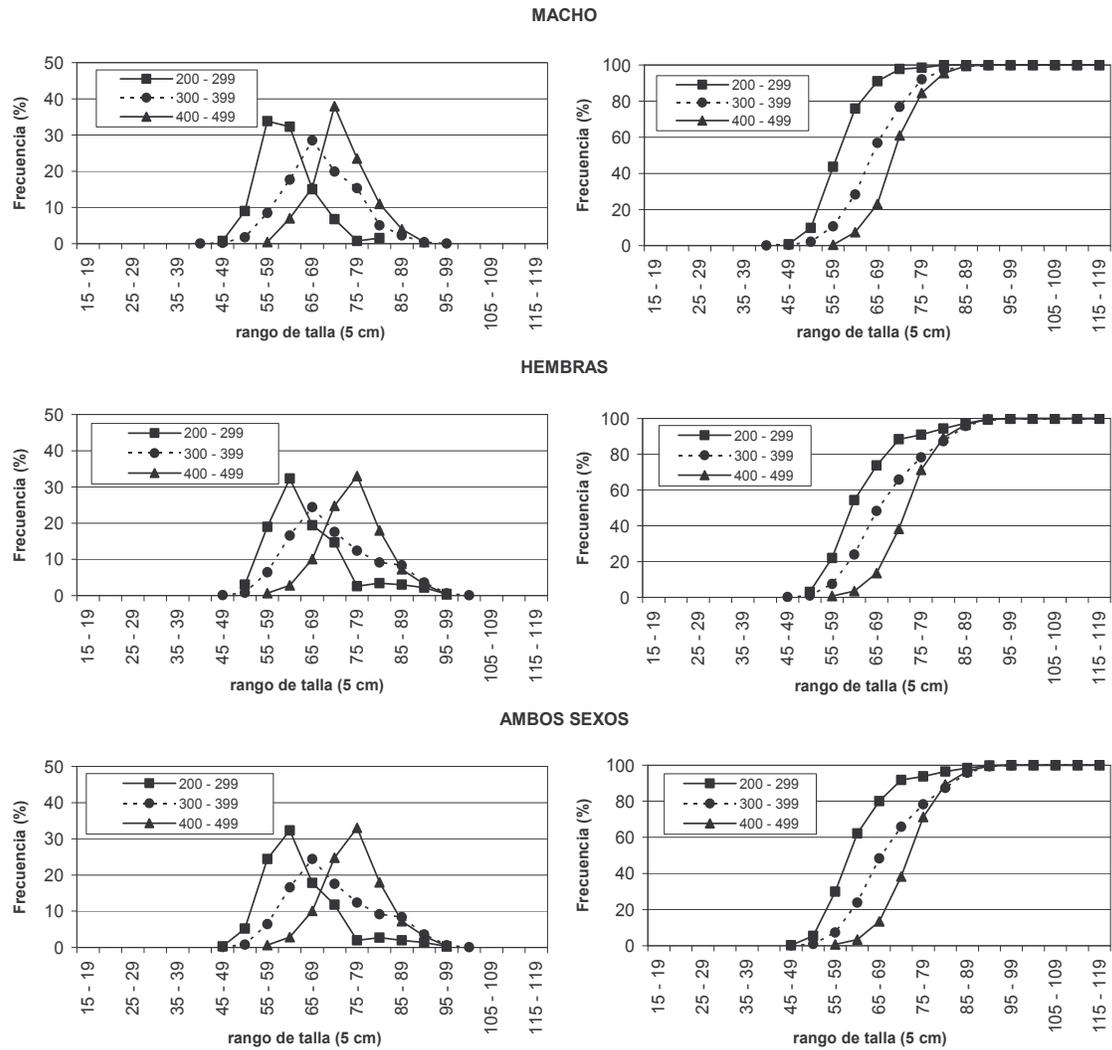


Crucero	sexo	n	Talla prom (cm)	Desv. Est. cm.	>70 cm %	Prop. Sexual %	
						machos	hembras
2003	macho	600	78.2	6.6	7.7		
	Exterior hembra	650	82.6	6.8	4.0		
	ambos sexos	1250	80.5	7.0	5.8	48.0	52.0
20003	macho	1203	59.3	11.6	85.6		
	Interior hembra	933	61.7	13.4	77.7		
	ambos sexos	2136	60.4	13.5	82.2	56.3	43.7

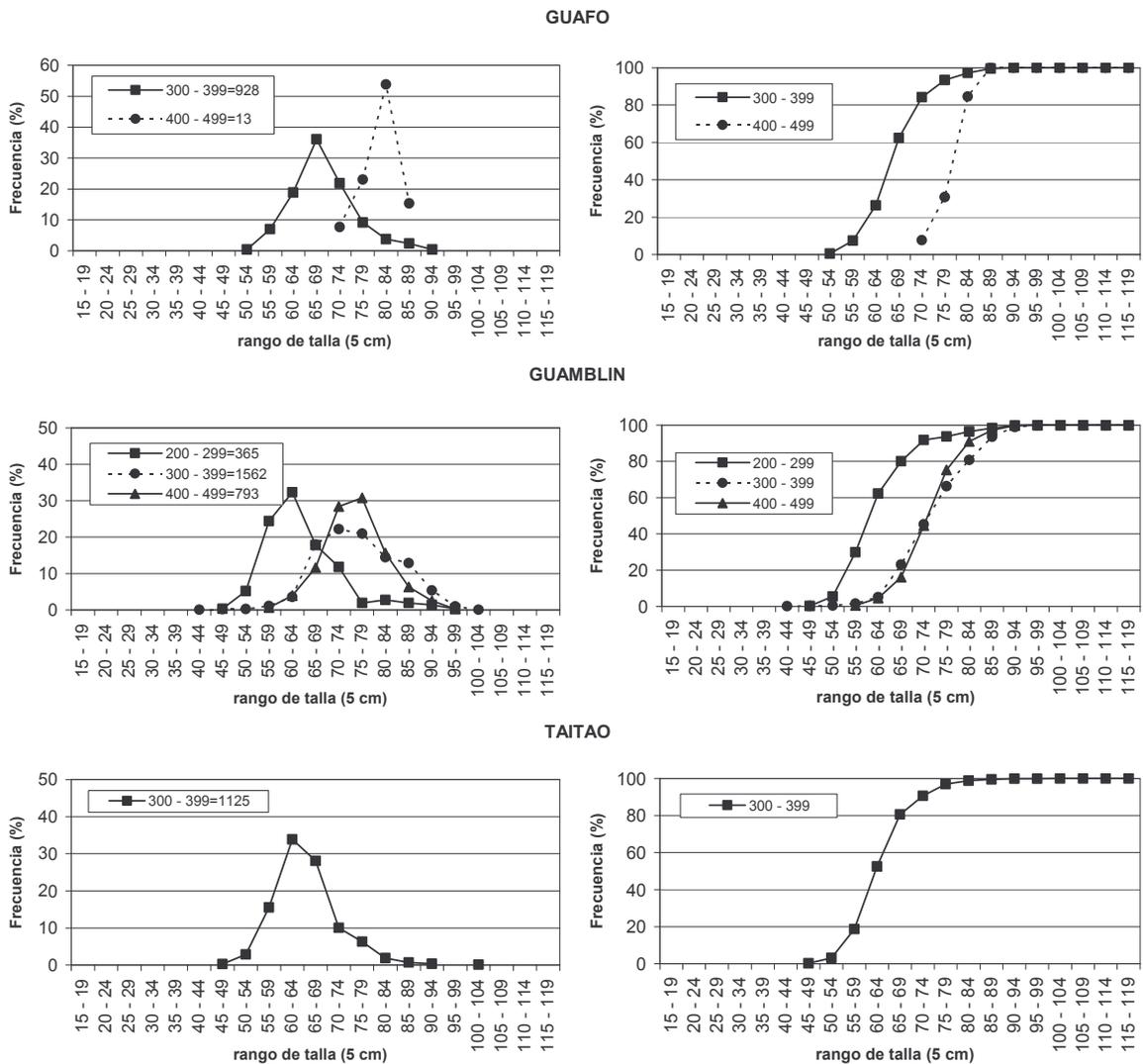
**Figura 19.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroacústicos de aguas exteriores (agosto 2003) y aguas interiores (septiembre 2003) en la X y XI Región, a bordo del B/C Abate Molina.



**Figura 20.** Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).

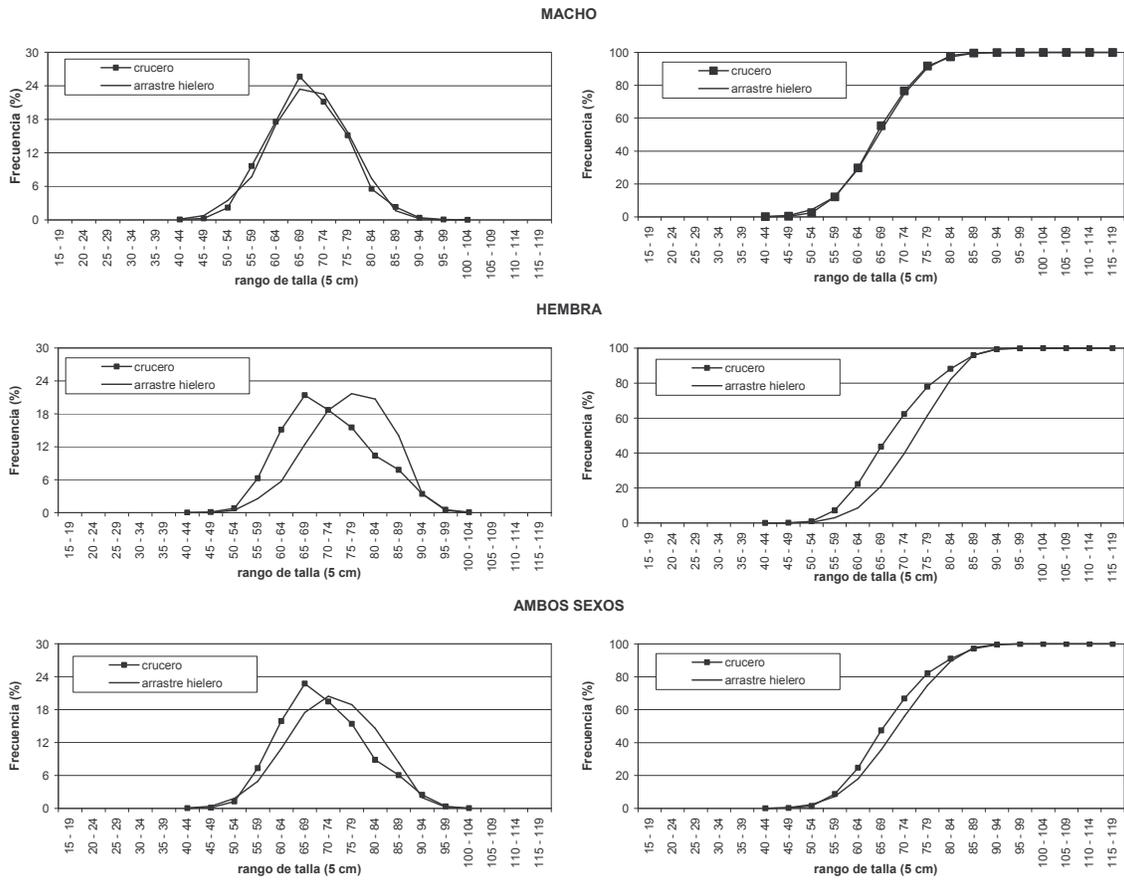


**Figura 21.** Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por rango de profundidad y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).



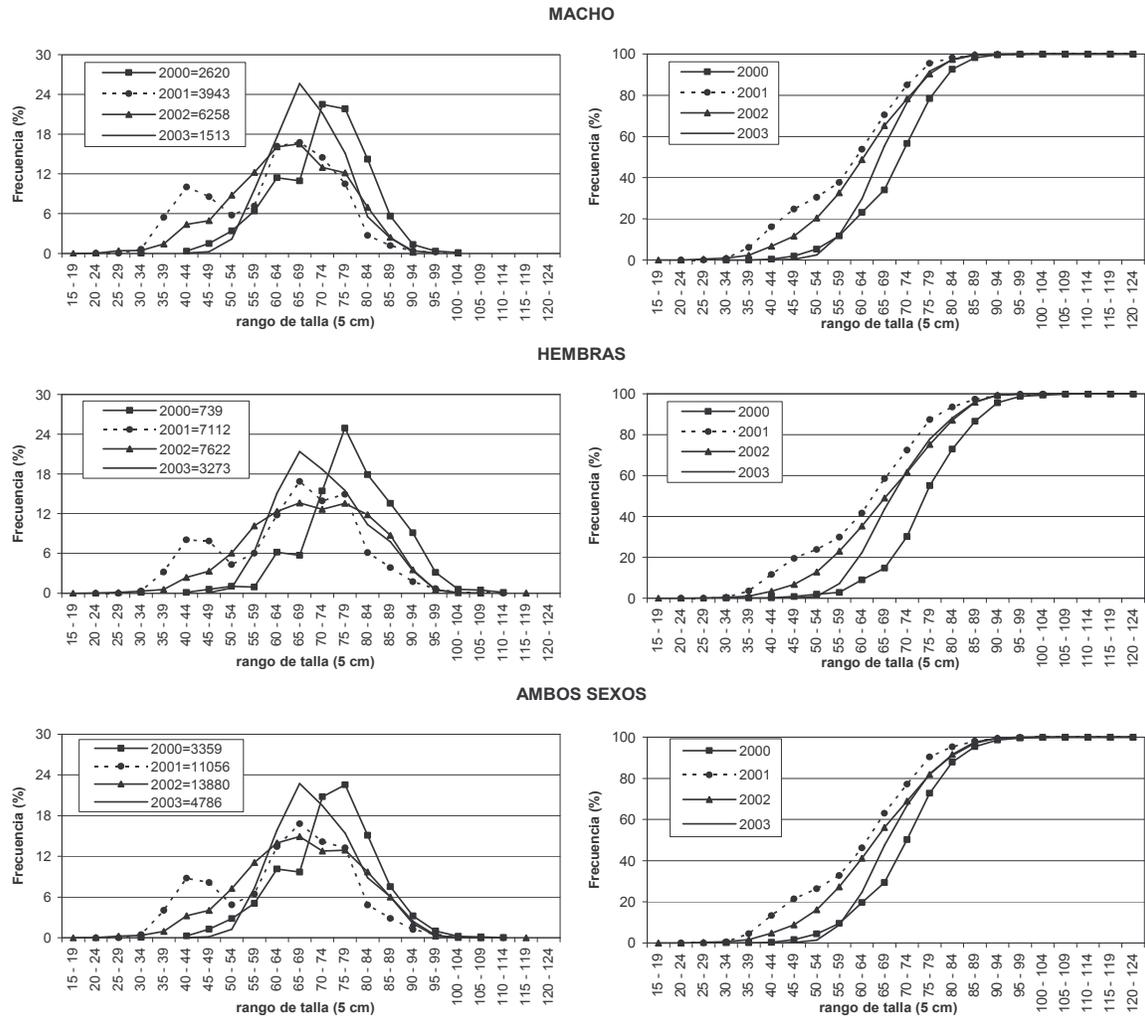
Area	Indicador	Rango Profundidad		
		200 - 299	300 - 399	400 - 499
Guafo	Prom. cm		68.5	81.1
	% <55 cm		0.4	0.0
	% macho		27.7	15.4
	% hembra		72.3	84.6
Guamblin	Prom. cm	64	76.2	75.4
	% <55 cm	5.5	0.5	0.0
	% macho	36.4	35.5	25.0
	% hembra	63.6	64.5	75.0
Taitao	Prom. cm		64.9	
	% <55 cm		3.1	
	% macho		32.7	
	% hembra		67.3	

**Figura 22.** Distribución de talla de merluza de cola y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C Abate Molina (agosto 2003).



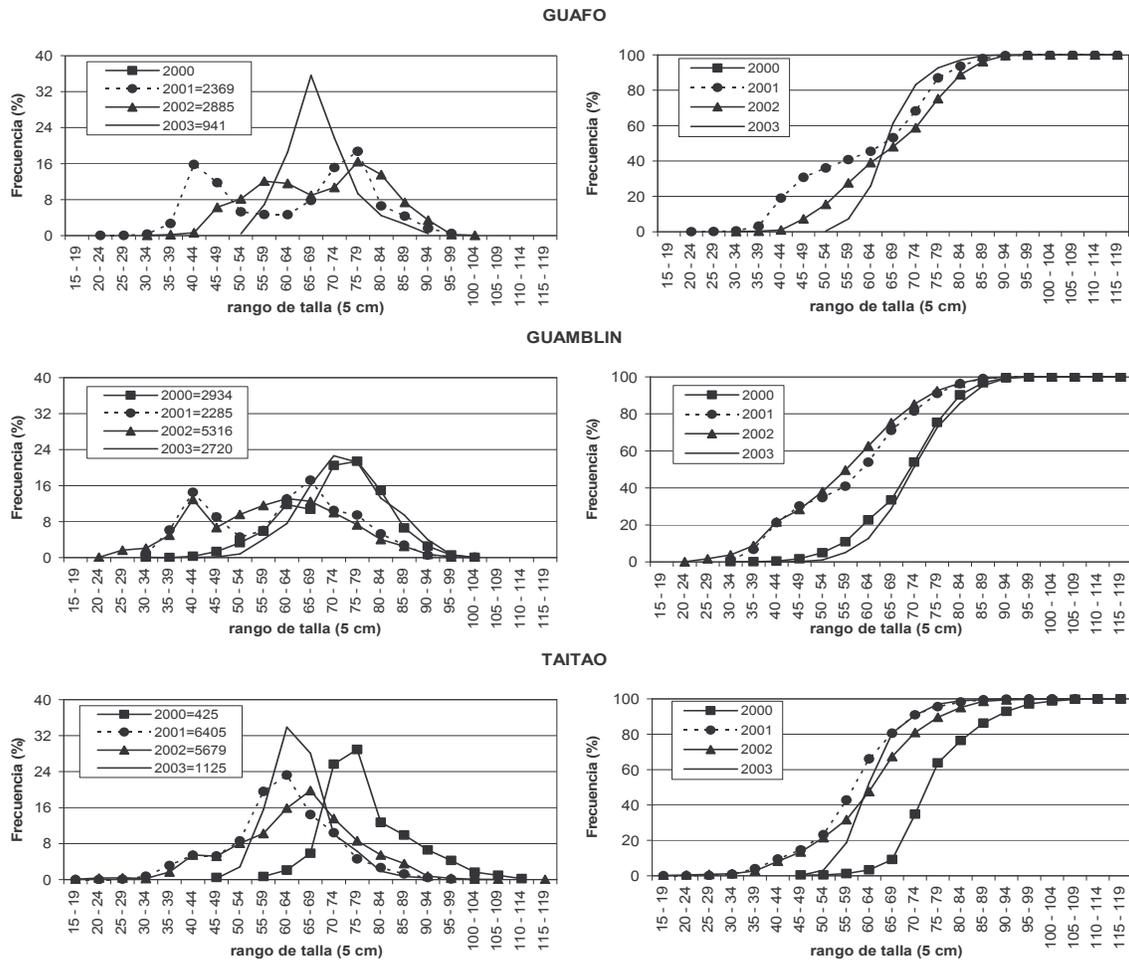
Flota	Sexo	n	Talla		<55 cm %	Prop. Sexual %	
			Prom. (cm)	Des. Est. (cm)		machos	hembras
Arr. Hielero	macho	1415	68.9	8.0	4.4	46.1	53.9
	hembra	1656	76.4	8.3	0.4		
	Total	3071	72.9	9.0	2.2		
Crucero 2003	macho	1513	68.7	7.9	2.5	31.6	68.4
	hembra	3273	72.1	9.3	0.9		
	Total	4786	71	9	1.4		

**Figura 23.** Distribución de talla de merluza de cola por sexo registrada para el crucero B/C Abate Molina y la flota arrastrera hielera (agosto 2003).



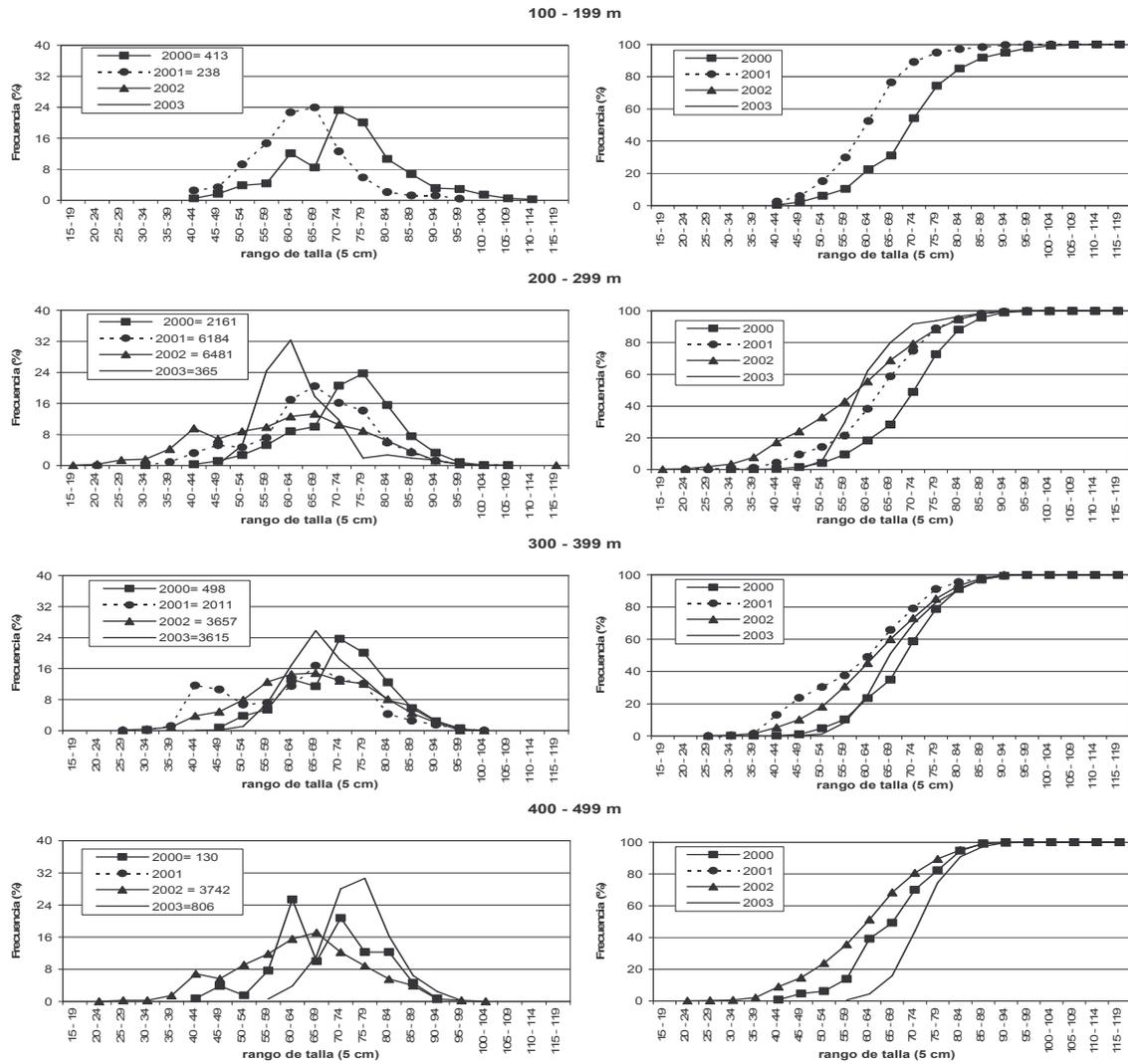
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 55 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2000	Macho	72.0	9.7	5.0	78
	Hembra	78.0	10.1	2.0	22
	Total	73.0	10.2	4.0	
2001	Macho	61.0	12.2	29.0	36
	Hembra	66.0	13.1	21.0	64
	Total	64.0	13.0	23.0	
2002	Macho	60.0	13.0	20.0	45
	Hembra	66.0	14.0	13.0	55
	Total	64.0	14.0	16.0	
2003	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	

**Figura 24.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).



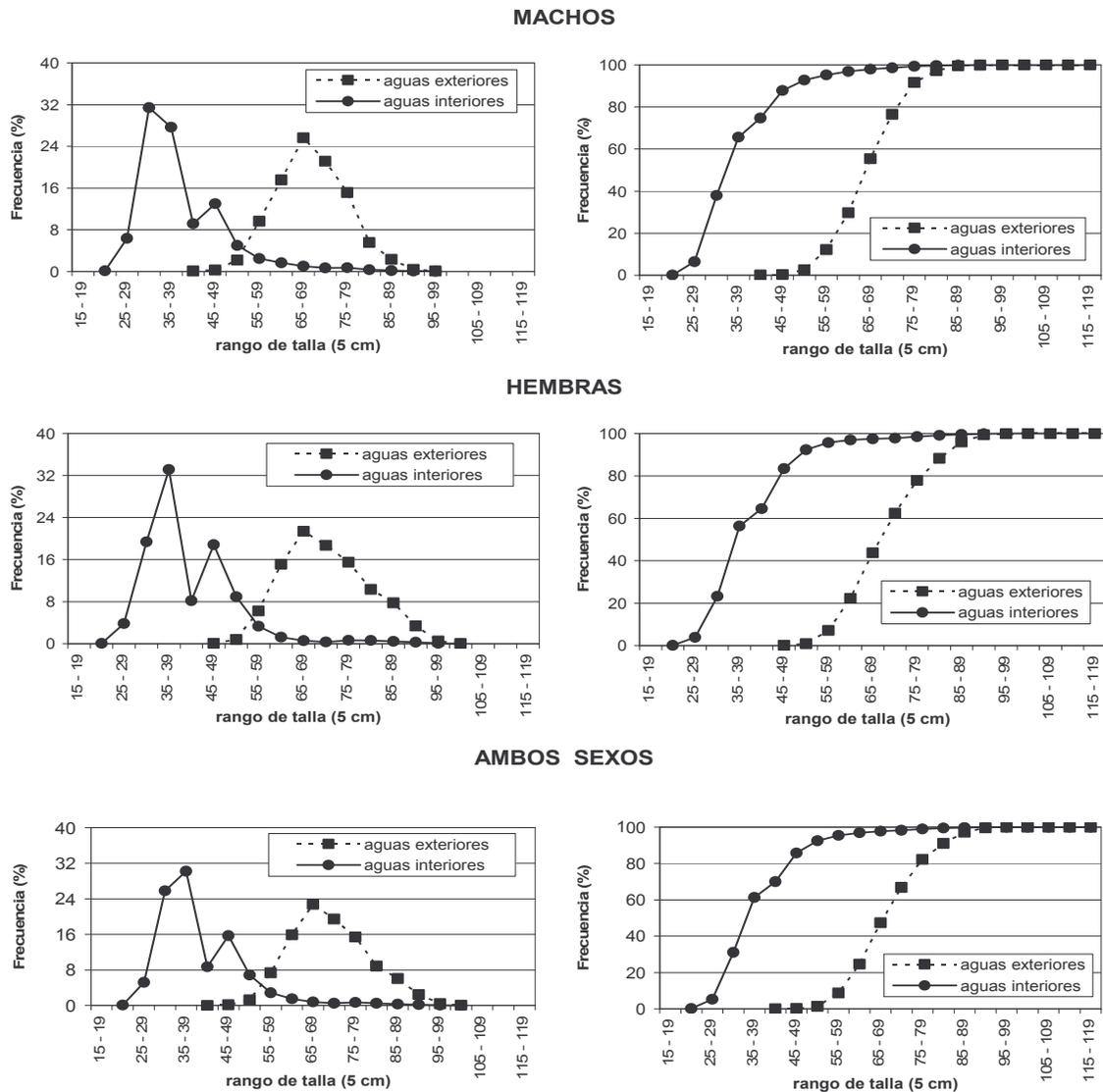
Area	Datos	Guafo	Guamblin	Taitao
2000	Prom. cm		72.5	78.8
	Desv est. cm		10.0	9.3
	% <55 cm		5.0	0.5
	% macho		83.6	39.3
	% hembra		16.4	60.7
2001	Prom. cm	63.0	61.0	66.0
	Desv est. cm	15.7	14.5	10.9
	% <55 cm	36.0	34.8	14.6
	% macho	23.6	33.4	41.0
	% hembra	76.4	66.6	59.0
2002	Prom. cm	69.1	58.8	64.1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

**Figura 25.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por área para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).



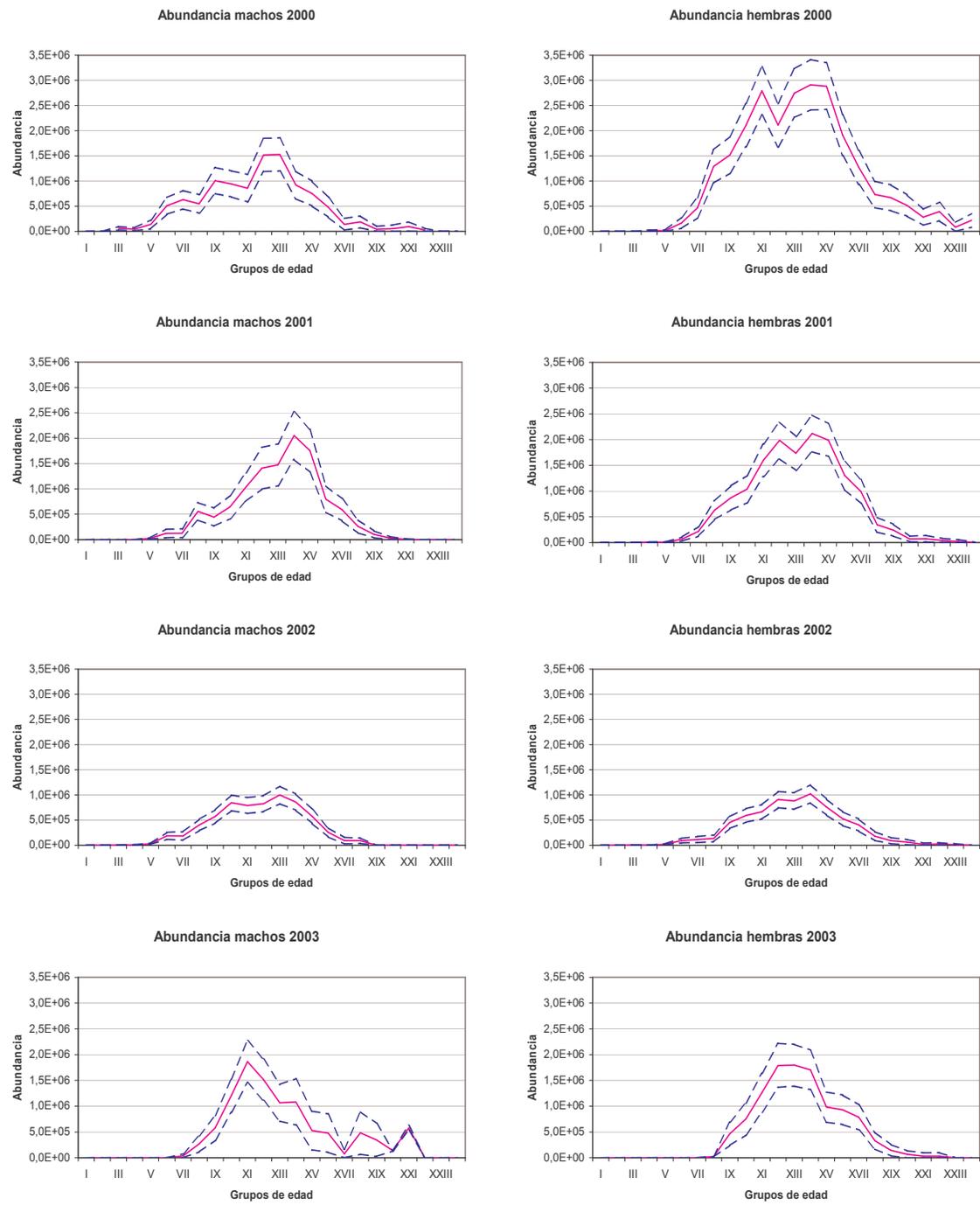
Area	Datos	100-199	200-299	300-399	400-499
2000	Prom. cm	73	74	72	69
	Desv est. cm	12	10	10	10
	% <55 cm	6	4	5	6
	% macho	68	78	79	98
	% hembra	32	22	21	2
2001	Prom. cm	64	67	63	
	Desv est. cm	10	11	14	
	% <55 cm	15	14	30	
	% macho	56	37	41	
	% hembra	44	63	59	
2002	Prom. cm		61	66	64
	Desv est. cm		15	13	13
	% <55 cm		33	18	24
	% macho		47	45	41
	% hembra		53	55	59
2003	Prom. cm		64	71	76
	Desv est. cm		8	9	7
	% <55 cm		6	1	0
	% macho		37	33	25
	% hembra		64	67	75

**Figura 26.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2000, 2001, 2002 y 2003 (B/F Betanzo agosto 2000; B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001 y julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).

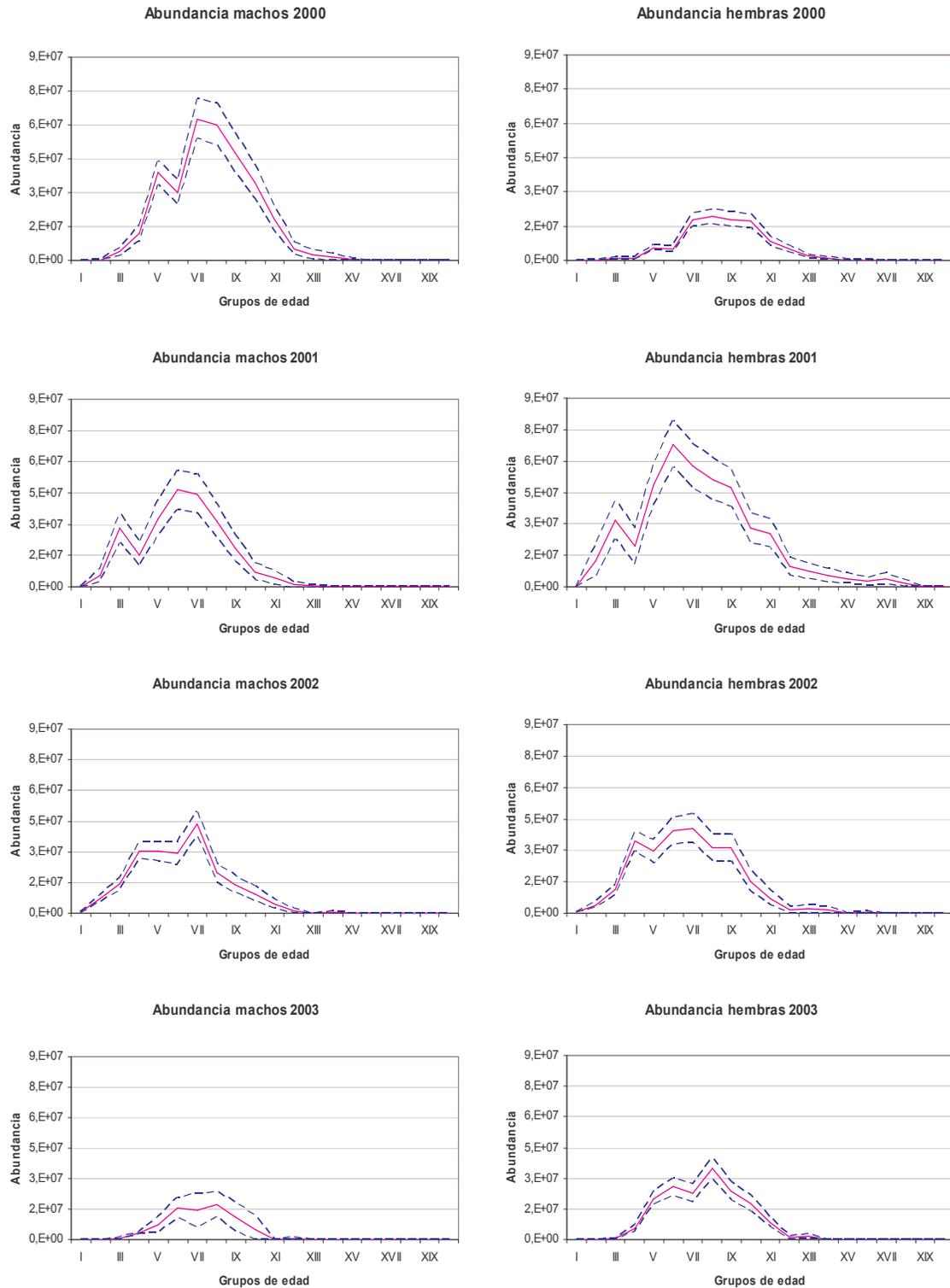


Crucero	sexo	n	Talla	Desv. Est. cm.	<55 cm %	Prop. Sexual %	
			prom (cm)			machos	hembras
2003	macho	1513	68.7	7.9	2.5		
	Exterior hembra	3273	72.1	9.3	0.9		
	Total	4786	71.0	9.0	1.4	31.6	68.4
20003	macho	3573	39.3	9.8	92.8		
	Interior hembra	3117	42.9	11.2	90.2		
	Total	6690	40.3	10.1	92.6	53.4	46.6

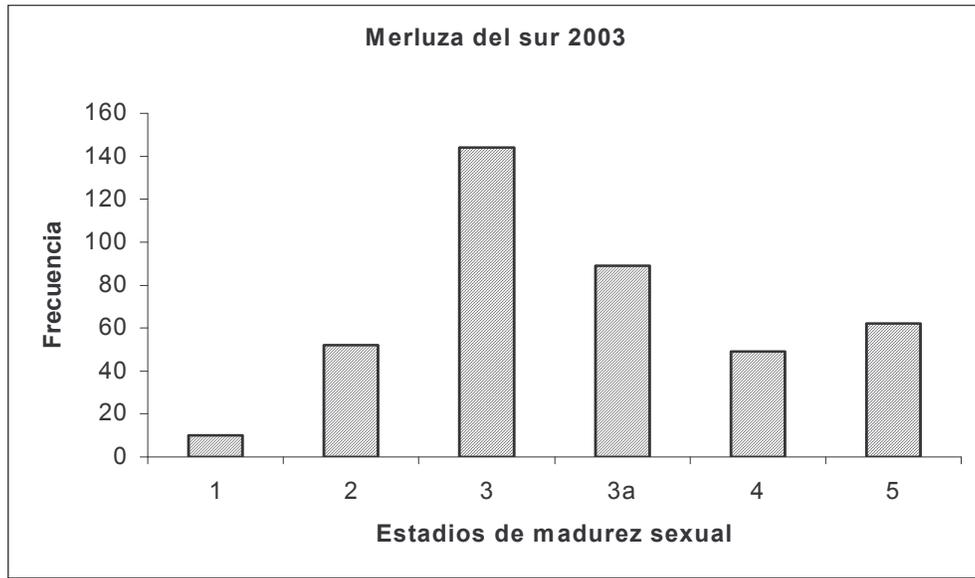
**Figura 27.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroacústicos de aguas exteriores (agosto 2003) y aguas interiores (septiembre 2003) en la X y XI Región, a bordo del B/C Abate Molina.



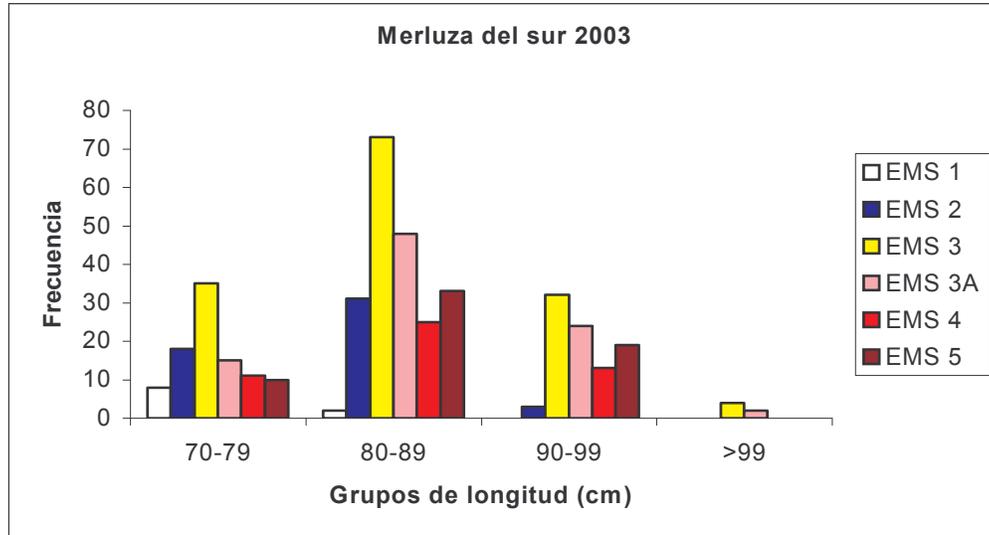
**Figura 28.** Abundancia por grupos de edad de merluza del sur (línea continua) y desviación estándar (línea punteada), presente en las evaluaciones directas efectuadas en el 2000, 2001, 2002 y 2003



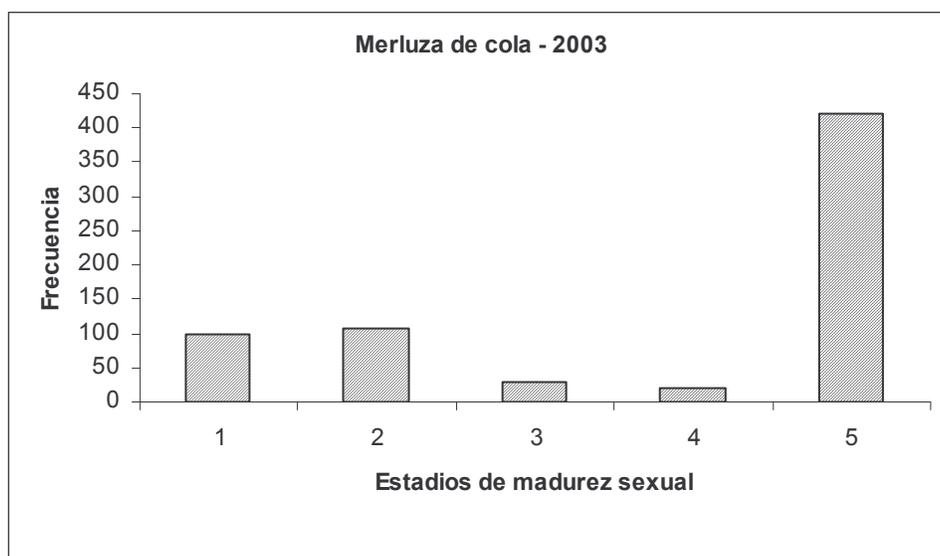
**Figura 29.** Abundancia por grupos de edad de merluza de cola (línea continua) y desviación estándar (línea punteada), presente en las evaluaciones directas efectuadas en el 2000, 2001, 2002 y 2003.



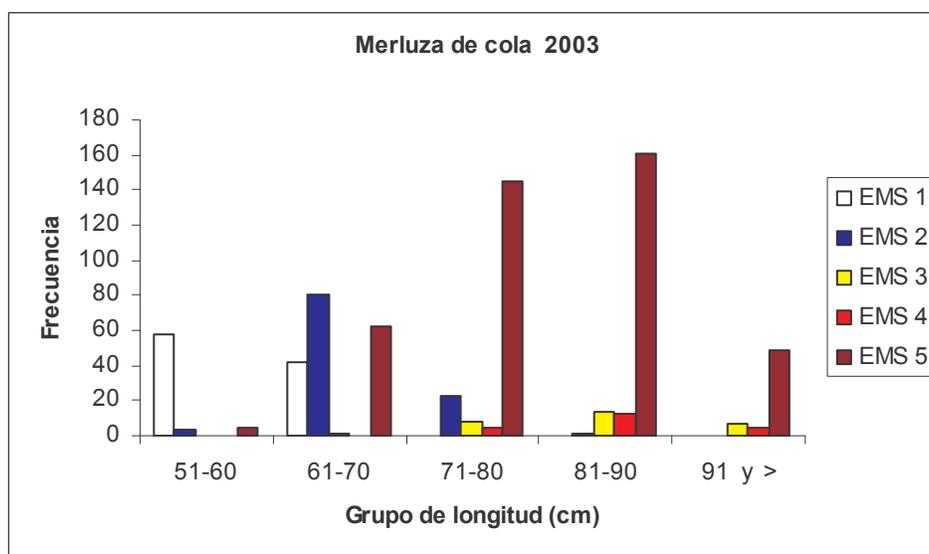
**Figura 30.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2003.



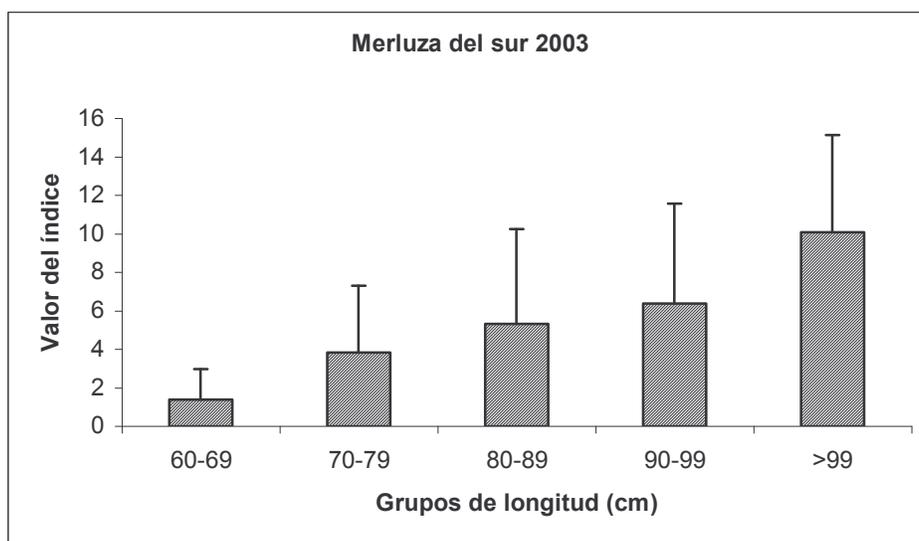
**Figura 31.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2003.



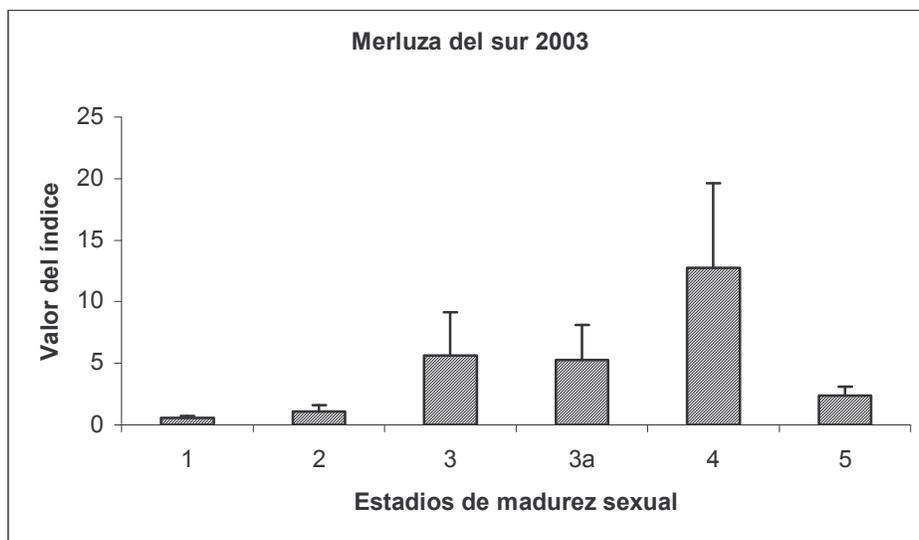
**Figura 32.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2003.



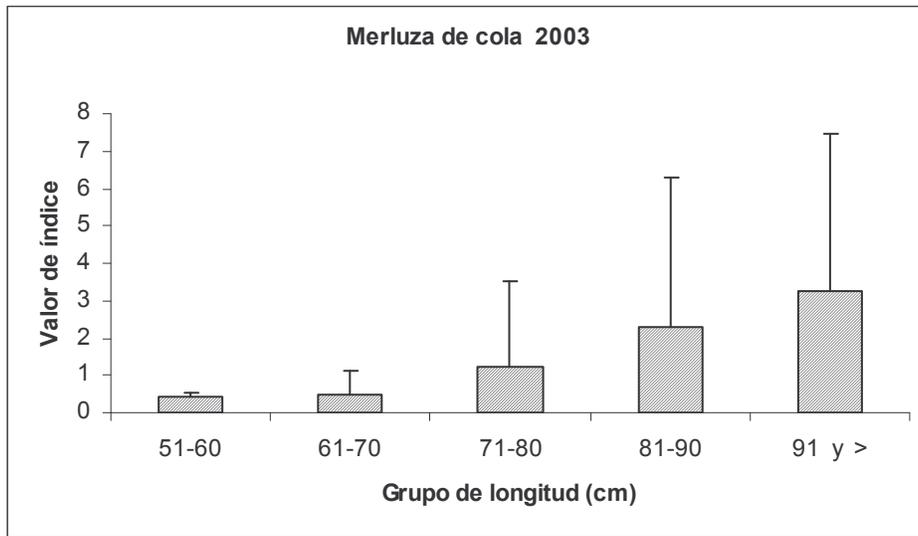
**Figura 33.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2003.



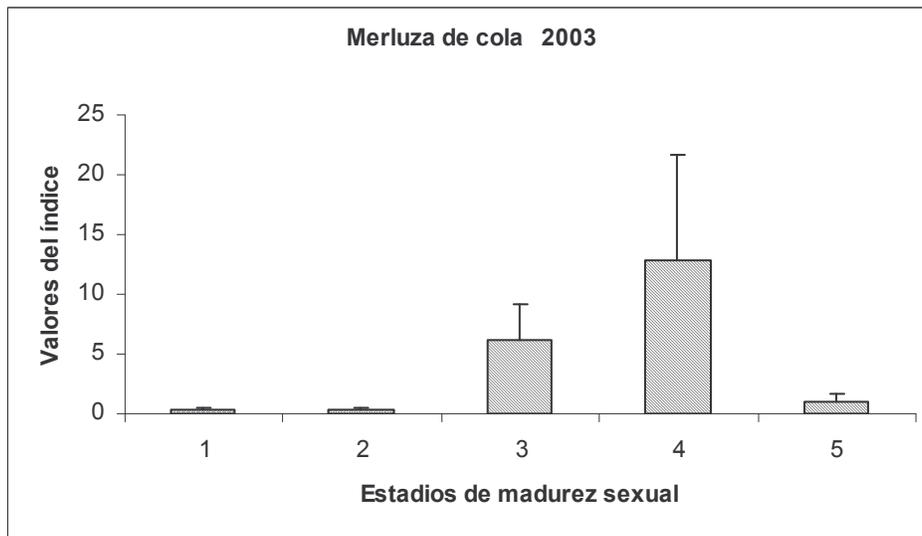
**Figura 34.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) y la desviación estándar, en hembras de merluza del sur *Merluccius australis* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto de 2003.



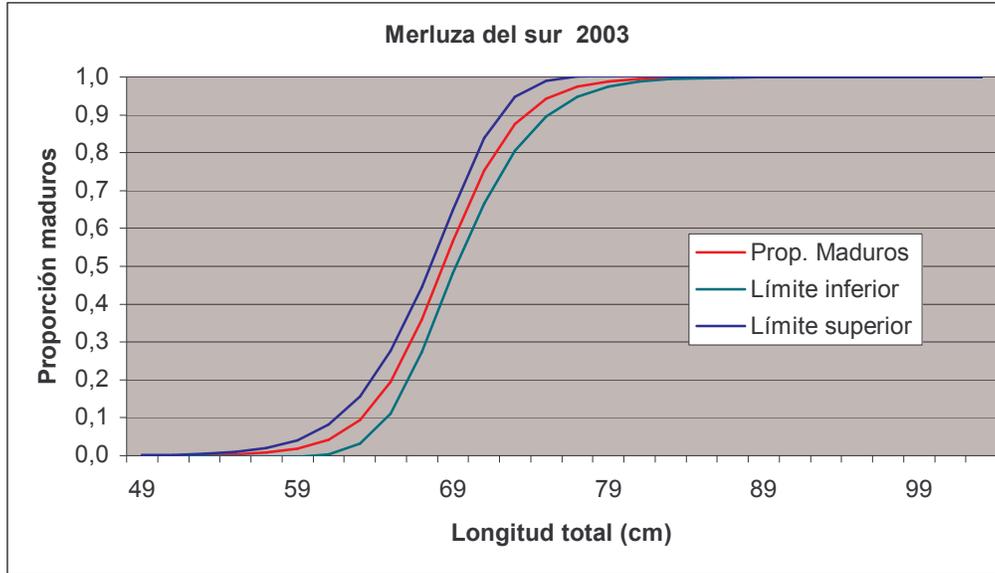
**Figura 35.** Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2003.



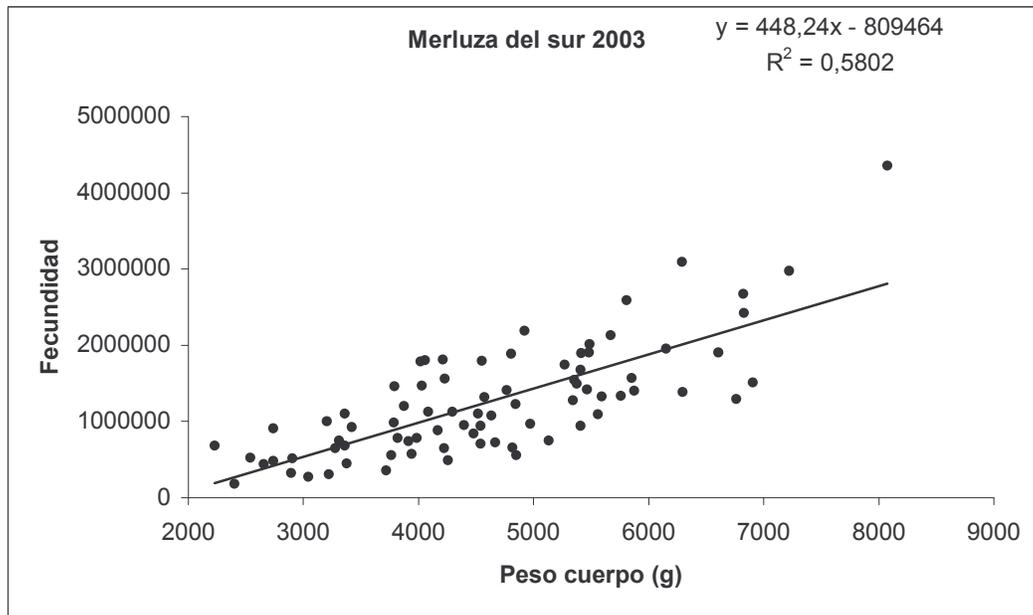
**Figura 36.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) y la desviación estándar, en hembras de merluza de cola *Macrurus magellanicus* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto de 2003.



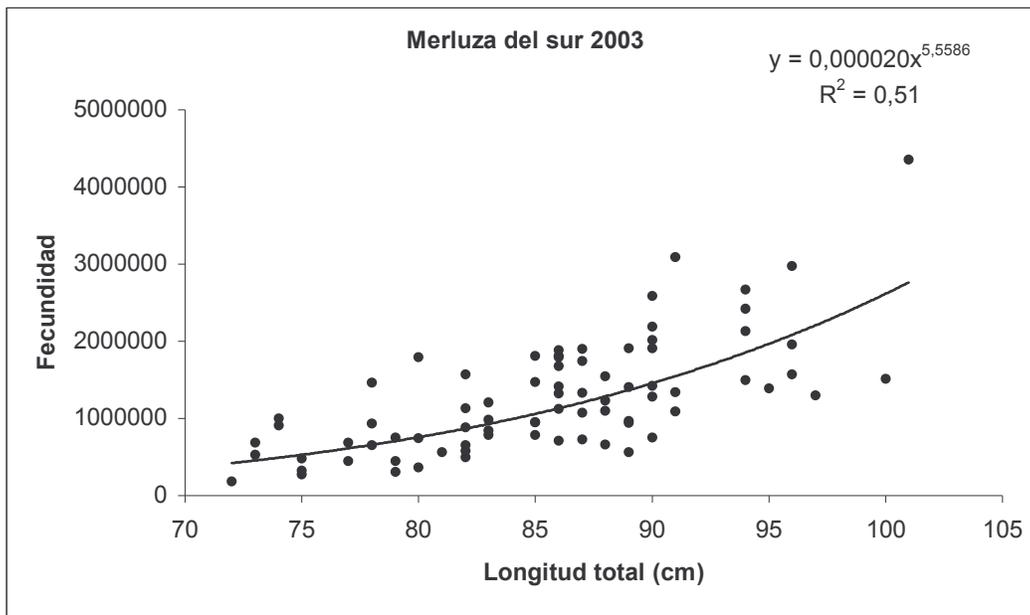
**Figura 37.** Valor del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza de cola *Macrurus magellanicus*, en agosto de 2003.



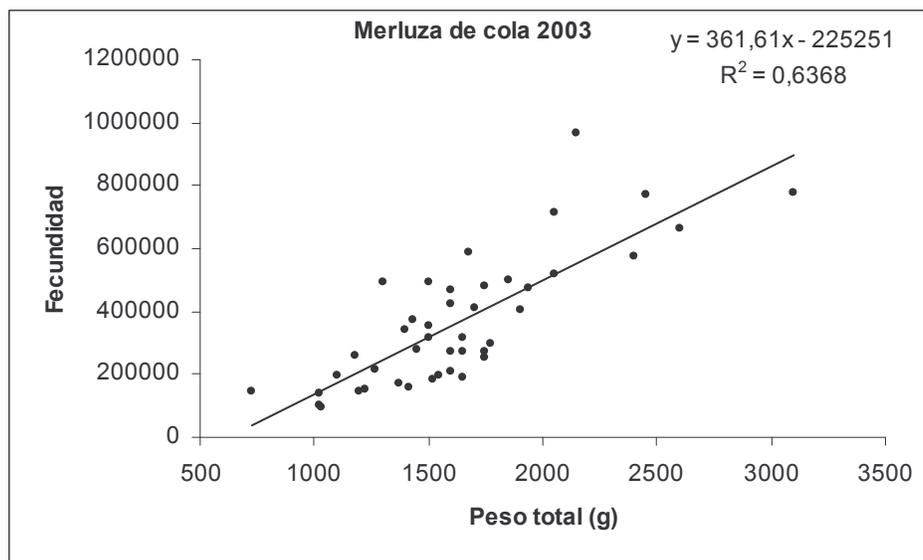
**Figura 38.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2003, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.



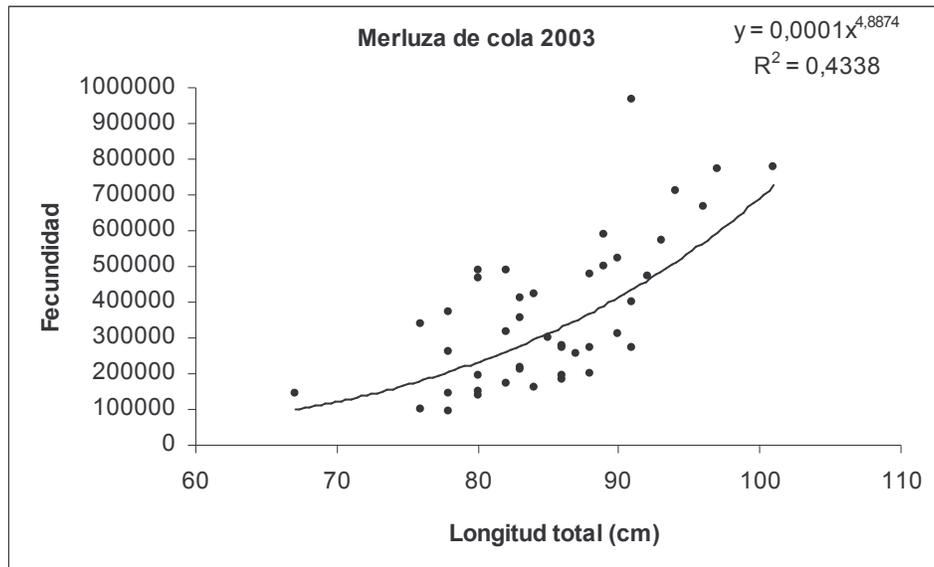
**Figura 39.** Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2003.



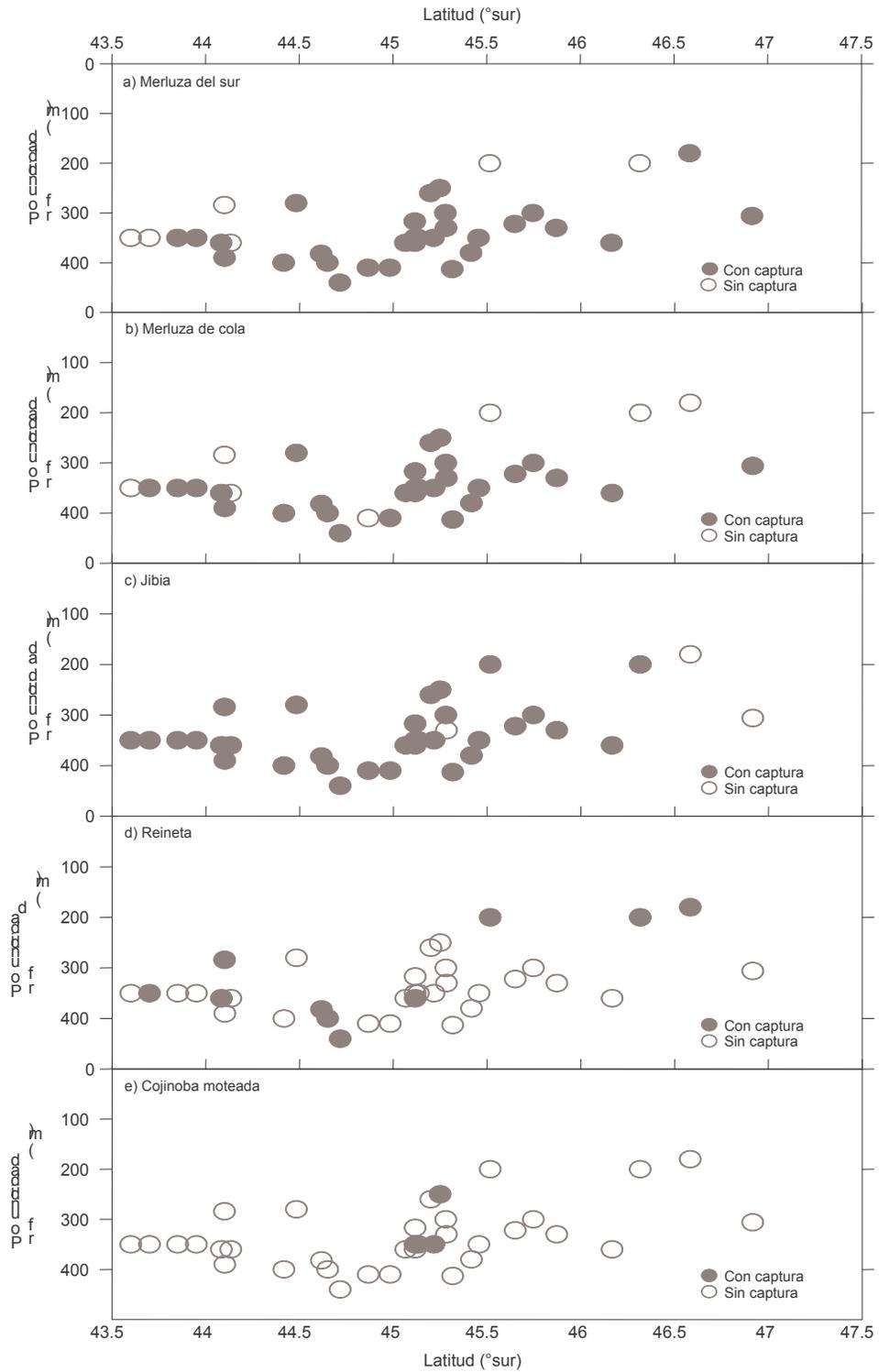
**Figura 40.** Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2003.



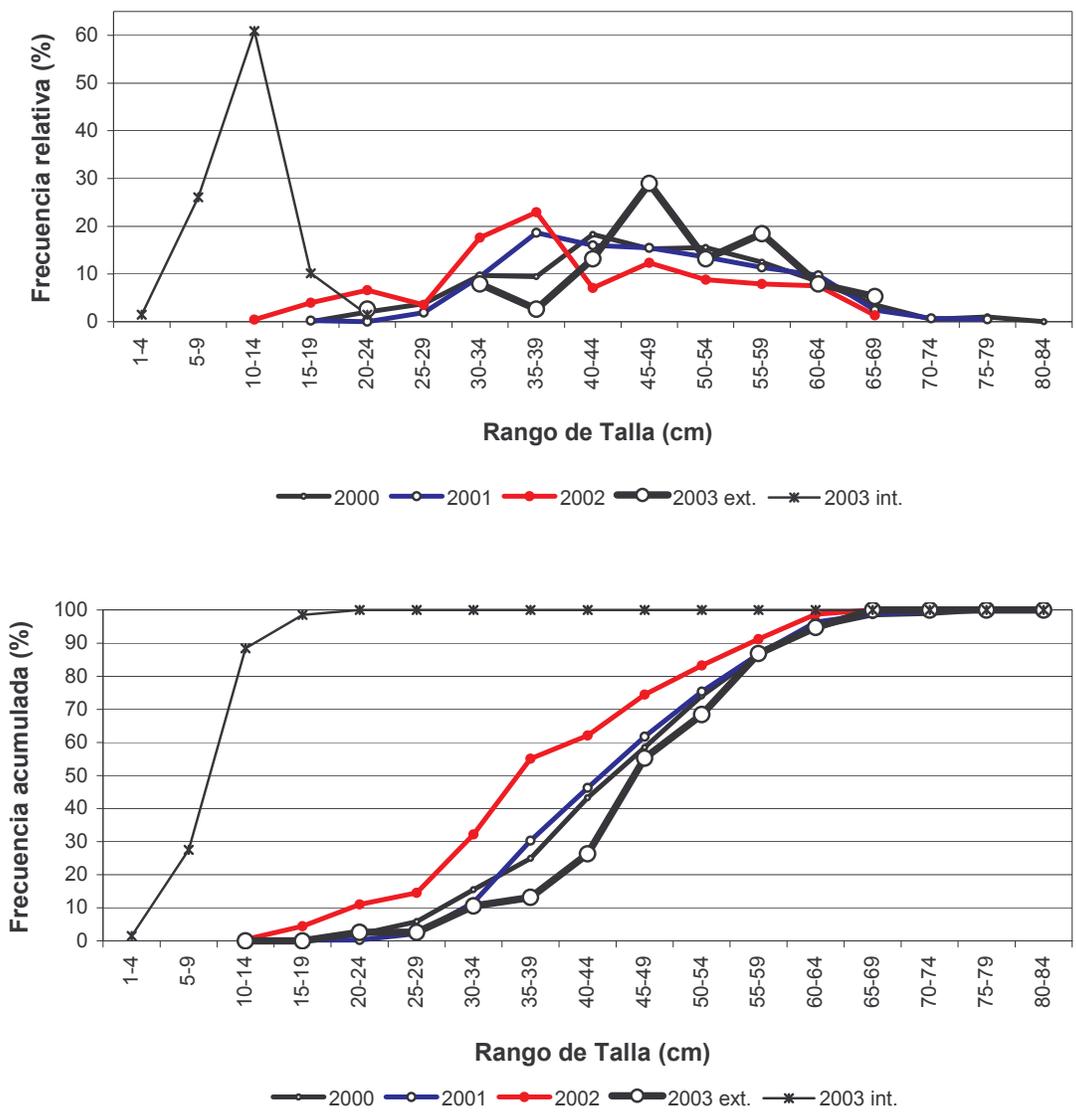
**Figura 41.** Relación entre la fecundidad total y el peso del cuerpo en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2003.



**Figura 42.** Relación entre la fecundidad total y la longitud total en la merluza de cola *Macrurus magellanicus*, en agosto de 2003.

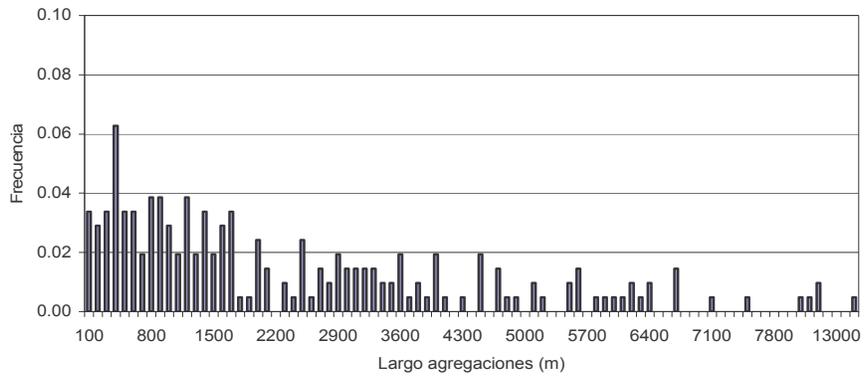


**Figura 43.** Distribución de los lances de pesca con captura y sin captura en latitud y profundidad para las siguientes especies. a) Merluza del sur, b) Merluza de cola, c) Jibia, d) Reineta y e) Cojinoba moteada.

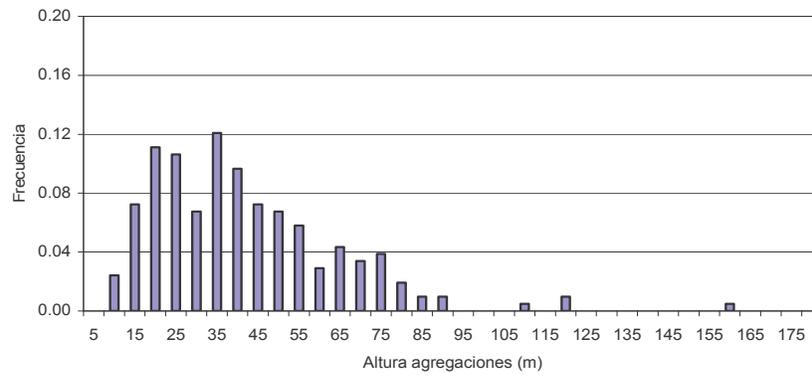


Estadísticos	2000	2001	2002	2003 ext.	2003 int.
n	393	433	227	38	69
Prom. (cm)	46,3	48,4	40,6	48,1	11,3
Mín. (cm)	21	16	12	24	4
Máx. (cm)	78	75	67	66	20

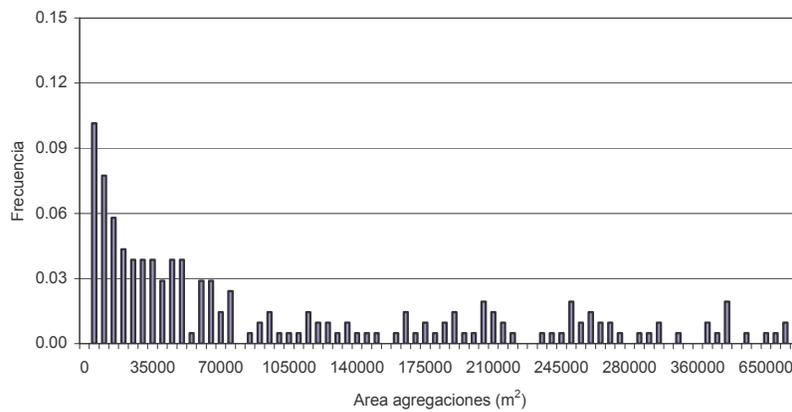
**Figura 44.** Frecuencia relativa y acumulada del tamaño de la presa merluza de cola registrada en los muestreos de estómago de merluza del sur, de los cruceros de investigación 2000, 2001, 2002 y 2003.



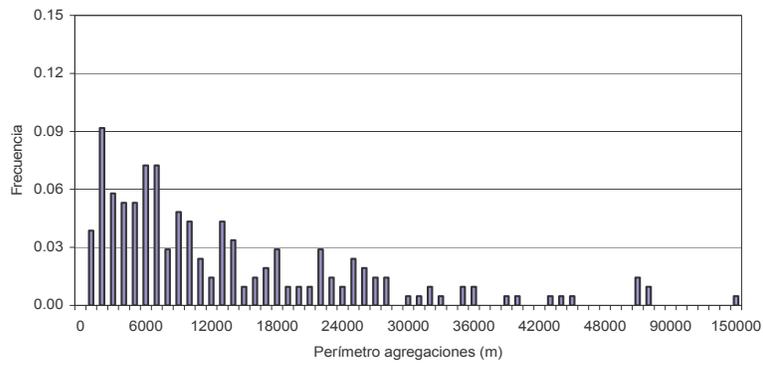
**Figura 45.** Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones



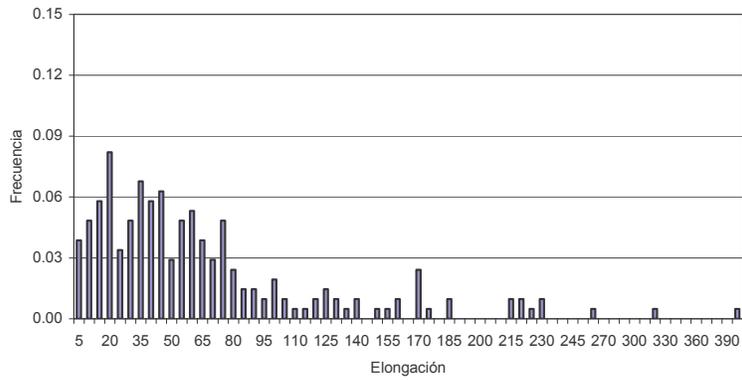
**Figura 46.** Distribución de frecuencia del descriptor altura de agregaciones



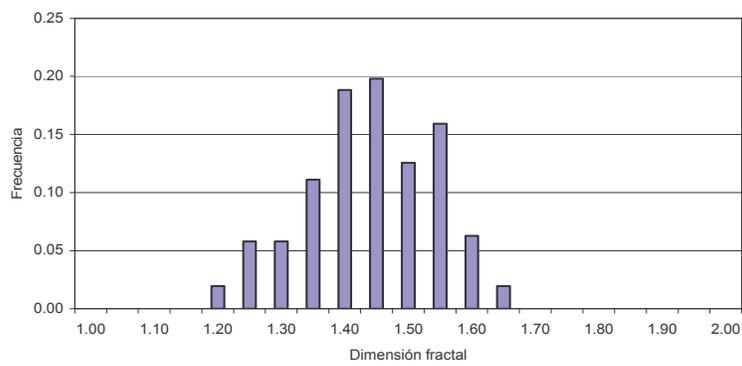
**Figura 47.** Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones



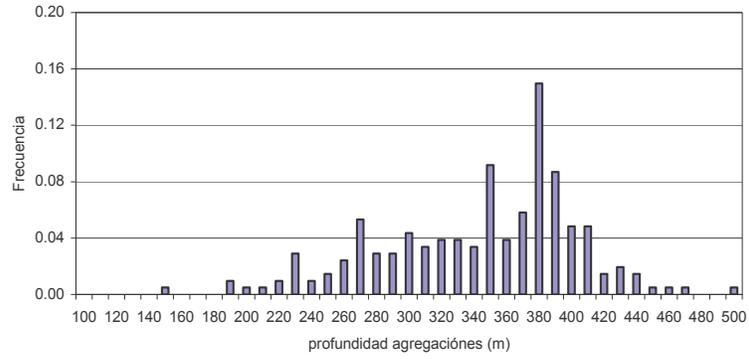
**Figura 48.** Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones



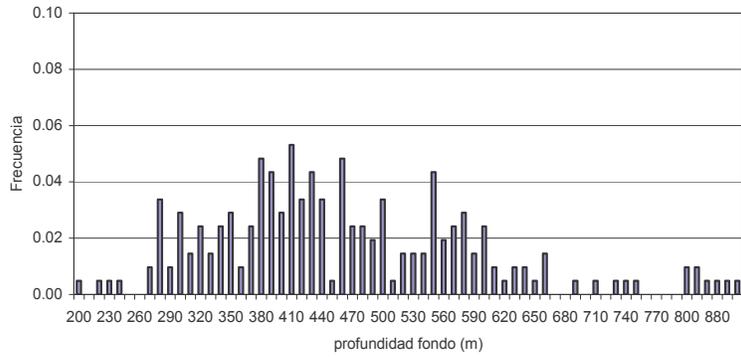
**Figura 49.** Distribución de frecuencia del descriptor elongación



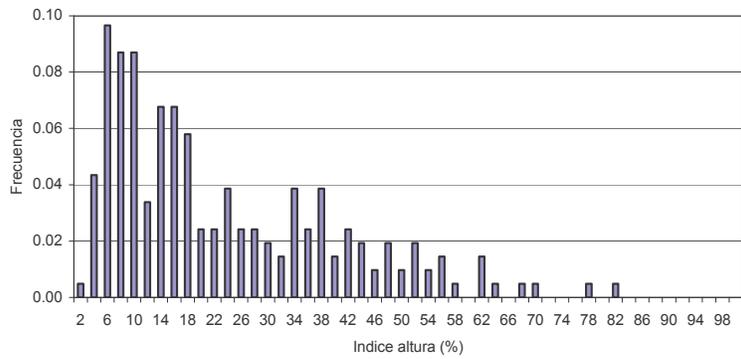
**Figura 50.** Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal



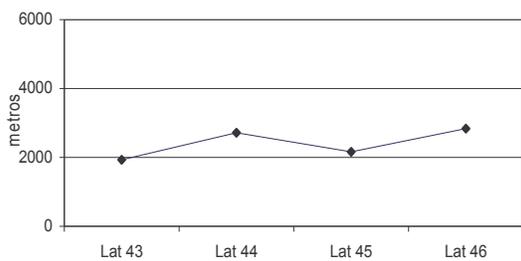
**Figura 51.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.



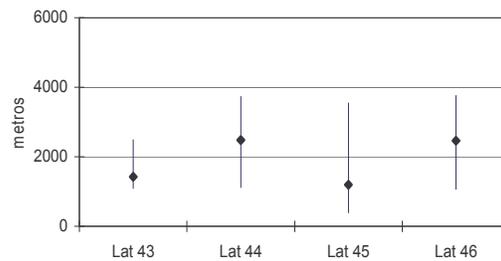
**Figura 52.** Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo.



**Figura 53.** Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.

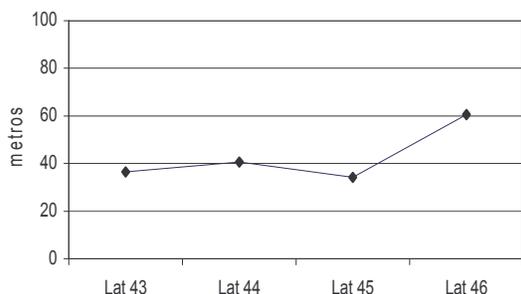


Largo promedio agregaciones según latitud

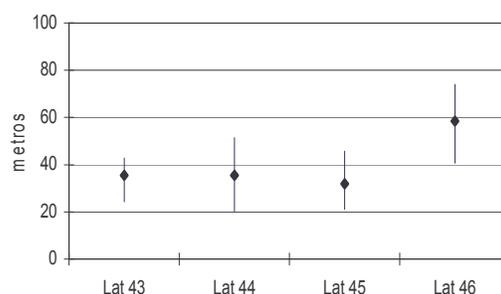


Mediana, cuartil 25 y 75 de largo agregaciones, según latitud

**Figura 54.** Largo promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud

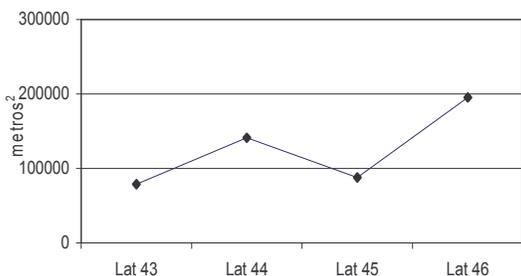


Altura promedio agregaciones según latitud

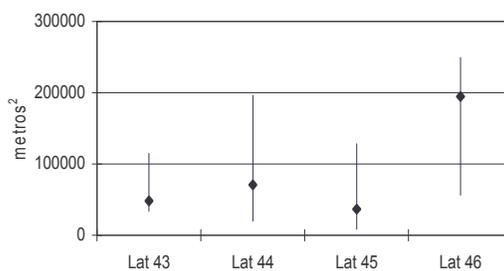


Mediana, cuartil 25 y 75 de altura agregaciones, según latitud

**Figura 55.** Altura promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud

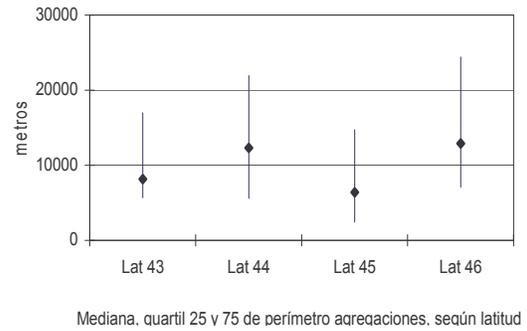
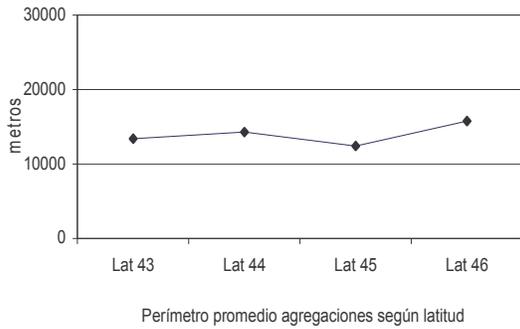


Área promedio agregaciones según latitud

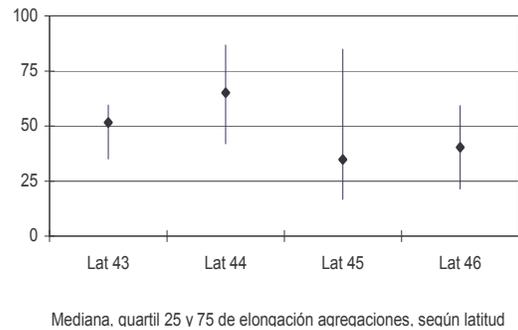
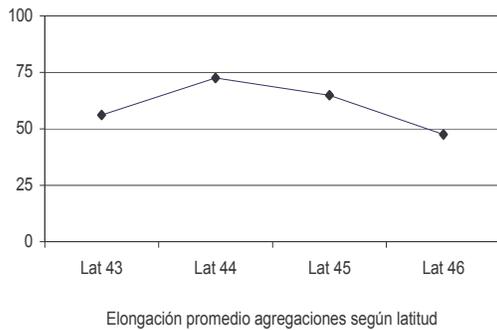


Mediana, cuartil 25 y 75 de área agregaciones, según

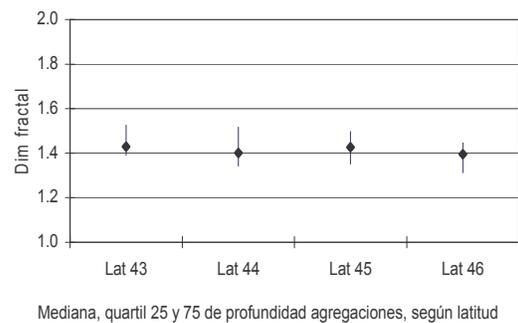
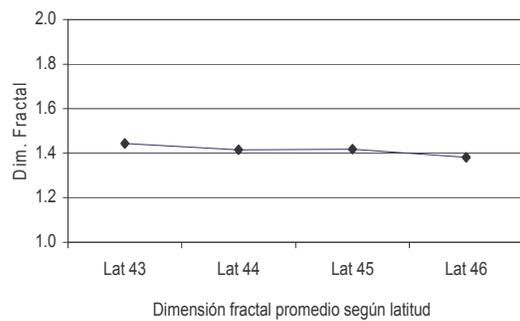
**Figura 56.** Área promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud



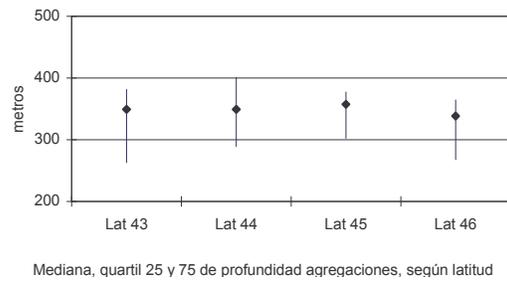
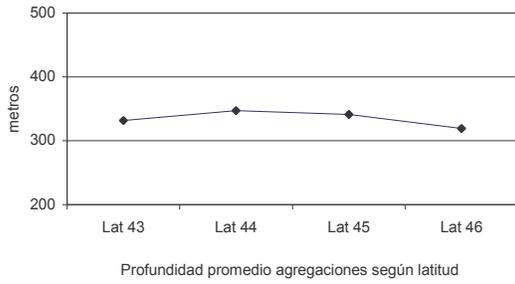
**Figura 57.** Perímetro promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud



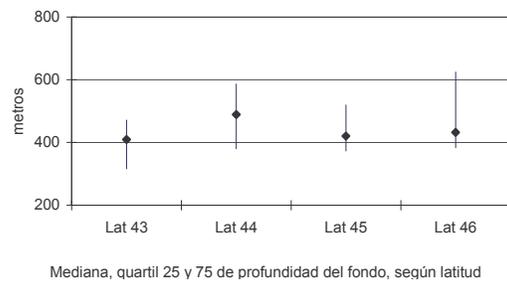
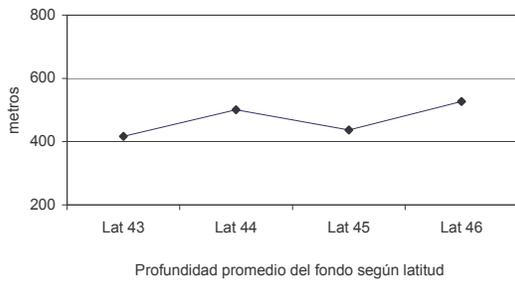
**Figura 58.** Elongación promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud



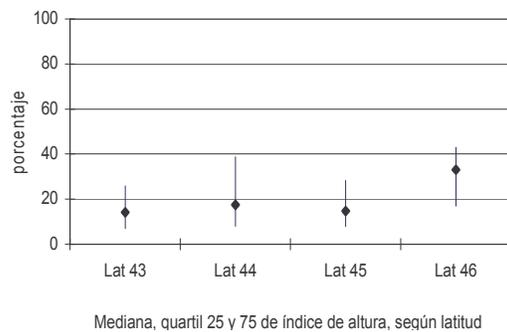
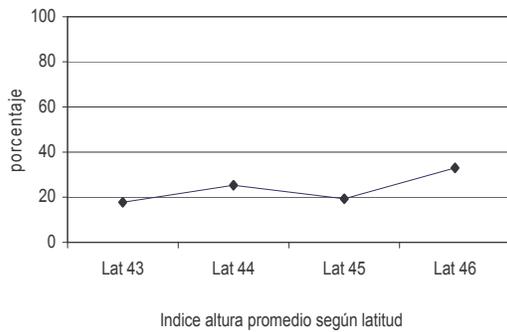
**Figura 59.** Dimensión fractal promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud



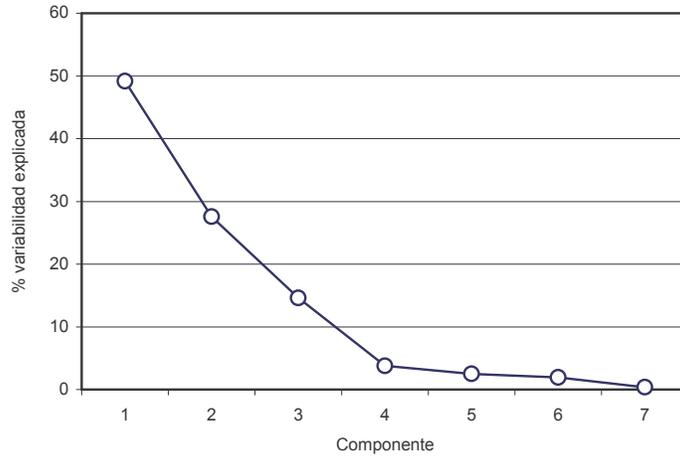
**Figura 60.** Profundidad promedio, mediana y cuartiles agregaciones según latitud



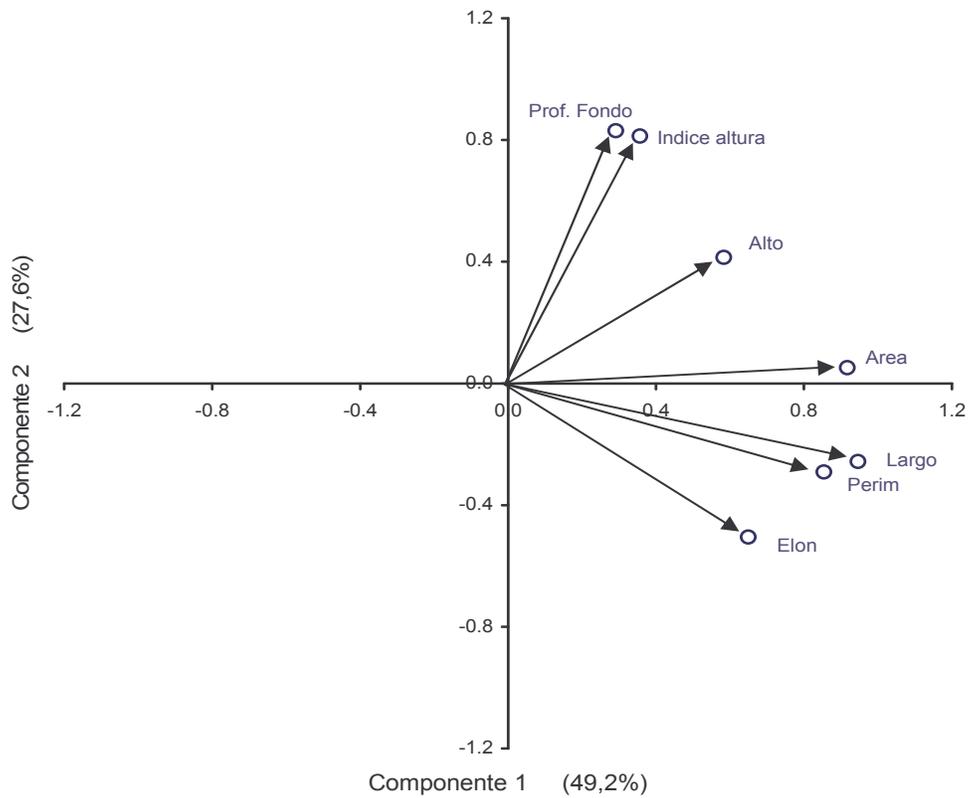
**Figura 61.** Profundidad promedio del fondo, mediana y cuartiles según latitud



**Figura 62.** Índice altura promedio del fondo, mediana y cuartiles agregaciones según latitud

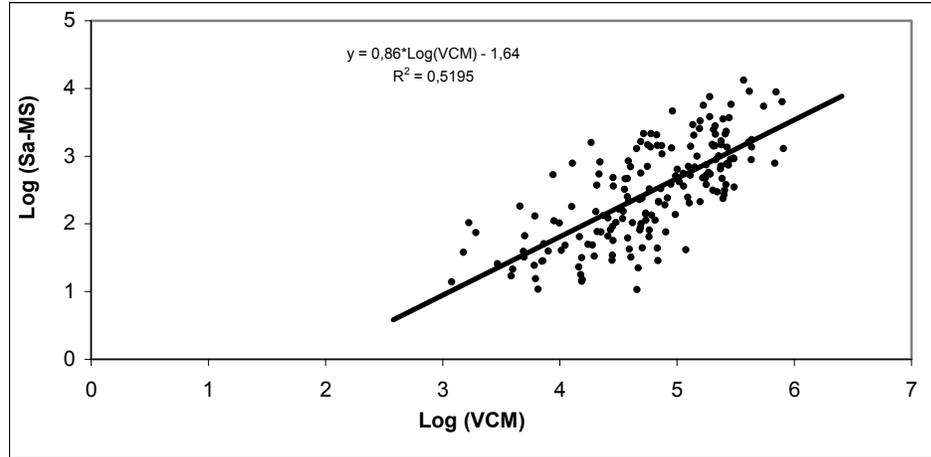


**Figura 63.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.

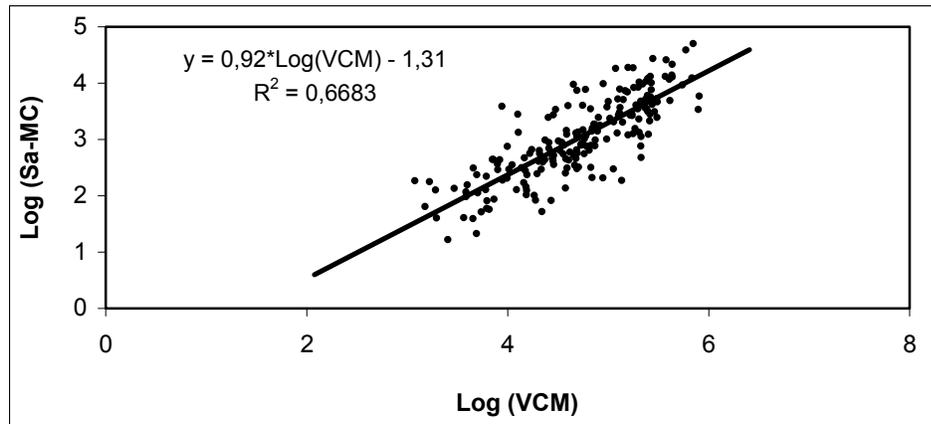


**Figura 64.** Correlación de las variables originales con los dos componentes.

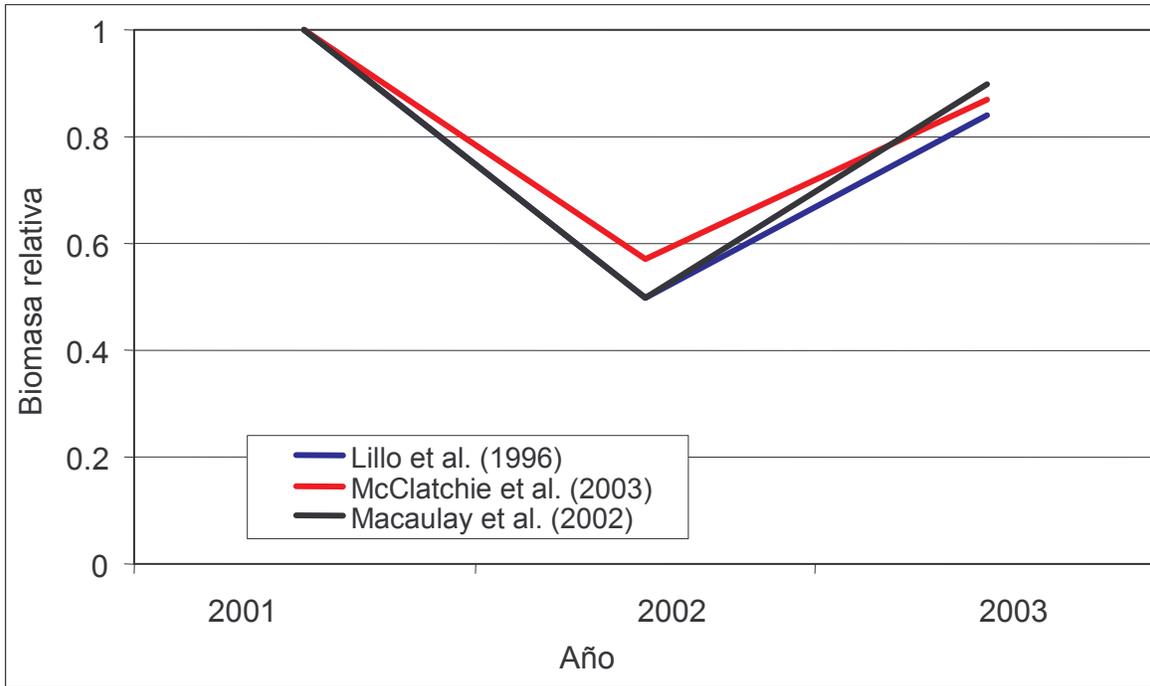
### Merluza del sur



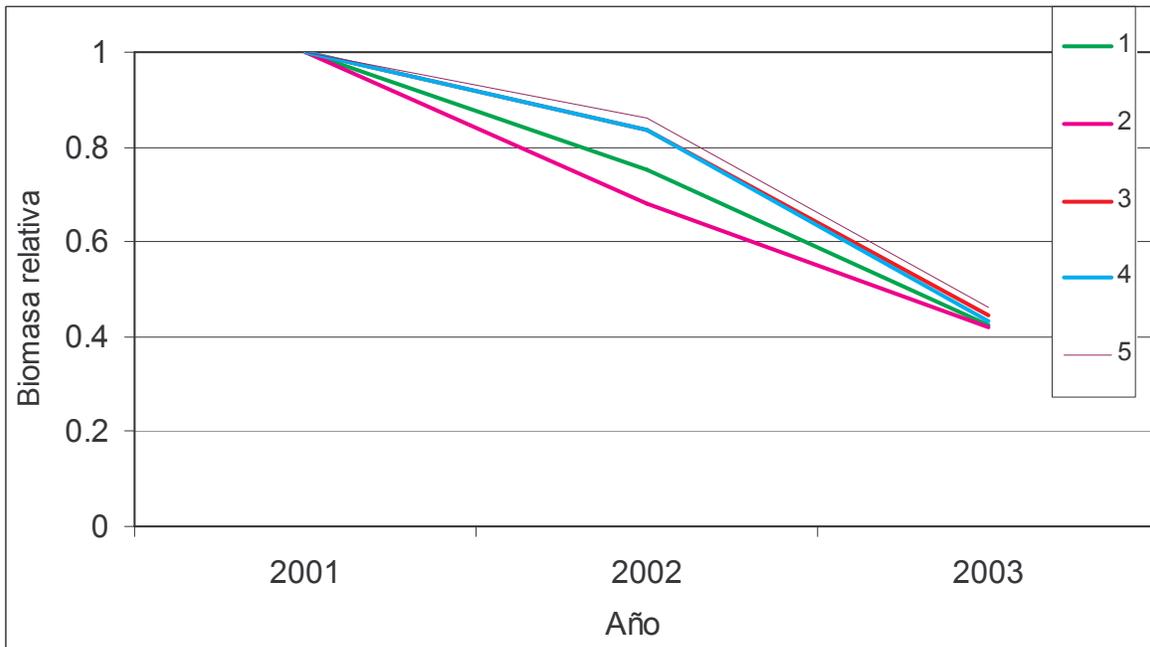
### Merluza de cola



**Figura 65.** Líneas de regresión ajustadas entre el valor del componente morfométrico (VCM) y la densidad acústica (Sa).



**Figura 66.** Estimaciones de biomasa relativa de merluza del sur efectuadas mediante tres relaciones de TS- talla.



**Figura 67.** Estimaciones de biomasa relativa de merluza de cola efectuadas mediante las relaciones de: (1) Do y Surti (1993), (2) Coombs y Cordue (1995), (3) Macaulay *et al.* (2002), (4) McClatchie *et al.* (2003) y (5) Cordue *et al.* (2001).

# **T A B L A S**

---

**Tabla 1**

Calibración del sistema de eointegración Simrad EK500. B/I Abate Molina

Lugar: <b>Bahía de Puerto Ballena</b> (4-09-2003)			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 38 m			Profundidad de la esfera : 18 m		
2 way beam angle: -20,7 dB			Angle sensitivity: 21,9 dB		
3 dB angle: 7 °					
Ganancia TS (dB)			Ganancia SV (dB)		
Longitud de pulso (ms)			Longitud de pulso (ms)		
0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
	27,4	27,31		27,4	27,31

**Tabla 2**

Relación TS-talla, constante de ecointegración y su varianza ( $\hat{c}_b, \hat{V}(\hat{c}_b)$ ), talla promedio ( $\bar{L}$ ), peso promedio ( $\bar{W}$ ), densidad acústica promedio ( $\hat{Z}_v^*$ ), varianza de muestreo ( $\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$ ), biomasa ( $\hat{B}$ ), varianza de la biomasa ( $\hat{V}(\hat{B})$ ) e intervalo de confianza (IC) de la biomasa de merluza del sur y merluza de cola.

Especie	Relación TS-talla	$\hat{c}_b$	$V(\hat{c}_b)$	$\bar{L}$ (cm)	$\bar{W}$ (g)	$\hat{Z}_v^*$	$\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$	$\hat{B}$ (t)	$\hat{V}(\hat{B})$	IC (t)
Merluza del sur	TS = 20*log(L) - 68,1	0,306	0,00022	81,1	3.952	111	435	84.269	2,6 E+08	57.755 - 110.782
Merluza de cola	TS = 20*log(L)-72,7	0,270	0,00015	71,0	1.070	363	1.204	242.784	6,6 E+08	200.420 – 285.130

**Tabla 3**

Parámetros de la relación peso-longitud de merluza del sur y merluza de cola,  
cruce de evaluación agosto del 2003

Sexo	Parámetros	Zona Norte	
		Merluza del Sur	Merluza de Cola
<b>Machos</b>	<b>a</b>	0,0053733 (0,0020318 - 0,0087148)	0,0061546 (0,0028774 - 0,0094318)
	<b>b</b>	30543793,0000000 (2,9119457 - 3,1968130)	27901105,0000000 (2,6668893 - 2,9133318)
	<b>N</b>	305	118
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,841	0,945
<b>Hembras</b>	<b>a</b>	0,0008915 (0,0002990 - 0,0014840)	0,0042401 (0,0031362 - 0,0053440)
	<b>b</b>	34786849,0000000 (3,3302075 - 3,6271623)	28744878,0000000 (2,8154567 - 2,9335188)
	<b>N</b>	435	801
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,831	0,93

**Tabla 8**

Estadística básica de la talla de merluza del sur por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/I Abate Molina (agosto 2003)

		Talla						Prop. Sexual		
		Min. (cm)	Max. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est (cm)	Numero Individuos	< 70 cm %	> 70 cm %	Machos %	Hembras %
Total Area	Macho	62	101	78,2	6,6	600	7,7	94,8	48,0	52,0
	Hembra	62	103	82,6	6,8	650	4,0	97,1		
	Total	62	103	80,5	7,0	1250	5,8	96,0		
Por área										
Area 1 Guafo 42°00'-44°29' L.S.	Macho	69	95	78,4	5,5	73	2,7	98,6	62,9	37,1
	Hembra	72	102	84,7	7,2	43	0,0	100,0		
	Total	69	102	80,7	6,9	116	1,7	99,1		
Area 2 Guamblín 44°30'-45°29' L.S.	Macho	63	101	79,5	7,0	355	5,9	96,1	42,5	57,5
	Hembra	62	103	82,6	6,9	481	5,2	96,0		
	Total	62	103	81,3	7,1	836	5,5	96,1		
Area 3 Taitao 45°30'-47°29' L.S.	Macho	62	89	75,4	4,9	172	13,4	90,7	57,7	42,3
	Hembra	70	99	82,2	6,1	126	0,8	99,2		
	Total	62	99	78,3	6,4	298	8,1	94,6		
Por rango de profundidad promedio de red (m)										
200-299 m	Macho	62	84	73,1	4,0	78	20,5	83,3	68,4	31,6
	Hembra	68	89	79,1	5,2	36	5,6	94,4		
	Total	62	89	75,0	5,2	114	15,8	86,8		
300-399 m	Macho	63	101	79,1	6,8	440	6,1	96,4	43,6	56,4
	Hembra	62	103	82,7	6,9	569	4,2	97,0		
	Total	62	103	81,1	7,1	1009	5,1	96,7		
400-499 m	Macho	67	93	78,4	5,1	82	3,7	97,6	64,6	35,4
	Hembra	75	97	84,7	5,5	45	0	100		
	Total	67	97	80,6	6,0	127	2,4	98,4		

**Tabla 9**

Estadística básica de la talla de merluza de cola por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/I Abate Molina (agosto 2003)

		Talla						Prop. Sexual		
		Min. (cm)	Max. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est (cm)	Numero Individuos	< 55 cm %	Machos %	Hembras %	
Total Area	Macho	43	95	68,7	7,9	1513	2,5	31,6	68,4	
	Hembra	46	103	72,1	9,3	3273	0,9			
	Total	43	103	71,0	9,0	4786	1,4			
Por área										
Area 1 Guafo 42°00'-44°29' L.S.	Macho	50	83	66,8	5,7	259	1,2	27,5	72,5	
	Hembra	52	91	69,4	7,0	682	0,1			
	Total	50	91	68,7	6,8	941	0,4			
Area 2 Guamblín 44°30'-45°29' L.S.	Macho	43	95	71,2	8,1	886	2,1	32,6	67,4	
	Hembra	49	100	75,9	8,9	1834	0,5			
	Total	43	100	74,3	8,9	2720	1,0			
Area 3 Taitao 45°30'-47°29' L.S.	Macho	49	80	64,1	5,8	368	4,3	32,7	67,3	
	Hembra	46	92	65,4	7,0	757	2,5			
	Total	46	103	65,0	6,7	1125	3,1			
Por rango de profundidad promedio de red (m)										
200-299 m	Macho	46	81	61,0	5,8	133	9,8	36,4	63,6	
	Hembra	51	95	65,8	8,6	232	3,0			
	Total	46	95	64,0	8,0	365	5,5			
300-399 m	Macho	43	95	68,8	7,7	1180	2,1	32,6	67,4	
	Hembra	46	103	71,6	9,4	2435	0,9			
	Total	43	103	70,7	9,0	3615	1,3			
400-499 m	Macho	59	91	73,2	6,2	200	0,0	24,8	75,2	
	Hembra	57	97	76,3	6,7	606	0,0			
	Total	57	97	75,5	6,7	806	0,0			

**Tabla 10**

Abundancia por grupos de edad y desviación estandar para merluza del sur por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2003

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	s.d.	Número	s.d.	Número	%
I						
II						
III						
IV						
V						
VI						
VII	32.431	21.895			32431	0,2
VIII	269.339	78.470	19.551	791	288890	1,4
IX	579.892	119.964	466.157	113.719	1046049	4,9
X	1.204.679	160.780	751.960	154.656	1956639	9,2
XI	1.863.852	203.353	1.262.533	189.390	3126385	14,7
XII	1.512.411	201.814	1.790.329	212.484	3302740	15,5
XIII	1.064.737	178.043	1.794.256	203.281	2858993	13,4
XIV	1.084.309	224.481	1.703.896	191.235	2788205	13,1
XV	527.803	186.834	981.431	145.573	1509234	7,1
XVI	477.094	186.255	930.778	143.246	1407872	6,6
XVII	75.016	43.675	784.670	121.980	859687	4,0
XVIII	480.698	206.039	329.932	82.633	810630	3,8
XIX	345.455	160.809	144.173	54.941	489628	2,3
XX	140.300	5.758	67.292	35.041	207593	1,0
XXI	576.464	23.659	29.277	33.248	605741	2,8
XXII			31.119	33.414	31119	0,1
XXIII						
XXIV+						

**Tabla 11**

Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2003

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	s.d.	Número	s.d.	Número	%
I						
II						
III	498.441	276.485	314.807	74.766	813.248	0,3
IV	3.217.157	286.715	5.559.070	834.728	8.776.227	3,7
V	7.156.600	2.015.255	20.149.596	1.544.516	27.306.196	11,6
VI	15.472.015	2.542.543	25.776.125	2.097.339	41.248.140	17,5
VII	14.490.170	4.072.588	22.459.109	2.193.787	36.949.280	15,7
VIII	17.389.322	3.105.206	34.771.439	2.628.212	52.160.761	22,1
IX	10.945.621	3.598.438	23.944.191	2.180.457	34.889.812	14,8
X	4.878.315	3.318.436	17.562.967	1.855.558	22.441.282	9,5
XI	35.899	43.326	8.227.957	1.194.622	8.263.856	3,5
XII	428.444	426.274	949.880	360.358	1.378.324	0,6
XIII			1.460.395	541.039	1.460.395	0,6
XIV			12.649	14.417	12.649	0,0
XV						
XVI						
XVII						

**Tabla 12**

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 de 2003

<b>Modelo de regresión no lineal</b>				
Fórmula: $p_{mad} \sim (1/(1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)))$				
Parámetros	Valor	Error est.	Valor t	Talla 50%
b0	28,9243	4,2790	6,7595	<b>68,3676</b>
b1	-0,4231	0,0625	-6,7648	
Error estándar residual: 0,0745 con 26 grados de libertad				
Correlación de la estimación de los parámetros				
b0 y b1:	-0,999			
Ajuste iterativo:	b0	b1		
20,74	-16,25490	0,23454		
0,25542	61,33350	-0,88773		
0,15923	37,17220	-0,54152		
0,14518	29,13410	-0,42710		
0,14438	29,26790	-0,42810		
0,14435	29,02720	-0,42461		
0,14435	28,96300	-0,42364		
0,14435	28,93500	-0,42323		
0,14435	28,92430	-0,42307		

**Tabla 13**

Proporción estimada de individuos maduros, error de la estimación y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2003

LT	Prop. Maduros	Error	Límite inferior	Límite superior
49	0	0,0003	-0,0004	0,0010
51	0	0,0007	-0,0008	0,0021
53	0	0,0015	-0,0015	0,0045
55	0	0,0030	-0,0026	0,0096
57	0	0,0059	-0,0040	0,0201
59	0	0,0112	-0,0043	0,0416
61	0	0,0199	0,0015	0,0833
63	0,167	0,0318	0,0281	0,1590
65	0	0,0421	0,1074	0,2805
67	0,5	0,0434	0,2701	0,4484
69	0,5	0,0424	0,4794	0,6536
71	0,857	0,0438	0,6629	0,8428
73	0,9	0,0362	0,8020	0,9510
75	0,821	0,0241	0,8936	0,9924
77	0,839	0,0139	0,9461	1,0034
79	0,875	0,0075	0,9736	1,0043
81	0,867	0,0038	0,9874	1,0031
83	0,98	0,0019	0,9941	1,0019
85	0,980	0,0009	0,9972	1,0010
87	1,0	0,0004	0,9987	1,0005
89	1,0	0,0002	0,9994	1,0003
91	1,0	0,0001	0,9997	1,0001
93	1,0	0,0000	0,9999	1,0001
95	1,0	0,0000	0,9999	1,0000
97	1,0	0,0000	1,0000	1,0000
99	1,0	0,0000	1,0000	1,0000
101	1,0	0,0000	1,0000	1,0000
103	1,0	0,0000	1,0000	1,0000

**Tabla 14**

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

<b>Año</b>	<b>Promedio</b>	<b>Fuente</b>
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	Presente estudio

**Tabla 15**

Comparación de resultados sobre aspectos reproductivos de la merluza de cola  
*Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2003

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>EMS 1+2</b>	<b>EMS 3+4</b>	<b>EMS 5</b>	<b>Fecundidad promedio</b>	<b>Fuente</b>
Agosto - sept. 1996		77,0		444.798	Chong (2000)
Agosto 1997		95,0			Chong (2000)
11 - 27 Ag. 2001	23,0	41,0	36,0	261.593	Balbontín y Bravo (2002)
16 Jul. - 3 Ag. 2002	10,9	88,7	0	701.431	Balbontín y Bravo (2003)
18 - 31 Ag. 2003	30,5	7,5	62,0	363.041	Presente estudio

**Tabla 16**

Proporción porcentual de captura y presencia de especies en los lances de pesca de identificación

<b>Especie</b>	<b>Captura en peso (%)</b>	<b>Captura en número (%)</b>	<b>Lances presente (%)</b>
Merluza del sur	10,8	3,4	93
Merluza de cola	79,6	94,8	81
Reineta	0,1	0,1	27
Cojinoba moteada	0,1	0,1	8
Jibia	9,4	1,6	92
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

**Tabla 17**

Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza del sur analizados. B/C Abate Molina (agosto 2003)

N° estómagos muestreados	Número individuos	%
Evaginado	8	1,1
Vacío	550	74,0
Con contenido	185	24,9
Sin Inf.		
Total	743	100
N° estómago laboratorio con contenido	185	24,9

**Tabla 18**

Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área y total. B/C Abate Molina (agosto 2003)

Item presa	NUMERICO			Total
	Area 1 Guafo	Area 2 Guamblín	Area 3 Taitao	
Merluza de cola	3,13	73,87	35,71	59,71
Restos de peces	15,63	12,56	38,10	16,85
Lampanyctus sp. (mictófido)	18,75	7,04		7,33
Electrona sp. (mictófido)	53,13	0,50		6,59
Merluza de tres aletas		0,50	14,29	2,56
Restos de crustáceos		1,01	9,52	2,20
Pasiphaea doffleini (camarón)		3,02		2,20
Maurolicus muelleri		1,51		1,10
Restos de cefalópodos	3,13		2,38	0,73
Diaphus sp. (mictófido)	6,25			0,73
Total	100	100	100	100
Total n° individuos	32	199	42	273

Item presa	GRAVIMETRICO			Total
	Area 1 Guafo	Area 2 Guamblín	Area 3 Taitao	
Merluza de cola	11,65	96,18	56,64	91,88
Restos de peces	36,33	2,74	12,90	3,91
Lampanyctus sp. (mictófido)	12,34	0,22		0,26
Electrona sp. (mictófido)	30,19	0,014		0,17
Merluza de tres aletas		0,81	28,68	3,54
Restos de crustáceos		0,00	0,19	0,022
Pasiphaea doffleini (camarón)		0,015		0,013
Maurolicus muelleri		0,007		0,006
Restos de cefalópodos	8,64		1,60	0,20
Diaphus sp. (mictófido)	0,86			0,004
Total	100	100	100	100
Total en gramos	292	51.569	5.636	57.496

Item presa	FRECUENCIA			Total
	Area 1 Guafo	Area 2 Guamblín	Area 3 Taitao	
Merluza de cola	7,14	76,52	38,46	63,24
Restos de peces	35,71	18,18	41,03	24,32
Lampanyctus sp. (mictófido)	35,71	3,03		4,86
Electrona sp. (mictófido)	50,00	0,76		4,32
Merluza de tres aletas		0,76	12,82	3,24
Restos de crustáceos		1,52	10,26	3,24
Pasiphaea doffleini (camarón)		2,27		1,62
Maurolicus muelleri		2,27		1,62
Restos de cefalópodos	7,14		2,56	1,08
Diaphus sp. (mictófido)	7,14			0,54
Total estómagos analizados en lab.	14	132	39	185

Nota: Area 1      Guafo      42°00' - 44°29' L. S.  
 Area 2      Guamblín      44°30' - 45°29' L. S.  
 Area 3      Taitao      45°30' - 47°29' L. S.

**Tabla 19**

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur por área y total. B/C  
Abate Molina (agosto 2003)

IRI %				
Item presa	Area 1 Guafo	Area 2 Guablín	Area 3 Taitao	Total
Merluza de cola	1,43	97,65	56,34	94,07
Restos de peces	25,17	2,09	33,18	4,95
Lampanyctus sp. (mictófido)	15,06	0,17		0,36
Electrona sp. (mictófido)	56,51	0,003		0,29
Merluza de tres aletas		0,01	8,74	0,19
Restos de crustáceos		0,01	1,58	0,07
Pasiphaea doffleini (camarón)		0,05		0,04
Maurolicus muelleri		0,03		0,02
Restos de cefalópodos	1,14		0,16	0,01
Diaphus sp. (mictófido)	0,69			0,004
Total	100	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	14	132	39	185

**Tabla 20**

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza del sur para los cuatro cruceros de aguas exteriores entre 2000 y 2003, y crucero 2003 de aguas interiores X y XI Región

Item presa	2000 Agosto	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 ext. Agosto	2003 int. Sept.
N° indiv. biológico	1740	1472	1672	743	1075
N° estómago analizados lab.	538	634	478	185	565
% estómago vacío	48,0	55,03	65	74,0	42,2
% estómago c/contenido	50,3	43,07	31	24,9	55,4

IRI %					
Item presa	2000 Agosto	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 ext. Agosto	2003 int. Sept.
Merluza de cola	99,58	97,68	98,81	94,07	81,20
Restos de peces	0,23	1,92	0,72	4,95	1,89
Merluza de tres aletas	0,19	0,10	0,42	0,19	
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
Eufáusidos (Euphausia mucronata)					0,015
Anfípodos					0,00034
Restos de crustáceos	0,00005	0,254	0,0030	0,071	0,923
Salpa (Thaliacea)		0,026			
Loligo sp.	0,00007	0,005	0,0002		
Jibia		0,001			
Restos de cefalópodos	0,00008			0,0099	0,00011
Total	100	100	100	100	100
<b>Total estómagos analizados en lab.</b>	<b>538</b>	<b>634</b>	<b>478</b>	<b>185</b>	<b>565</b>

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

**Tabla 21**

Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de cola analizados.

B/I A. Molina (agosto 2003)

N° estómagos muestreados	Número individuos	%
Evaginado	113	12,3
Vacío	596	64,7
Con contenido	204	22,1
Sin Inf.	8	0,9
Total	921	100
N° estómago laboratorio con contenido	172	18,7

**Tabla 22**

Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por área y total. B/C Abate

Molina (agosto 2003)

NUMERICO				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafó	Guamblín	Taitao	
Euphausia mucronata (eufáusido)	24,00	31,43	67,74	35,96
Lampanyctus sp. (mictófidó)	17,60	16,19		13,36
Pasiphaea doffleini (camarón)	5,60	20,00	29,03	15,75
Restos de peces	15,20	10,48		10,27
Maurolicus muelleri	16,00	5,71		8,90
Restos de crustáceos	9,60	10,48	3,23	8,56
Diaphus sp. (mictófidó)	10,40	2,86		5,48
Electrona sp. (mictófidó)	1,60	2,86		1,71
Total general	100	100	100	100
Total n° individuos	125	105	62	292

GRAVIMETRICO				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafó	Guamblín	Taitao	
Euphausia mucronata (eufáusido)	6,30	6,25	27,17	7,57
Lampanyctus sp. (mictófidó)	24,31	33,83		27,77
Pasiphaea doffleini (camarón)	10,66	21,84	71,74	20,28
Restos de peces	17,85	21,26		18,53
Maurolicus muelleri	20,27	5,54		11,33
Restos de crustáceos	3,55	7,86	1,09	5,65
Diaphus sp. (mictófidó)	9,69	1,22		4,67
Electrona sp. (mictófidó)	7,35	2,19		4,20
Total general	100	100	100	100
Total en gramos	124	155	18	297

FRECUENCIA				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Guafó	Guamblín	Taitao	
Euphausia mucronata (eufáusido)	25,00	19,35	63,64	27,91
Lampanyctus sp. (mictófidó)	20,45	22,58		18,60
Pasiphaea doffleini (camarón)	6,82	22,58	45,45	17,44
Restos de peces	21,59	17,74		17,44
Maurolicus muelleri	15,91	6,45		10,47
Restos de crustáceos	14,77	17,74	9,09	15,12
Diaphus sp. (mictófidó)	4,55	3,23		3,49
Electrona sp. (mictófidó)	2,27	3,23		2,33
Total estómagos analizados en lab.	88	62	22	172

Nota: Area 1 Guafó 42°00' - 44°29' L. S.

Area 2 Guamblín 44°30' - 45°29' L. S.

Area 3 Taitao 45°30' - 47°29' L. S.

**Tabla 23**

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola por área y total. B/I A. Molina  
(agosto 2003)

IRI %				
Item presa	Area 1 Guafu	Area 2 Guamblín	Area 3 Taitao	Total
Euphausia mucronata (eufáusido)	22,80	19,22	56,66	33,87
Lampanyctus sp. (mictófido)	25,80	29,77		21,34
Pasiphaea doffleini (camarón)	3,34	24,90	42,97	17,52
Restos de peces	21,48	14,84		14,01
Maurolicus muelleri	17,37	1,91		5,90
Restos de crustáceos	5,85	8,57	0,37	5,99
Diaphus sp. (mictófido)	2,75	0,35		0,99
Electrona sp. (mictófido)	0,61	0,43		0,38
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total estómagos analizados en lab.</b>	<b>88</b>	<b>62</b>	<b>22</b>	<b>172</b>

**Tabla 24**

Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de cola para los tres cruceros de aguas  
exteriores entre 2001 y 2003

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

IRI %			
Item presa	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto
Euphausia mucronata (eufáusido)	0,66	45,22	33,87
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,82	3,93	17,52
Hyperiididae (Amphipoda)	0,10	0,05	
Restos de crustáceos	5,43	8,22	5,99
Salpa (Thaliacea)	85,15		
Ctenophora	0,13		
Siphonophora	0,03		
Merluza de cola	2,47	13,89	
Merluza de tres aletas	0,13		
Maurolicus muelleri			5,90
Mictófido	2,91	23,09	
Diaphus sp. (mictófido)	0,11		0,99
Electrona sp. (mictófido)			0,38
Lampanyctus sp. (mictófido)			21,34
Restos de peces	2,06	5,59	14,01
Loligo sp.		0,002	
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total estómagos analizados en lab.</b>	<b>256</b>	<b>164</b>	<b>98</b>

IRI %			
Grupo	2001 Ago-sep	2002 Julio	2003 Agosto
Crustáceos	7,01	57,42	57,38
Peces	7,68	42,58	42,62
Salpa	85,15		
Ctenophora	0,13		
Siphonophora	0,03		
Cefalópodos		0,002	
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla 25**

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)	338,8	494,3	144,9	60,2	207
Prof. Fondo (m)	461,5	1373,5	196,4	146,6	207
Largo (m)	2355,0	15091,3	50,3	2275,7	207
Alto (m)	39,2	157,5	6,1	22,5	207
Perímetro (m)	13373,7	141794,6	252,1	15304,8	207
Area (m <sup>2</sup> )	112864,8	818773,4	872,2	144055,6	207
Dim. Fractal	1,41	1,64	1,16	0,10	207
Elongación	63,6	394,1	2,5	60,1	207
Indice altura	22,3	80,5	1,6	17,0	207

**Tabla 26**

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

Lat 43	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	331,5	458,2	193,9	69,6	21
Prof. Fondo (m)	417,2	659,7	225,6	121,2	21
Largo (m)	1931,2	5529,3	337,0	1354,4	21
Alto (m)	36,5	74,5	6,5	16,1	21
Perímetro (m)	13404,0	56907,8	1617,0	12169,5	21
Area (m2)	78868,5	302290,7	2106,2	76995,3	21
Dim. Fractal	1,44	1,59	1,28	0,08	21
Elongación	56,1	135,6	14,3	33,2	21
Indice altura	17,8	49,8	4,1	13,8	21

Lat 44	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	347,0	494,3	188,4	67,8	49
Prof. Fondo (m)	501,0	872,6	219,9	165,3	49
Largo (m)	2719,4	10411,9	182,2	2038,3	49
Alto (m)	40,6	157,5	8,0	27,1	49
Perímetro (m)	14278,2	44459,3	1152,3	11019,0	49
Area (m2)	140986,5	728397,1	2547,0	165778,1	49
Dim. Fractal	1,41	1,64	1,21	0,10	49
Elongación	72,5	220,7	9,0	46,4	49
Indice altura	25,3	68,4	2,1	19,5	49

Lat 45	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	341,1	461,6	187,8	53,4	111
Prof. Fondo (m)	437,1	816,0	196,4	103,8	111
Largo (m)	2161,2	15091,3	50,3	2488,2	111
Alto (m)	34,2	85,4	6,1	17,3	111
Perímetro (m)	12404,8	141794,6	252,1	18281,9	111
Area (m2)	87552,6	730785,8	872,2	120350,5	111
Dim. Fractal	1,42	1,62	1,16	0,10	111
Elongación	64,8	394,1	2,5	72,3	111
Indice altura	19,3	62,8	1,6	14,5	111

Lat 46	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	319,2	391,1	144,9	63,2	26
Prof. Fondo (m)	527,2	1373,5	315,2	231,5	26
Largo (m)	2837,7	10368,8	337,8	2273,4	26
Alto (m)	60,5	118,5	9,2	25,6	26
Perímetro (m)	15781,1	35377,9	908,7	9803,4	26
Area (m2)	195388,1	818773,4	3875,0	193155,3	26
Dim. Fractal	1,38	1,57	1,18	0,10	26
Elongación	47,5	174,4	8,2	34,4	26
Indice altura	33,0	80,5	5,8	19,4	26

**Tabla 27**

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
Prof. Card.	0,054	0,038	1,422	0,237	2,649
Prof. Fondo	0,309	0,082	3,751	0,012	2,649
Largo	5,925	1,259	4,706	0,003	2,649
Alto	2,507	0,311	8,051	4,3E-05	2,649
Perimetro	5,096	1,195	4,266	0,006	2,649
Area	14,125	2,209	6,394	3,7E-04	2,649
Dimensión Fractal	0,008	0,005	1,540	0,205	2,649
Indice Altura	2,971	0,954	3,113	0,027	2,649
Elongación	3,334	0,676	4,932	0,003	2,649

**Tabla 28**

Matriz de correlaciones entre las variables originales.

	Prof card	Fondo	Largo	Alto	Perim	Area	Dfrac	Elon	Ind Alt
Prof card	1								
Fondo	0,326	1							
Largo	-0,102	0,071	1						
Alto	-0,053	0,275	0,401	1					
Perim	-0,039	0,066	0,838	0,307	1				
Area	-0,077	0,197	0,860	0,715	0,692	1			
Dfrac	0,081	-0,011	-0,017	-0,464	0,294	-0,220	1		
Elon	-0,103	-0,063	0,767	-0,103	0,663	0,409	0,310	1	
Ind Alt	-0,173	0,803	0,152	0,320	0,076	0,268	-0,101	-0,006	1

**Tabla 29**

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	3,44	1,93	1,02	0,27	0,18	0,14	0,03
% variabilidad	49,17	27,55	14,63	3,80	2,50	1,95	0,39
% acumulado	49,17	76,73	91,36	95,16	97,66	99,61	100

**Tabla 30**

Matriz de correlación de las variables originales con los componentes principales

Variable	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7
Fondo	0,291	0,830	0,361	-0,177	0,254	-0,024	-0,006
Largo	0,947	-0,257	0,047	0,098	0,025	-0,095	-0,127
Alto	0,583	0,414	-0,659	0,047	0,050	0,222	-0,012
Perimetro	0,854	-0,291	0,087	-0,389	-0,153	0,057	0,015
Area	0,918	0,052	-0,305	0,087	0,032	-0,214	0,089
Elongación	0,650	-0,505	0,492	0,193	0,109	0,167	0,051
Indice altura	0,357	0,812	0,339	0,163	-0,267	0,020	0,003

**Tabla 31.** Relación TS-talla, constante de eointegración y su varianza ( $\hat{c}_b, \hat{V}(\hat{c}_b)$ ), densidad acústica promedio ( $\hat{Z}_v^*$ ), varianza de muestreo ( $\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$ ), biomasa ( $\hat{B}$ ) y coeficiente de variación de la biomasa (C.V.) de merluza del sur y merluza de cola, estimados con diferentes relaciones TS-talla.

<b>Merluza del sur</b>	Peso promedio = 3.952 (g), Talla promedio = 81,1 (cm)					
Relación TS-talla	$\hat{c}_b$	$\hat{V}(\hat{c}_b)$	$\hat{Z}_v^*$	$\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$	$\hat{B}$	C.V.(%)
TS = 20,0*log(L)-68,1 <b>(1)</b>	0,30	0,00022	111	435	84.269	19,1
TS = 20,6*log(L)-67,4 <b>(2)</b>	0,20	0,00071	111	435	54.945	22,5
TS = 22,4*log(L)-72,5 <b>(3)</b>	0,17		111	435	46.703	18,1 (*)
<b>Merluza de cola</b>	Peso promedio = 1.030 (g), Talla promedio = 71 (cm)					
Relación TS-talla	$\hat{c}_b$	$\hat{V}(\hat{c}_b)$	$\hat{Z}_v^*$	$\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$	$\hat{B}$	C.V. (%)
TS = 20,0*log(L)-72,7 <b>(4)</b>	0,27	0,00015	363	1.204	242.784	10,5
TS = 22,5*log(L)-75,4 <b>(5)</b>	0,17	0,0006	363	1.204	142.772	17,4
TS = 22,8*log(L)-75,8 <b>(6)</b>	0,17	0,0006	363	1.204	142.789	17,1
TS = 22,3*log(L)-79,8 <b>(7)</b>	0,49		363	1.204	417.000	9,6 (*)
TS = 20,0*log(L)-69,6 <b>(8)</b>	0,13	0,0005	363	1.204	120.102	19,6
TS = 75,0*log(L)-177,6 <b>(9)</b>	0,45		363	1.204	404.543	9,6 (*)

**(1)** Lillo *et al.*, (1996); **(2)** McClatchie *et al.*, (2003), **(3)** Macaulay *et al.* (2002), **(4)** Do y Surti (1993), **(5)** McClatchie *et al.* (2002), **(6)** Macaulay *et al.* (2002), **(7)** Coombs y Cordue (1995) **(8)** Mediciones del crucero, **(9)** Cordue *et al.* (2001)

(\*) Sólo considera la variabilidad del muestreo.

# **A N E X O S**

---

# **A N E X O 1**

---

Plan de asignación de  
personal participante  
Profesional y Técnico  
(HH)

---



## PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (HH)

### OBJETIVO GENERAL

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.	204	128	169	214	715
Marcos Espejo V.	190	132	110	95	527
María Angela Barbieri	27	78	123	75	303
Alvaro Saavedra G.	9	198	148	72	427
Renato Céspedes M.	48	140	171	128	487
Ignacio Payá C.	0	0	36	18	54
Hernán Miranda P.	0	0	36	18	54
Vilma Ojeda C.	20	63	70	74	227
Víctor Espejo B.	0	0	36	18	54
Héctor Hidalgo O.	0	225	0	0	225
Liu Chong	0	225	0	0	225
Luis Adasme M.	220	159	139	60	578
Manuel Rojas G.	190	324	171	107	792
Fernando Balbontín C.	0	40	170	110	320
Ricardo Bravo	0	70	140	60	270
Luis Ossa	0	190	70	30	290
Felipe Paredes	0	190	70	30	290
Luis Rodríguez S.	0	180	30	20	230
Gloria Córdova	0	170	50	20	240
Luis Contreras C.	220	0	0	0	220
Julio Uribe B.	220	0	0	0	220
Oscar Nancul P.	220	0	0	0	220
Cecilia Bravo	0	71	48	0	119
Leopoldo Vidal	0	238	0	0	238
Lizandro Muñoz	0	570	0	0	570
Claudio Vera	0	407	46	32	485
Juan Portilla	190	0	0	0	190
Gregorio Pino	190	0	0	0	190
<b>TOTAL</b>	<b>1.948</b>	<b>3.798</b>	<b>1.833</b>	<b>1.181</b>	<b>8.760</b>



### OBJETIVO 3.1

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.	200	120	130	180	630
Marcos Espejo V.	190	132	110	95	527
Ignacio Payá C.		0	18	9	27
Victor Espejo		0	18	9	27
Hernán Miranda P.		0	36	18	54
María Angela Barbieri	27	36	72	45	180
Manuel Rojas G.	190	228	135	95	648
<b>TOTAL</b>	<b>607</b>	<b>516</b>	<b>519</b>	<b>451</b>	<b>2.093</b>

### OBJETIVO 3.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Vilma Ojeda C.	20	63	70	74	227
Renato Céspedes M.	48	128	120	95	391
Sergio Lillo			18	9	27
Ignacio Payá C.			18	9	27
Victor Espejo B.			18	9	27
Luis Adasme M.	220	135	115	48	518
Héctor Hidalgo		225			225
Lizandro Muñoz		570			570
Liu Chong		225			225
Luis Contreras C.	220				220
Julio Uribe B.	220				220
Oscar Nancul P.	220				220
Leopoldo Vidal		238			238
Cecilia Bravo		71	48		119
Juan Portilla	190				190
Gregorio Pino	190				190
<b>TOTAL</b>	<b>1.328</b>	<b>1.655</b>	<b>407</b>	<b>244</b>	<b>3.634</b>



### OBJETIVO 3.3

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Fernando Balbontín	0	40	170	110	320
Ricardo Bravo	0	70	140	60	270
Luis Ossa	0	190	70	30	290
Felipe Paredes	0	190	70	30	290
Gloria Córdova	0	170	50	20	240
Luis Rodríguez	0	180	30	20	230
Sergio Lillo V.	4	4	9	9	26
Renato Céspedes	0	0	9	9	18
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>844</b>	<b>548</b>	<b>288</b>	<b>1.684</b>

### OBJETIVO 3.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.		4	4	6	14
Maria Angela Barbieri		18	27	18	63
Renato Céspedes			18	0	18
Alvaro Saavedra G.	9	48	48	24	129
Manuel Rojas G.		60	36	12	108
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>124</b>	<b>127</b>	<b>54</b>	<b>332</b>



### OBJETIVO 3.5

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.			4	6	10
Renato Céspedes M.		12	24	24	60
Luis Adasme M.		24	24	12	60
Claudio Vera N.		407	46	32	485
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>443</b>	<b>94</b>	<b>68</b>	<b>615</b>

### OBJETIVO 3.6

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.			4	4	8
María A. Barbieri B.		24	24	12	60
Alvaro Saavedra G.		150	100	48	298
Manuel Rojas G.		36	0		36
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>210</b>	<b>128</b>	<b>64</b>	<b>402</b>

# **A N E X O 2**

---

Taller

---

# PROGRAMA

## TALLER TÉCNICO DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN METODOLÓGICA

PROYECTO FIP 2003-09

### EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA STOCK PARENTAL DE MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE COLA EN SU UNIDAD DE PESQUERÍA, 2003.

---

VIERNES 05 DE MARZO 2004

---

FIP 2003-09 "Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2003"

---

Lugar : AUDITORIUM IFOP, VALPARAÍSO

---

09:30 hrs Antecedentes del proyecto (Sergio Lillo; 15')

09:45 hrs Exposición de metodologías y resultados del proyecto.

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

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

Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. (F. Balbontín, 20').

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

Características de las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio (A. Saavedra, 15').

Composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio (R. Céspedes, 20').

11:50 hrs Discusión de resultados y recomendaciones.

13:30 hrs Consideraciones finales



**VIERNES 05 DE MARZO 2004.**

**FIP 2003-09 “Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2003”**

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>
Adasme Luis	IFOP
Avilés Sergio	IFOP
Balbontín Fernando	U. de Valparaíso
Barbieri María Angela	IFOP
Bravo Ricardo	U. de Valparaíso
Caballero Leonardo	IFOP
Canales Cristián	IFOP
Castillo Jorge	IFOP
Cerna Francisco	IFOP
Céspedes Renato	IFOP
Contreras Luis	IFOP
Díaz Eduardo	IFOP
Espejo Víctor	IFOP
García Marcelo	SUBPESCA
Gutiérrez Mariela	PU Católica Valparaíso
Lillo Sergio	IFOP
Niklitschek Edwin	U. Austral
Ojeda Vilma	IFOP
Olivares Julio	ENDEPES
Payá Ignacio	IFOP
Pino Gregorio	IFOP
Pinochet Rubén	FIP
Rubilar Pedro	CEPES
Wiff Rodrigo	IFOP
Zuleta Alejandro	CEPES



**PROYECTO FIP 2003-09**

**EVALUACION  
HIDROACUSTICA STOCK  
PARENTAL DE MERLUZA  
DEL SUR Y MERLUZA DE  
COLA EN SU UNIDAD DE  
PESQUERÍA, 2003.**

**EJECUTOR:  
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**



## RESUMEN

El proyecto **FIP N° 2003-09**: “Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2003” licitado y financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), tiene como objetivo estimar y evaluar el stock desovante de ambos recursos presentes en la zona de aguas exteriores de las regiones X y XI, así como también determinar su distribución, abundancia y las características biológica y pesquera relevantes de la actividad.

Metodológicamente, en primer lugar se realizó un crucero de prospección en el B/C “Abate Molina”, con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y biológicos; y en segundo lugar se procedió a procesar y analizar los datos para evaluar ambos recursos citados. El crucero de prospección acústica se llevó a cabo entre el 15 y el 31 de agosto de 2003, en el área de la plataforma continental comprendida entre los 43°30' y 47°00' de latitud sur, efectuándose 43 transectas acústicas y 36 lances de pesca con sus correspondientes muestreos biológicos.

### **Los principales resultados de la evaluación fueron los siguientes:**

---

- 1) Para merluza del sur se estimó una biomasa media total de 84.269 toneladas con un intervalo de confianza de 60.353 a 108.185 toneladas. Para merluza de cola la biomasa estimada fue de 242.784 t. con un intervalo de confianza de 179.359 a 306.209 toneladas.
- 2) Tanto merluza del sur como merluza de cola presentaron una distribución asociada a la plataforma continental y talud continental delimitada por los paralelos 43°30'S y 47°00'S, con un alto grado de agregación, con las mayores densidades localizadas en las cercanías de la isla Guambin.
- 3) La fracción desovante se estimó 81.688 toneladas para merluza del sur y 242.298 toneladas para merluza de cola.
- 4) La abundancia de la merluza del sur se estimó en 21.321.834 ejemplares; 10.234.480 (48%) de machos y 11.087.354 (52%) de hembras; y la de merluza de cola en 235.700.170 ejemplares (160.272.185 de hembras y 71.367.116 de machos).
- 5) El stock de merluza del sur presentó una estructura etárea constituida mayoritariamente por ejemplares adultos pertenecientes a los grupos de edad IX a XVIII que constituyeron el 92% de la abundancia. Por su parte el stock de merluza de cola también presentó el predominio de una estructura conformada por los grupos de edades IV a XI que representaron el 98% de la abundancia del stock.
- 6) Durante el desarrollo del estudio, la merluza del sur se encontraba en un proceso de desove activo, debido a que los ejemplares maduros y los que habían desovado recientemente constituían el 49%. Por su parte, las estimaciones de fecundidad promedio y relativa fueron de 1.257.123 ovocitos y 261 ovocitos/gramo de pez.



- 7) El estado reproductivo de la merluza de cola estuvo dominado por los peces que habían desovado recientemente, que constituyeron el 65% del total de hembras. La fecundidad modal se estimó en 363.041 ovocitos y 237 ovocitos/gramo de merluza de cola.
- 8) La captura obtenida durante los lances de identificaci3n, consignó la presencia de cinco especies incluidas las especies objetivos. La fauna acompañante representó el 9,6% de la captura total en peso. La especie de mayor importancia relativa fue la jibia (*Dosidicus gigas*) que aportó el 9,4%. La reineta (*Brama chilensis*) y la cojinoba moteada (*Seriolella punctata*) realizaron un aporte del 0,1% cada una.
- 9) La dieta de la merluza del sur se caracterizó por ser ictiófaga, basada principalmente en la presa de juveniles de merluza de cola (IRI 94%) con características de estenofagia; y la de la merluza de cola planctófaga e ictiófaga, siendo su principal presa *Euphausia* (IRI 34%), seguida de mictófididos. Su comportamiento alimentario es de carácter oportunista.
- 10) La evaluaci3n de stock de merluza del sur 2003, presentó un aumento significativo en términos de tamaño (84 mil t y 21,3 millones de ejemplares) con respecto a la evaluaci3n 2002 (50 mil t y 13,7 millones de abundancia); manteniéndose una amplia cobertura geográfica, estructura de talla amplia y estable proporci3n sexual.
- 11) La evaluaci3n de stock de merluza de cola 2002, presentó una disminuci3n en términos de tamaño (biomasa y abundancia) con respecto a la evaluaci3n 2002; manteniendo una amplia cobertura geográfica, estructura de tallas amplia que dan cuenta de una condici3n estable de la calidad biológica del recurso.

## Consideraciones sobre los resultados

### a) Merluza del sur



La biomasa total media de la merluza del sur se estimó en 84.269 toneladas, representando un aumento del 67% en relaci3n a la biomasa obtenida el año 2002, aunque inferior a lo estimado el 2001 (99 mil t) y el 2000 (133 mil t), pero en niveles muy superiores a lo observado a mediados de la última d3cada (1994 y 1996) cuando las estimaciones de biomasa de este recurso se situaban entre 23 mil y 40 mil toneladas, respectivamente.

La abundancia por su parte, también experimentó un aumento de 13,7 a 21,3 millones de ejemplares entre el año 2002 y 2003, equivalente al 55%, pero aún bajo los niveles estimados en los años 2000 (35,5 millones) y 2001 (26,8 millones). La diferente tasa de aumento entre la abundancia y la biomasa, indicaría que el aumento de este último indicador fue causado por un aumento del tamaño del stock y un aumento somático.

El stock estuvo compuesto mayoritariamente por ejemplares adultos y donde la fracci3n desovante representó el 96,9% de la biomasa y el 95% de la abundancia, a diferencia de lo observado en el crucero realizado el 2002, cuando la fracci3n adulta aportó el 80% de la biomasa y el 70% de la abundancia, aunque estos últimos valores sean efecto de la diferencia temporal en que se efectuaron ambos cruceros, julio en el 2002 y agosto el 2003 y que indudablemente impactan sobre los estimados del stock, especialmente cuando la ventana temporal para efectuar el estudio está asociada al proceso reproductivo del recurso.



En este escenario sealar que durante el presente estudio se estim3 una mayor biomasa que el a1o 2002, es algo que debe ser tomado con precauci3n, pues al comparar el estado reproductivo del stock se tiene que durante el crucero del a1o 2002 que corresponde al menor nivel de biomasa del per3odo 2000-2003, s3lo el 21% de las hembras estaba en un proceso activo de desove, valor bastante inferior a lo observado en los tres a1os restantes cuando el indicador de actividad reproductiva ha fluctuado entre el 49% y 56%, lo que deja de manifiesto la importancia de la ventana temporal en el desarrollo del estudio.

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 la mayor densidad localizada en las cercan3as de la isla Guambin. La distribuci3n espacial de la merluza del sur no ha presentado variaciones fuertes en su 3rea de distribuci3n, como lo reflejan los valores de su centro de gravedad, las que durante los 3ltimos cruces se han localizado entre los 45°16'S (2000) y los 45°55'S (2002) y que dada la variabilidad de las estimaciones ( $\pm 1^\circ$ ) se pueden considerar como similares.

Otro elemento interesante, lo constituye el grado de estabilidad que se ha observado en la estructura et3rea 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, por cuanto se podr3a decir que su zona de distribuci3n y per3odo reproductivo se encuentra acotado.

Otro factor preponderante en la estimaci3n ac3stica de la merluza del sur lo constituye su relaci3n de fuerza de blanco con la talla. Durante el desarrollo de este estudio no se lograron efectuar mediciones en condiciones adecuadas como, blanco aislado e identificable entre otras especies, por cuanto en los lances de pesca de identificaci3n el recurso predominante fue la merluza de cola. Por este motivo se utiliz3 la relaci3n de fuerza de blanco -TS 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 sit3an en torno a la relaci3n  $TS = 20 \log(\text{talla}) - 68$  (dB).

No obstante lo anterior, se utilizaron otras dos relaciones disponibles en la literatura y que son utilizadas para estimar la fuerza de blanco de *Merluccius australis* en las prospecciones que se efect3an en Nueva Zelanda. La primera corresponde a la propuesta por McClatchie *et al.* (2002) de  $TS = 20,6 \log(\text{talla}) - 67,4$  (dB) y mediante la cual se estima una biomasa de 55 mil toneladas y la segunda a Macaulay (2002) de  $TS = 22,4 \log(\text{talla}) - 72,5$  (dB) que estima una biomasa de 43 mil toneladas

Se tiene entonces que las distintas relaciones de fuerza de blanco permiten estimar diferentes valores de biomasa media, en niveles que fluct3an entre 43 mil y 83 mil toneladas, pero independiente del modelo que se utilice todas ellas a distintos niveles de escala indican tendencias similares y que permiten por lo tanto ser consideradas como indicadores confiables en la evaluaci3n del stock de merluza del sur.

En lo que respecta a la estructura del stock observada en el presente estudio con respecto a los resultados descritos para los cruces efectuados entre los a1os 2000 y 2002, se mantiene en todos ellos una estructura predominada por ejemplares adultos y con una mayor presencia de hembras. En estos cruces, que se han desarrollado en el per3odo de m3xima actividad reproductiva, la composici3n de talla del stock pareciera pertenecer a una misma familia de estructura, sin que se observen variaciones que indiquen se1ales de inestabilidad en la fracci3n que participa en el proceso de desove.



Aunque se ha observado una fuerte estabilidad en la fracción adulta de las estructuras, no ocurre lo mismo con la fracción juvenil, en la cual se ha venido notando una baja sistemática durante los sucesivos cruceros y durante este último crucero no fueron capturados ejemplares inferiores a los 60 cm; tallas que si estaban presentes, aunque con una clara tendencia a la baja en los estudios anteriores. Esta situación sugiere cambios en la distribución espacial entre la fracción adulta y juvenil, en donde estos últimos no se encontrarían disponibles en el área de estudio como fue registrado en años anteriores. De lo mismo, cabe destacar 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 en septiembre de 2003, donde se registraron tallas que no fueron encontradas en aguas exteriores, esto podría sugerir algún tipo de segregación espacial entre la fracción juvenil y adulta durante el período reproductivo.

El análisis de los estadios de madurez sexual mostró que en agosto del año 2003 las hembras que se preparaban para desovar correspondieron al 36% del total, mientras que las que estaban en un proceso de desove activo más las que habían desovado recientemente correspondieron a un 49%. En el 2002, el muestreo se realizó principalmente en julio y el porcentaje mayoritario de las hembras se encontraban en preparación para el desove (52%) mientras que las que estaban en proceso activo de desove alcanzaron sólo a un 21%. En agosto de 2001, los ejemplares en maduración representaron el 24% ante el 50% de ejemplares en proceso de desove o desovados recientes. Esto pone en evidencia la regularidad del desove de la merluza del sur, que según estos antecedentes se inicia a comienzos de agosto.

El análisis del contenido estomacal de merluza del sur del presente estudio confirman lo observado en los cruceros de prospección realizados en el período 2000-2003, en cuanto a la característica ictiófaga de su alimentación, y que su principal presa es merluza de cola (94% IRI), sugiriéndose estabilidad en su alimentación en sentido espacio temporal en el área de estudio, debido principalmente a que la mayoría de los estómagos analizados provienen de fracciones adultas, en donde se ha descrito una estabilidad en la estructura entre los años 2000 y 2003. Por otro lado, los resultados de contenido estomacal registrados en cuatro años de cruceros continuos confirman la baja diversidad en la dieta (presas), con característica del tipo estenofagia (Lillo *et al.*, 2003, Pool *et al.*, 1997), siendo la dieta al norte del paralelo 47°30' S. basada prácticamente en merluza de cola.

Debe tenerse en cuenta, que los resultados obtenidos durante los cruceros de prospección, corresponden a una escala espacio temporal menor y reflejan el comportamiento alimentario en el área de la prospección. Pool *et al.* (1997) en un estudio anual y cubriendo el área de la pesquería en aguas exteriores, describieron variaciones espacio temporales en la alimentación de merluza del sur y donde la importancia de la presa merluza de cola cede frente a la presa merluza de tres aletas en zonas al sur del paralelo 47° S. Esto indicaría que la importancia de una presa está en relación a la variación espacio temporal de su propia distribución y de su predador, al respecto, estudios preliminares de estómagos de merluza del sur colectados en aguas interiores de las X y XI Región (septiembre de 2003) registran como dieta principal a merluza de cola, aunque también se ha registrado la presencia de canibalismo, como también modificaciones en la dieta en ejemplares juveniles (< 30 cm) de merluza del sur, donde la dieta principal deja de ser merluza de cola dando paso a una dieta basada en presas de menor tamaño, como peces pequeños (mictófidos) y crustáceos.



**b) Merluza de cola**



El stock evaluado de merluza de cola estuvo compuesto mayoritariamente por ejemplares adultos que constituyeron el 99,8% de la biomasa y el 98,3% de la abundancia.

La biomasa media de merluza de cola se estim3 en 242.784 toneladas, lo que represent3 una disminuci3n del 44% en relaci3n con las 432 mil toneladas estimadas en un crucero de prospecci3n llevado a cabo en julio del 2002 y del 58% en comparaci3n con la biomasa media estimada el a3o 2001, aunque manteni3ndose en niveles superiores a la biomasa de 260 mil toneladas estimada en 1996. La disminuci3n en la biomasa, se reflej3 en una disminuci3n del tama3o del stock, que se redujo en un 43% en relaci3n con el crucero de prospecci3n del a3o 2002 y un 58% y 52% en relaci3n con los a3os 2001 y 2000, respectivamente.

Teniendo presente que existen varias ecuaciones que relacionan la talla con su fuerza de blanco, se estim3 la biomasa con cada uno de ellas. As3, se obtienen valores de 120 mil t (mediciones crucero); 142 mil t (McClatchie *et al.*, 2002); 172 mil t (Macaulay *et al.*, 2002); 417 mil t (Coombs y Cordue, 1995), y, 530 mil t (Cordue *et al.*, 2001). Frente a la variedad de estimaciones es conveniente utilizar una sola relaci3n de longitud-fuerza de blanco, puesto que hace los resultados comparables y no invalida la tendencia general acerca del tama3o del stock presente en el 3rea de estudio durante los 3ltimos a3os. Los 3ndices calculados son entonces de abundancia relativa y son comparables a3o a a3o.

En lo referente a su distribuci3n espacial se encontr3 asociada a la plataforma y talud continental, con 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°04'S (d.s 0,8°) y longitud 075°19'W (0,2°) se mantuvo dentro del mismo rango en que ha variado este indicador durante los 3ltimos cruceros de prospecci3n donde se ha localizado entre las latitudes 45°16'S a 45°55'S. Sin embargo, teniendo en consideraci3n la alta din3mica espacial de la merluza de cola, es usual 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 con un 3ndice de Gini de 0,88, este indicador, que refleja el uso del espacio por parte de un 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 ambas fracciones de la poblaci3n (FIP 2002-19), que incluso llegan a sustentar pesquer3as como ocurre con la pesquer3a pel3gica de la zona centro sur. Estas variaciones en la distribuci3n de tallas que corresponden a la din3mica espacial del recurso, tambi3n es rese3ada en estudio previos que describen para la misma zona una composici3n de talla principalmente juvenil (30-50 cm) en el bimestre junio-julio, situaci3n que var3 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 3rea de estudio pero en primavera de 1999, una estructura de talla principalmente juvenil.

No obstante este dinamismo, en los cuatro a3os de cruceros de investigaci3n durante el per3odo reproductivo, la composici3n de talla y edades de merluza de cola es principalmente adulta, e incluso hacia los 3ltimos a3os (2002 y 2003) la fracci3n juvenil ha tendido a una menor presencia en el 3rea de estudio. Desde un punto de vista global, en el 3rea de estudio la fracci3n adulta se ha mantenido dentro de una moda principal con m3rgenes relativamente estables, entre 60 y 84 cm de longitud. Esta composici3n de talla tambi3n se



asemeja a la estructura registrada por la pesca comercial (arrastre hielero) para la misma zona y período de estudio.

En la merluza de cola, en agosto de 2003 el 3% de las hembras estaba en desove y el 38% ya había desovado, mientras que en agosto de 2001 el 19% estaba en desove y 62% ya había desovado. En julio de 1997 el estadio más frecuente fue el de gónadas en maduración (EMS 3), igual a 50% y en julio de 2002 fue de 76%. En septiembre de 1996 el 49% de las hembras estaban maduras y en el mismo mes de 1997, el 85% estaban desovadas (Chong, 2000). El IGS del 2003 fue de 1,4; el 2002 fue 6,6 y el 2001 fue 5,8. Estos resultados indican un alto grado de variabilidad anual en la distribución de los EMS y por lo tanto, en la fecha de inicio del desove poblacional. No obstante, es posible estimar en general que en julio la merluza de cola está en avanzado estado de desarrollo gonadal, con un pequeño porcentaje de la población en desove. El desove ocurre en agosto, pudiendo prolongarse hasta septiembre.

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza de cola en tres años continuos de cruceros de investigación confirman la característica planctófaga e ictiófaga de su alimentación, como también el comportamiento de alimentación oportunista, dado que consume la especie abundante en dicho momento, situación que se registró en el año 2001 donde la principal dieta fueron las salpas, un tipo de especie que alcanza altas abundancias en condiciones particulares del ambiente.

En el año 2003 la principal presa fue *Euphausia mucronata* (34% IRI), seguido del mictófidio (*Lampanyctus* sp., 21% IRI) y camarón (*Pasiphaea doffleini*, 18% IRI) y las restantes presas son mictófidios. Lillo *et al.* (2003) y Barbieri *et al.*, (2003), también describen como dieta principal en merluza de cola a *Euphausia*, y en segunda importancia a mictófidios. En este sentido, los estudios estomacales de los años 2002 y 2003 en el área de estudio registraron un balance en la dieta de merluza de cola entre crustáceos (57% IRI) y peces pequeños (43% IRI). Sin embargo, estos resultados difieren de Pool *et al.*, (1997) quienes registraron un alto grado de canibalismo. Aspecto que podría explicar la segregación espacial entre ejemplares juveniles respecto de la fracción adulta. Además, encuentran variaciones en las especies presas en sentido espacio temporal. Por otro lado, Cousseau y Perrotta (2000) registraron diferencias de alimentación entre adultos y juveniles; en los adultos predomina una dieta basada en peces; en cambio en la fracción juvenil predomina el zooplancton como, eufáusidos, anfípodos, quetognatos y peces pequeños, en donde estas diferencias en la alimentación sería uno de los factores que explicaría la segregación espacial entre ambas fracciones. En este sentido, para poder dilucidar si el factor alimentación explica la segregación espacial entre la fracción juvenil y adulta de merluza de cola se requiere generar estudios estomacales que comprendan una escala espacio temporal mayor (agua exterior e interior), en donde no sólo se aborde la alimentación de merluza de cola, sino de otras especies como merluza del sur; estudios que también podrían dilucidar los cambios en la dieta.

# **A N E X O 3**

---

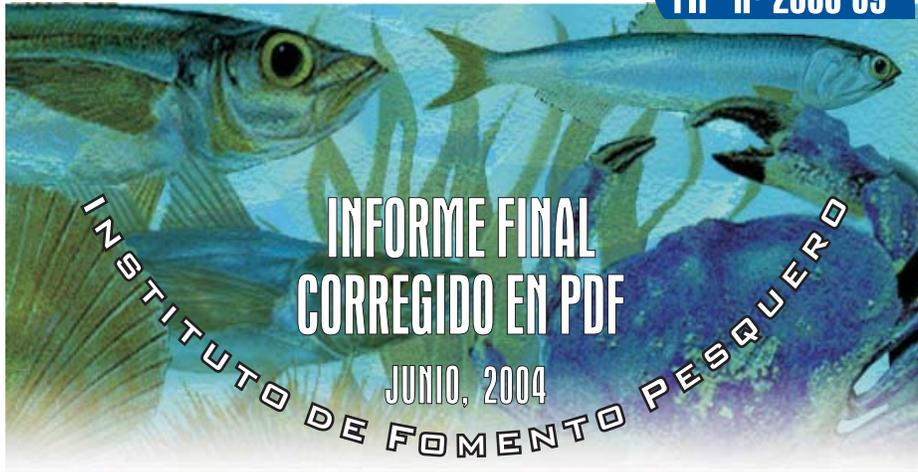
Informe Final en PDF

---

FONDO INVESTIGACION PESQUERA

**Evaluación del stock desovante de  
merluza del sur y merluza de cola  
en la zona sur austral, año 2003**

**FIP Nº 2003-09**



**INFORME FINAL  
CORREGIDO EN PDF**

JUNIO, 2004

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



---

**Sección Documentación,  
Difusión y Bibliotecas**

---

**IFOP  
Valparaíso  
Chile**