



## **INFORME FINAL CORREGIDO**

**FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**  
Proyecto  
FIP N° 2003-10

**Evaluación hidroacústica  
del stock parental de  
merluza de tres aletas en  
su unidad de pesquería,  
año 2003**

OCTUBRE  
**2004**



---

**INFORME FINAL  
CORREGIDO**

---

**FIP N° 2003-10**

**Evaluación hidroacústica  
del stock parental de  
merluza de tres aletas en  
su unidad de pesquería,  
año 2003**

• Octubre, 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.  
EDUARDO DÍAZ R.  
VILMA OJEDA C.



## RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente estudio (FIP 2003-10), tiene como objetivo evaluar el stock de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) a través del método hidroacústico, entre las latitudes 47° y 51° Sur.

Como parte del proyecto, se realizó entre el 2 y el 15 de agosto del 2003 a bordo del B/C "Abate Molina" un crucero de prospección dirigido a evaluar mediante un método de evaluación directa (evaluación acústica) su biomasa, abundancia y distribución, estimar la importancia relativa de la fauna acompañante, condiciones reproductivas y tróficas del stock. Durante el estudio se realizaron 13 lances de pesca y 49 transectas acústicas.

Los resultados muestran que la merluza de tres aletas se distribuyó asociada al borde de la plataforma y talud continental, con una biomasa estimada en 174.379 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 116.933 y 231.837 toneladas. La composición de la biomasa estuvo comprendida por 161 toneladas de juveniles (<36 cm) y 174.218 toneladas de adultos, representando este último valor el 99,91% de la biomasa. La composición por sexo de la biomasa comprendió a un 53,2% de hembras (92.770 t) y 46,8% de machos (81.609 t).

La abundancia de merluza de tres aletas alcanzó a 172.850.700 ejemplares, de los cuales 97.655.062 correspondieron a machos y 75.195.638 a hembras. La fracción parental (> 36 cm) alcanzó un total de 172.367.364 individuos que representaron el 99,7% del stock evaluado.

En la estructura de edades del stock de merluza de tres aletas estimada a partir de las claves edad-talla correspondiente al crucero de prospección, comprendieron ejemplares pertenecientes a los grupos de edades 2 a 21, en un rango de tallas que fluctuaron entre 28 y 62 centímetros.



La estructura de talla del stock de merluza de tres aletas estuvo constituida principalmente por ejemplares adultos, manteniéndose relativamente estable una moda principal entre los 50 y 60 cm, con predominio de los machos (56%) respecto de las hembras situación que en términos generales se ha observado durante los cruceros efectuados en el período 2001-2003. La moda principal entre 50 y 60 cm corresponde a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar, pero cuya distribución espacial presenta variaciones entre años, así, el año 2003 la fracción adulta migratoria se localizó principalmente en un área reducida hacia el norte del área de estudio; situación diferente respecto de los años 2001 y 2002, donde la fracción migratoria se localizó en el centro del área de estudio.

La distribución de la merluza de tres aletas concentrada en una franja longitudinal centrada sobre el sector septentrional del área de estudio, entre las latitudes 47° a 48°S correspondió a una concentración de tipo reproductiva, con un centro de gravedad localizado en la latitud 47°45'S, levemente desplazada más al norte que los cruceros efectuados los años 2001 y 2002. El stock evaluado de merluza de tres aletas presentó una distribución altamente agregada, representada por un índice de Gini de 0,96.

El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etárea comprendida entre los 1 y 21 años. Dentro de ella se destacó la dominancia de los grupos de edades V, XII, XIV y XV, que contribuyeron con el 42,2% de la abundancia del stock.

Durante el período y área del estudio, el stock se encontró en un proceso reproductivo activo con el 47% de los ejemplares en desove y el 51% en maduración tardía, pertenecientes a los estadios de madurez sexual 3, 4 y 5.



La fecundidad total fluctuó entre 119.482 y 1.340.841 ovocitos para un rango de tamaño de 40 a 62 cm de longitud total, con un promedio de 733.540 ovocitos (d.s.307.669). La fecundidad relativa promedio fue de 703 ovocitos por gramo de peso corporal (d.s. 253), presentando un mínimo de 174 y un máximo de 1981 ovocitos. La talla media de madurez sexual se estimó en 36,6 cm de longitud total.

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 78,9% de merluza de tres aletas, 10,9% de merluza del sur y 5,5% de merluza de cola, contribuyendo estos tres recursos con el 95,3% de la captura total. La fracción restante estuvo compuesta por un 4% de jibia (*Dosidicus gigas*), que no había estado presente en los estudios previos y un 0,7% de reineta (*Brama chilensis*).

La merluza de tres aletas es una especie planctófaga tipo carcinófaga, su dieta estuvo compuesta de *Euphausia* (89,68% IRI) en crustáceos y *Diaphus* (9,26% IRI) en mictófidios. La merluza de tres aletas en el período de actividad reproductiva presenta una baja actividad alimentaria.

Las agregaciones de merluza de tres aletas no presentan una relación significativa entre su morfometría y su densidad. El tamaño de las agregaciones estaría asociado a los procesos biológicos (desove) en el período y área evaluada.



## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	i
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xi
<b>1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	<b>2</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>7</b>
4.1 Área y período de estudio .....	7
4.2 Equipos .....	7
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio .....	10
4.4 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espa- cial y batimétrica .....	20
4.5 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas, a partir de los lances de identificación .....	26
4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificación .....	29
4.7 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio .....	30
4.8 Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio .....	32





<b>5. RESULTADOS</b>	<b>35</b>
5.1 Calibraci3n del sistema de eointegraci3n	35
5.2 Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante en el 3rea de estudio	35
5.3 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica	37
5.4 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas, a partir de los lances de identificaci3n	44
5.5 Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la pesquer3a de merluza de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificaci3n	48
5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas	49
5.7 Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio	56
5.8 Taller de Difusi3n y Discusi3n Metodol3gica	58
<b>6. AN3LISIS DE LOS RESULTADOS</b>	<b>65</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>8. BIBLIOGRAF3A</b>	<b>77</b>

**FIGURAS**

**TABLAS**

**ANEXOS**

- ANEXO 1.** Taller.
- ANEXO 2.** Posiciones geogr3ficas lances.
- ANEXO 3.** Personal participante por objetivo.
- ANEXO 4.** CD con Informe Final .FIP N3 2003-10 en PDF y resumen ejecutivo en word.
- ANEXO 5.** Base de datos corregida



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

- Figura 1. Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio.
- Figura 2. Plano de red de arrastre de mediagua utilizada en los lances de pesca de identificación.
- Figura 3. Descriptores de un cardumen.
- Figura 4. Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2003. FIP 2003-10.
- Figura 5. a) Distribución longitudinal (norte-sur), b) Distribución latitudinal (este-oeste).
- Figura 6. Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2003.
- Figura 7. Distribución de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C “Abate Molina” (agosto 2003).
- Figura 8. Distribución de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C “Abate Molina” (agosto 2003).
- Figura 9. Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo registrada para el crucero B/C “Abate Molina” y la flota arrastrera fábrica (agosto 2003).
- Figura 10. Distribución de talla de la captura de merluza de tres aletas por sexo registrada en la flota arrastrera fábrica entre julio y septiembre de 2003.
- Figura 11. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002 y 2003 (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).
- Figura 12. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por área para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002 y 2003 (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; y B/I Abate Molina agosto 2003, respectivamente).

- Figura 13. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002 y 2003 (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; y B/C “Abate Molina” agosto 2003, respectivamente).
- Figura 14. **a)** Distribución de frecuencia de tallas observadas en el muestreo de longitudes versus las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras. **b)** Frecuencia ponderada por sexo y por clase de talla
- Figura 15. Dispersión de los datos peso - longitud para merluza de tres aletas y curva ajustada. Crucero de Investigación 2003
- Figura 16. Composición de la captura en número de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, en el área total de la pesquería demersal sur-austral para el período 1997 - 2002
- Figura 17. Estructura (en %) de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. Período 2001-2003. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación
- Figura 18. Abundancia y desviación estándar por grupos de edad de merluza de tres aletas. Crucero de Evaluación 2003
- Figura 19. Evolución diaria del índice gonadosomático en la merluza de tres aletas, recolectadas del 7 al 15 de agosto de 2003.
- Figura 20. Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en ejemplares de merluza de tres aletas recolectados del 7 al 15 de agosto del 2003
- Figura 21. Incidencia diaria de estadios de madurez macroscópico en machos de merluza de tres aletas, recolectados del 7 al 15 de agosto del 2003 (I virginal, II inmaduro, III en maduración, IV maduro y V evacuados)
- Figura 22. Incidencia diaria de estadios de madurez macroscópico en hembras de merluza de tres aletas, recolectados del 7 al 15 de agosto del 2003 (I virginal, II inmaduro, III en maduración, IV en desove y V en reposo)



- Figura 23. Incidencia de estadios de madurez histológico en hembras de merluza de tres aletas recolectadas del 7 al 15 de agosto de 2003 (I: Inmaduro; II: En desarrollo (inicial); III: En desarrollo (tardío); IV: Hidratada y En desove; V: Desove parcial y VI: Desovada).
- Figura 24. Incidencia diaria de estadios de madurez histológico en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 7 al 15 de agosto de 2003 (I: Inmaduro; II: En desarrollo (inicial); III: En desarrollo (tardío); IV: Hidratada; V: Desove parcial y VI: Desovada).
- Figura 25. Distribución de frecuencia porcentual de diámetros de ovocitos en ovarios en distinto estadio. De madurez sexual (I: Inmaduro; III: Desarrollo Tardío; IV: Hidratado y En Desove; V: Desove parcial y VI: Desovado).
- Figura 26. Ajuste de la curva logística a la madurez sexual en función de la longitud total en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas durante agosto de 2001, 2002 y 2003
- Figura 27. Relación entre el tamaño y la fecundidad total en la merluza de tres aletas
- Figura 28. Relación entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.
- Figura. 29. Distribución de los lances de pesca con captura y sin captura en latitud y profundidad para las siguientes especies. a) Merluza de tres aletas, b) Merluza del sur, c) Merluza de cola, d) Jibia y e) Reineta.
- Figura 30. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones
- Figura 31. Distribución de frecuencia del descriptor altura de agregaciones
- Figura 32. Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones
- Figura 33. Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones
- Figura 34. Distribución de frecuencia del descriptor elongación
- Figura 35. Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal

- Figura 36. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.
- Figura 37. Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo.
- Figura 38. Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura.
- Figura 39. Largo promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 40. Altura promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 41. Área promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 42. Perímetro promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 43. Elongación promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 44. Dimensión fractal promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 45. Profundidad promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 46. Profundidad promedio del fondo (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 47. Índice altura promedio del fondo (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).
- Figura 48. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.
- Figura 49. Correlación de las variables originales con los dos componentes.
- Figura 50. Regresión potencial entre el componente morfométrico y energía retrodispersada (Sa).



Figura 51. Índice del error en la estimaci3n de la composici3n de tallas de la captura de *M. australis* considerando: **a)** Diferentes combinaciones de tamaños de muestra de lances y ejemplares medidos sin diferenciar por sexo, **b)** Tendencia del índice de error para la estructura total y diferenciada por sexo frente a un aumento del número de lances y **c)** el número de ejemplares medidos al interior del lance. Crucero evaluaci3n de merluza de tres aletas, 2001.

## ÍNDICE DE TABLAS

---

- Tabla 1. Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.
- Tabla 2. Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.
- Tabla 3. Calibraci3n del sistema de eointegraci3n Simrad EK500. B/C Abate Molina.
- Tabla 4. Relaci3n Longitud-TS, área prospectada, estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de la biomasa de merluza tres aletas. ( $C_b=0,21 \text{ mn}^2/\text{Sa}$ )
- Tabla 5. Parámetros de la relaci3n peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluaci3n 2003.
- Tabla 6. Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero 2003 ( $B=174.379$ )
- Tabla 7. Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2003 ( $B=174.379$ )
- Tabla 8. Estadística básica de la talla de merluza de tres aletas por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/C Abate Molina (agosto 2003).



- Tabla 9. Abundancia por grupos de edad y desviación estándar de merluza de tres aletas, crucero de evaluación 2003
- Tabla 10. Proporción de capturas (%) obtenidas en los lances de pesca de identificación.
- Tabla 11. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas.
- Tabla 12. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.
- Tabla 13. Valores críticos y calculados test F un factor para comparación de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).
- Tabla 14. Matriz de correlaciones entre las variables originales.
- Tabla 15. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.
- Tabla 16. Matriz de correlación de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 17. Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. B/C A. Molina (agosto 2003).
- Tabla 18. Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (agosto 2003).
- Tabla 19. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (agosto 2003).
- Tabla 20. Índice de importancia relativa (IRI, %) de merluza de tres aletas para los tres cruceros de aguas exteriores entre 2001 y 2003.



## ÍNDICE DE ANEXOS

---

- Anexo 1.** Taller.
- Anexo 2.** Posiciones geográficas lances.
- Anexo 3.** Personal participante por objetivo.
- Anexo 4.** CD con Informe Final FIP N° 2003-10 en PDF y resumen ejecutivo en word.
- Anexo 5.** Base datos corregida.





## **1. OBJETIVO GENERAL**

---

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

## **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

---

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



### 3. ANTECEDENTES

---

La merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman, 1937) es un recurso euribático de gran movilidad asociado a la plataforma y talud continental de la región sur austral de Chile y Argentina, y alrededor de las islas Malvinas, Orcadas del sur, Shetland del sur y Georgias del sur. Este recurso es un componente importante en el ecosistema demersal sur austral, por una parte como consumidor de zooplancton y por otro como integrante de la dieta de otras especies demersales o cetáceos.

Su distribución geográfica en el Océano Atlántico ha sido referida entre las latitudes 38°00' S a 55°00' S en invierno y desde los 42°00'S a 55°00'S en verano, en profundidades de 80 a 800 m en aguas próximas al talud continental. Perrotta (1982) señala que durante la temporada estival la distribución de la merluza de tres aletas se extiende hacia el extremo meridional del mar de Scotia entre las islas Georgias y Shetland del sur, asociada a un desplazamiento de carácter trófico durante el primer trimestre del año.

En el Océano Pacífico suroriental, Avilés y Aguayo (1979) sitúan su distribución entre las latitudes 42°26'S a 57°00'S y Lillo *et al.* (1993) informan que su presencia está asociada a la plataforma y talud continental en un rango de profundidad de 130 a 800 metros. Lillo y Paillamán (1996) postulan un esquema de dinámica espacial que asocia la presencia de este recurso en el Pacífico suroriental a un pulso migratorio de carácter reproductivo, el cual ingresa al sector chileno a fines del segundo trimestre proveniente del sector Atlántico. Este pulso se desplaza en dirección general norte asociado a la plataforma y talud continental, hacia un área de desove localizada entre las latitudes 47°00' S a 51°00' S donde se concentra desde mediados de julio a septiembre, para luego retornar hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre.



En lo que respecta a su proceso reproductivo, la merluza de tres aletas comienza a desovar a una talla de 31 cm (2 años) y sobre 45 cm la totalidad de las hembras se encuentran maduras (Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2002). Presenta un desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos que maduran para ser desovados en tandas sucesivas en corto tiempo (450 -1125 micras), sin que se registre un proceso continuo de reclutamiento desde el stock de ovocitos maduros en reserva, características que la identifican como un desovante parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002).

El proceso de desove en el Pacífico suroriental se lleva a cabo entre mediados de julio y septiembre (Lillo *et al.* 1993, Córdova y Céspedes, 1997, Lillo y Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003). A este respecto, los datos recolectados señalan que en promedio la mayor actividad reproductiva se localiza en el bimestre agosto-septiembre, cuando sobre el 50% de las hembras se encuentra en proceso de desove activo. En cambio, en septiembre sobre el 70% mostraba gónadas en regresión y hacia octubre y noviembre, junto a los ejemplares con gónadas en regresión se observaron hembras inmaduras, pero ninguna en proceso de desove. En el Atlántico suroccidental, el desove anual se produce entre agosto y septiembre, prolongándose ocasionalmente hasta noviembre (Sánchez *et al.* 1986).

La talla media de madurez sexual ( $L_{50\%}$ ) de hembras en el Pacífico suroriental ha sido estimada en 38,4 cm (Balbontín com. pers) y 36 cm por Córdova *et al.* (2003). Para el Atlántico Sudoccidental, Sánchez *et al.*, (1986) estimaron la talla media de madurez en 35,4 cm para machos y 38,01 cm para hembras, mientras que Macchi y Pájaro (1996) señalan un valor sustantivamente menor de 30,8 cm.

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia a mediados de la década del 70 formando parte de la fauna acompañante de la pesquería demersal sur austral, orientada a la captura de merluza del sur y congrio dorado. En el período 1981-1992, los desembarques de merluza de tres aletas variaron entre 2.000 y 5.000 toneladas anuales, obteniéndose las mayores capturas durante el tercer trimestre



(SERNAPESCA, 1990-2002), sin embargo a partir de 1993 y conjuntamente con el inicio de proyectos de pesca de investigación orientadas al desarrollo de su pesquería, las capturas se han elevado a niveles que han fluctuado entre 20 y 24 mil toneladas, las que se efectúan mayoritariamente en el durante el segundo semestre.

En el Atlántico suroccidental, los desembarques de merluza de tres aletas se incrementan a partir de 1978 para alcanzar en 1983 un primer pico situado en las 258 mil toneladas. Posteriormente y hasta 1988 los desembarques disminuyeron y se estabilizaron entorno a las 100 mil toneladas/año. A partir de 1989 los desembarques experimentaron un nuevo crecimiento alcanzando un segundo pico en 1990 (193 mil t), fluctuando los desembarques durante la década pasada entre 100 y 150 mil toneladas, sin embargo, durante los últimos años se ha detectado una disminución en la abundancia de este recurso reflejada en una disminución en la captura por unidad de esfuerzo, proporción de juveniles, además de una contracción en su área de distribución como de desove (Redes, 1998), estableciéndose una cuota de captura de 55 mil toneladas para el año 2003.

Aunque la merluza de tres aletas está presente durante todo el año, se han observado fuertes variaciones en su distribución y agregación. Giakoni (1992), señala para el mes de diciembre su ausencia al norte de la latitud 52°00'S, mientras Lillo y Paillamán (1996), Córdova y Céspedes (1997), Lillo y Céspedes (1998) y Lillo *et al.* 1999, señalan a partir de las áreas de operación de un buque en actividades de pesca de investigación, variaciones estacionales en la distribución de concentraciones de interés comercial de la merluza de tres aletas, con un límite septentrional localizado al norte de la latitud 47°S en invierno y 52°S en verano.

En lo que respecta a la localización de las áreas de pesca, tanto en el sector Atlántico como Pacífico las mayores capturas se efectúan entre fines del segundo y mediados del cuarto trimestre, esto es, cuando el recurso se dirige hacia su área de desove. Wohler y Marí (1996), señalan que las principales áreas de pesca de la flota argentina se localizan en un área restringida ubicadas al este y noreste de las islas



de los Estados, obteniéndose las mayores capturas en el bimestre mayo-junio cuando grandes concentraciones de merluza de tres aletas cruzan en las cercanías del banco Burdwood en dirección a su área de desove en las cercanías de las islas Malvinas Madirolas (*et al.*, 1997). Mientras que, en Chile se producen durante el segundo semestre, cuando el recurso se desplaza hacia el área comprendida entre los 47°S y 51°S, donde tiene efecto su proceso de desove (Lillo y Céspedes, 1998).

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

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



Esta pesquería declarada en régimen de plena explotación, se encuentra bajo la medida de administración llamada Límite Máximo de Captura por Armador, requiriéndose en consecuencia de antecedentes que permitan establecer los niveles de capturas totales permisibles o biológicamente aceptables. "En este contexto y en la conveniencia de mantener una línea de investigación de la biomasa del stock desovante del recurso, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó un proyecto de evaluación directa de la merluza de tres aletas en el programa de investigaciones correspondiente al año 2003, del que se presenta su informe final."



## 4. METODOLOGÍA

---

### 4.1 Área y período de estudio

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

Los antecedentes disponibles, que provienen de datos obtenidos a partir de 1993, indican la presencia de concentraciones de merluza de tres aletas en la zona comprendida entre las latitudes 47° y 51°S, las que están asociadas a un proceso reproductivo que alcanza su máxima actividad entre agosto y septiembre (Lillo *et al.* 1999). En consecuencia con lo señalado, el crucero de prospección se efectuó en el período entre el 02 y 15 de agosto del 2003, en el área de la plataforma y talud continental comprendida entre las latitudes antes señaladas (**Fig. 1**).

### 4.2 Equipos

#### a) Embarcación

Para el desarrollo del estudio, se contó con la participación del B/I “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.



## b) Sistema de ecointegraci3n

La prospecci3n ac3stica fue realizada con el sistema de ecointegraci3n operando con un transductor modelo ES38B de haz dividido, frecuencia de 38 KHz, 2 KW de potencia y longitud de pulso de 1 ms. Este sistema fue calibrado de acuerdo al procedimiento se1alado por su fabricante (Simrad, 1991), el cual sigue los recomendaciones efectuadas por el ICES (Foote *et al.*, 1987) para el uso cuantitativo de mediciones ac3sticas.

Durante el procedimiento de calibraci3n un blanco de referencia (esfera de cobre de 60 mm de di1metro) y de fuerza de blanco conocida (-33,6 dB), fue bajado y localizado en el centro del haz ac3stico del transductor, para luego medir las diferencias en las se1ales de intensidad de blanco (TS) y ecointegraci3n  $S_A$ .

El proceso de medici3n de la fuerza de blanco (TS) y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegraci3n ( $G_1$ ,  $G_2$ ), se realiz3 mediante las expresiones:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_b}{2}$$

donde  $G_1$  y  $G_0$  representan las ganancias ajustada y por ajustar del transductor, y  $TS_m$  y  $TS_b$ , corresponden a las intensidades medidas y te3ricas del blanco de referencia.

El ajuste de las ganancias de ecointegraci3n ( $G_2$ ), se efectu3 mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_2 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_A(m)}{S_A(t)}}{2}$$



donde  $S_{A(m)}$  y  $S_{A(t)}$ , representan las unidades de ecointegración medidas y teóricas del blanco estándar referidos a una  $mn^2$ , siendo:

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

donde:

- $\Phi_{bs}$  = sección dispersante del blanco de referencia =  $(10^{(-33,6/10)})$
- $r$  = profundidad de la esfera (m)
- $\psi$  = ángulo equivalente del haz acústico o ángulo de reverberación, describe el volumen efectivamente insonificado por un transductor. Para el modelo ES38B su valor es 20,6 dB.
- $S_{A(t)}$  = integración teórica del blanco estándar
- $S_{A(m)}$  = integración medida del blanco estándar

### c) Redes de pesca

Los lances de pesca de identificación, fueron realizados con una red de arrastre de mediagua marca Motuela (**Fig. 2**) 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.



### **4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio.**

#### **4.3.1 Dise1o de muestreo**

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

El muestreo ac3stico se realiz3 mediante 49 transectas distribuidas de forma sistem3tica, con direcci3n perpendicular a la costa y cubriendo entre los veriles de 100 y 1.000 metros de profundidad, con una distancia entre dos transectas adyacentes de cinco millas n3uticas (**Fig. 1**).

Los datos ac3sticos, densidad ac3stica, intensidad de blanco (TS) y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera georreferenciada en forma continua durante las transectas, discretiz3ndose en intervalos b3sicos de muestreo de 1 milla n3utica.

#### **4.3.2 Identificaci3n de ecotrazos de merluza de tres aletas**

Para efectuar la identificaci3n de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas y la asignaci3n de las unidades de ecointegraci3n, se inspeccionaron los eco-gramas conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificaci3n.

La asignaci3n de las unidades de ecointegraci3n, se realiz3 mediante el m3todo propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribuci3n de una especie "i" a la

integración ( $E_m$ ) es proporcional a su aporte a la captura ( $w_i$ ) y su coeficiente de dispersión acústico ( $\sigma$ ).

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

Durante el crucero se efectuaron 13 lances de pesca, cuya distribución geográfica se entrega en la **figura 1**.

#### 4.3.3 Estimación del coeficiente de eointegración y su varianza.

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

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

donde:

- $\hat{C}_b$  = constante de eointegración ( $t^*mn^{-2}*Sa^{-1}$  ref. 1 Sa)
- $\bar{w}$  = peso promedio de la merluza de tres aletas (kg)
- TS = fuerza de blanco promedio de la merluza de tres aletas (dB)
- Sa = unidades de eointegración.

La varianza del coeficiente de eointegración  $\hat{V}_{\hat{C}_b}$  se estimó como (Miranda, 1999):

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$Cov_{(b,m)}$ , es la covarianza

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

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

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

donde,

- $n_k$  = n3mero de datos observados en la talla
- $w_{ik}$  = peso observado a la talla
- $\bar{w}$  = peso estimado a la talla
- $\bar{L}$  = longitud promedio o mediana
- $L_i$  = longitud observada
- $\overline{TS}_i$  = fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud
- $TS_i$  = fuerza de blanco observada
- $n$  = n3mero de datos observados

En la estimaci3n de la fuerza de blanco ( $TS$ ) de la merluza de tres aletas, se utiliz3 la relaci3n propuesta por (Lillo *et al.*, 1996) para ***Merluccius gayi***:

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

Adem3s, se utiliz3 la relaci3n de  $\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB)$  que es empleada en las evaluaciones de ***Micromesistius poutassou*** (Monstad *et al.*, 1992), y de ***Micromesistius australis*** en Nueva Zelandia (Hantchet, 2002) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997)

#### 4.3.4 Estimaci3n de la biomasa de merluza de tres aletas 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 1rea de influencia, el estimador de  $Z_v^*$  se puede estimar como la media aritmética de los datos de Sa ( $Z_x$ ) por intervalo b1sico de muestreo.

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

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

donde  $A$  representa el 1rea de estudio y  $\hat{C}_b$  el coeficiente de ecointegraci3n.

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

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

La varianza proveniente de la distribuci3n espacial del recurso ( $\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$ ), se estima mediante el m3todo propuesto por Petitgas (1991), quien aplica los principios de variables regionalizadas 3 geostatística, a la estimaci3n de la varianza de datos pesqueros geogr1ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:

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

donde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar por medio de los valores promedios de los variogramas para todas las distancias como:

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

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

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

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  $\hat{V}(Z_n^*)$  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).

#### 4.3.5 Estimación de la abundancia (número).

El procedimiento a utilizar, corresponde al que habitualmente se emplea en las evaluaciones indirectas que se realizan mediante el método de análisis secuencial de poblaciones (Payá, 1997).

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

Se estima el peso total de la muestra en base a la adición de los pesos de los intervalos de longitud mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$

donde:

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

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

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

donde:

- $N_t$  = Número total de individuos presente en la zona.
- $B$  = Biomasa (t) presente en la zona estimada por el método de hidroacústica.

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

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



#### 4.3.6 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas.

La distribución espacial de la merluza de tres aletas en el área prospectada, se estimó a partir de la información de las densidades locales estimadas desde la información acústica y de los lances de pesca de identificación. Se presenta como una carta de contornos, en donde éstos 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; Kleckner, 1996).

En el mapeo de las densidades de la merluza de tres aletas, se consideraron aspectos relacionados con la técnica geoestadística, (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de, (estructuras espaciales) tales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Anónimo, 1991, Pelletier y Parma, 1994, Maynou *et al.* 1998). 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 orden en el método intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental  $2^*\gamma(h)$  como:

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

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

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

Modelo esférico:

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

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 máximo de variabilidad. En el caso del modelo exponencial el rango se asume como el punto en el cual el modelo incluye el 95% del *sill*, esto puede ser estimado como tres veces el rango te3rico ( $3a_e$ ).

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

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

donde  $H$  es el número de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a  $N(h_i)$ , que es el

número de pares de datos utilizados para estimar  $\hat{\gamma}(h_i)$  y al inverso de  $\gamma(h_i)^2$ . Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Pelletier and Parma, 1994; Maravelias *et al.*, 1996).

Se estimó el centro de gravedad ( $CG_i$ ) y la inercia ( $I$ ) como indicadores de la posición media y la dispersión media de la distribución de la merluza de tres aletas en el área de estudio como (Bez, 2002):

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

Donde  $x_i$  representa la posición latitudinal y longitudinal de la muestra y  $z(x_i)$  la densidad local en la posición geográfica “ $i$ ”.

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

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



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

##### **4.4.1 Muestreo a bordo**

La estimación de la estructura de tallas y la proporción sexual de la merluza de tres aletas, fue realizada a partir de los muestreos biológicos 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 merluza de tres aletas y en el registro de los datos del lance de pesca como: fecha, hora, posición, profundidad y captura; y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo, estado de madurez sexual macroscópico, extracción de otolitos almacenados en sobres etiquetados, recolección de estómagos y gónadas, los cuales fueron etiquetados y almacenados en bidones en una solución formaldehído al 10%.

Complementariamente, se registró información biológica de la captura de merluza de tres aletas efectuada el B/F “Uniónsur”, nave que operó en forma comercial en la zona de estudio durante el período del estudio.

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

Los datos de tallas y proporción sexual fueron tratados de forma georreferencial, en sentido latitudinal y batimétrico. Para la estimación de la composición de longitud, se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los correspondientes valores de capturas.



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

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

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  $j$

Las distribuciones de tallas obtenidas fueron analizadas mediante distribuciones de tallas acumuladas y con una prueba basada en la distribución Chi-cuadrado (Conover, 1980).

La proporción sexual fue estimada a través de la participación de los sexos en los muestreos de longitud como:

$$\hat{P}_s = \sum_{j=1}^j \frac{C_{sj}}{C_s} \hat{P}_{sj}$$

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  $j$



siendo

$$\hat{P}_{sj} = \frac{n_{sj}}{n_{asj}}$$

Para efectos de an3lisis espacial y seg3n la agrupaci3n espacial de los lances de pesca con captura de merluza de tres aletas, la zona de estudio fue subdividida en 3 3reas latitudinales: Taitao (45°30' y 47°29' S) Golfo de Penas-Ladrillero (47°30' y 48°59'S); y 3rea Trinidad-Concepci3n (49° y 51° S).

#### 4.4.3 Estimaci3n de la abundancia por grupo de edad

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

##### 4.4.3.1 Claves edad - talla

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos seg3n su grupo de edad (GE), y calcular la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades. Los datos se han procesado con intervalo de clase de 2 cm, el cual es adecuado para el rango de tallas que las sustenta (Ojeda *et al.*, 1987).

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



identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al año de la captura el GE asignado.

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

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

donde:

$i$  = grupo de edad

$j$  = longitud total del pez

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

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

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

#### 4.4.3.2 Asignación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud ( $N_j$ ), se asignaron a las diferentes edades según una clave talla – edad construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados durante 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 las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

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

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

puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

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

donde:

$l_j$  = Proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud j

$N$  = Tamaño de la muestra de longitudes

$n_j$  = Tamaño de la submuestra de edad en el estrato de longitud j

$q_{ij}$  = Proporción de  $n_j$  peces clasificados en el grupo de edad i

$L$  = Número de estratos de longitud.





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

#### 4.4.4 Estimación de pesos promedios por grupos de edad

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

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos métodos, entregan resultados 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 dependerá del exponente  $b$ .



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

##### **4.5.1 Toma y fijaci3n de muestras**

En los lances de pesca de identificaci3n se realiz3 un muestreo al azar de las hembras de merluza de tres aletas. A cada ejemplar se le registr3 la longitud total, el peso del cuerpo con una balanza de precisi3n de 10 g y se le extrajeron las g3nadas, que fueron fijadas en formalina 10% tamponada (introducidas completamente en el fijador). La fijaci3n es una etapa esencial de la t3cnica histol3gica, siendo de gran importancia la velocidad de penetraci3n del fijador en los diversos tejidos para conseguir una m3xima fijaci3n, conservarlo lo m3s parecido posible al estado vivo y protegerlo del ataque bacteriano y evitar las distorsiones y retracciones que sobrepasen los l3mites compatibles con la obtenci3n de cortes Santander *et al.* (1984), Hunter (1985), Oliva *et al.* (1989).

##### **4.5.2 Proceso de muestras en laboratorio**

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

El estadio de madurez sexual, se estim3 mediante observaciones de tipo macro y microsc3pica. En la observaci3n macrosc3pica, se determin3 el grado de madurez sexual considerando el aspecto general de la g3nada, aplicando una escala apreciativa del desarrollo de la g3nada que consta de 5 estadios (**Tablas 1 y 2**). El m3todo microsc3pico que se basa en la observaci3n interna de la g3nada, resulta necesario para confirmar las apreciaciones macrosc3picas del grado de madurez, dado que permite obtener una informaci3n precisa y detallada de las distintas transformaciones morfol3gicas que acontecen durante el ciclo de maduraci3n sexual.

El procesamiento histol3gico consisti3 en fijar ovarios en formalina al 10%, los que posteriormente fueron deshidratados e impregnados en parafina. Se efectuaron

cortes histol3gicos de 5 micrones de espesor, los que fueron teñidos con hematoxilina y contrastados con eosina.

La madurez del ovario se determin3 mediante el diagn3stico morfohistol3gico del par3nquima ov3rico, utilizando los criterios b3sicos descritos por Wallace y Selman (1981) y Hunter y Macewicz (1985) para peces tele3steos y aplicando una escala microsc3pica apreciativa de la madurez sexual específica para hembras de merluza de tres aletas reportada por C3rdova *et al.* (2003).

#### 4.5.2.2 Estimaci3n del índice gonadosomático (IGS)

Las g3nadas fueron pesadas con una balanza de 0,1 g de precisi3n y se calcul3 el índice gonadosomático (IGS) utilizando el peso de la g3nada ( $PG$ ), peso del cuerpo ( $PC$ ) de acuerdo a la relaci3n:

$$IGS = \frac{\sum_{i=1} PG_i}{\sum_{i=1} (PC_i - PG_i)} * 100$$

#### 4.5.2.3 Estimaci3n de la ojiva de madurez

Para la clasificaci3n de los individuos muestreados en maduros e inmaduros y de acuerdo a la escala apreciativa utilizada, se consideraron sexualmente maduras las hembras en EMS 2, 3, 4, 5 y 6 y como inmaduras, en EMS 1. La proporci3n de hembras maduras fueron ajustadas a un modelo logístico de madurez mediante el m3todo de m3xima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988).

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

donde  $m(l)$  es la fracci3n de individuos maduros en funci3n de la talla,  $l$  es la talla (longitud total) y  $\beta$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  son los par3metros que representan la as3ntota, la posici3n y la pendiente, respectivamente. El par3metro  $\beta$  se fija en 1, asumiendo que a medida que los ejemplares crecen la fracci3n de individuos maduros se aproxima a 1.

#### 4.5.2.4 Estimaci3n de la fecundidad modal

La fecundidad se estim3 de acuerdo al m3todo gravim3trico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Hunter *et al.*, (1985), Santander *et al.*, (1984), Oliva *et al.*, (1989) y Rojas y Oliva (1993).

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

El n3mero de ovocitos vitelados en la submuestra se utiliz3 para la estimaci3n del n3mero total de ovocitos maduros del ovario, de acuerdo a la siguiente expresi3n:

$$\bar{E}_i = \bar{n} * \bar{W}_i$$

donde:

- $\bar{E}$  = Fecundidad (n3mero total de ovocitos maduros en el ovario).
- $\bar{W}_i$  = Peso h3medo del ovario (g).
- $\bar{n}$  = N3mero promedio de ovocitos maduros por gramo de submuestra



#### **4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificación**

##### **4.6.1 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 merluza de tres aletas, 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 pesqueros como por ejemplo: merluza del sur, cojinoba y merluza de cola.

##### **4.6.2 Análisis de los datos**

Para la presentación y análisis de la información obtenida respecto de la fauna capturada, se elaboró un listado de especies indicándose en cada caso el nombre



común y científico correspondiente. La importancia relativa de las capturas de las especies se estimó en forma particular para cada especie.

#### **4.7 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio**

En la caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, se utilizaron descriptores estimados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegración, según lo describe Scalabrin (1997).

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 pueden clasificar en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993).

Dentro de los descriptores morfológicos se consignan los siguientes criterios: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según se muestra en la **figura 3**.

El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra  $S$  con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo  $Se$  es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta



desde el pulso precedente ( $d_j$ ) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior  $e$  por lo tanto:

$$Se = d_j * e$$

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

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

A partir de las estimaciones básicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación, como la dimensión fractal (*DFrt*) empleada para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación y corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997):

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

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 estarán 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 posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:

$$Arel = 100 * \frac{(Altura\ m\acute{in}ima + \frac{Altura}{2})}{Profundidad\ del\ fondo}$$

El an\alisis de los datos se efectu3 mediante el an\alisis de componentes principales (Rencher, 1995), t\ecnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la informaci3n contenida en el conjunto original de datos, adem\as, de reducir la dimensionalidad de los datos.

Posteriormente, las caracteristicas fueron analizadas por separado las diferentes caracteristicas morfom\etricas y batim\etricas de ambas especies, como tambi\en las diferencias latitudinales que presentan estas variables.

#### **4.8 Determinar la composici3n de los principales \tems alimentarios de merluza de tres aletas en el \rea de estudio**

##### **4.8.1 Muestreo a bordo**

Se muestrearon 1.394 est3magos de merluza de tres aletas, los que fueron fijados en formalina al 10%. A bordo tambi\en fueron registrados los siguientes datos provenientes de los muestreos biol3gicos: el estado del est3mago (vac\o, evaginado y con contenido) y su grado de repleci3n (semilleno, lleno y distendido).

##### **4.8.2 An\alisis en laboratorio**

Los est3magos de merluza de tres aletas colectados en los lances de pesca fueron analizados individualmente en laboratorio. Las presas fueron identificadas al nivel taxon3mico m\as espec\ifico posible, contabilizadas y pesadas despu\es de remover el





exceso de agua con papel absorbente (peso húmedo con 0,01 g de precisión). Además, fue registrado 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.

Luego de identificada la(s) presa(s), se analizó el contenido estomacal mediante los descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980):

- **Numérico:** cada ítem de presa encontrado en los estómagos es contado y expresado en forma porcentual de total de presas de ese 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.
- **Frecuencia de ocurrencia:** es el número de veces que el ítem aparece en el total de los estómagos, expresados en porcentajes.

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

La importancia relativa (%) de cada taxón de presa fue determinada 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 de tres aletas, previamente georeferenciada, fue analizada espacialmente, de forma similar a las estratificaciones empleadas en el análisis de composición de talla.



## 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 3**.

#### 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 340 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 en el área de estudio

#### 5.2.1 Biomasa y abundancia

Las estimaciones de la biomasa de merluza de tres aletas según la relación de longitud - fuerza de blanco utilizadas se entregan en la **tabla 4**. En ella se observan biomاسas (toneladas) e intervalos de confianza ( $t_{\alpha/2; 5\%} = 1,65$ ) de 174.379 [116.933 – 231.837 ] y 237.229 [162.163-314.873].

La composición por sexo de la biomasa fue de 92.770 toneladas (53,2%) de hembras y 81.609 t (46,8%) de machos, con un aporte de la fracción adulta del 100% en hembras y el 99,2% en machos.

En la estimación de la abundancia a partir de las estimaciones de biomasa, se empleó la información de distribución de tallas y las relaciones peso - longitud (**Tabla 5**) obtenidas durante el crucero de prospección. Con estas, la abundancia estimada para una biomasa de 174.379 toneladas de merluza de tres aletas alcanzó a 172.850.700 ejemplares, que desagregados por sexo resultan en 97.655.062 ejemplares de machos (56,5%) y 75.195.638 ejemplares de hembras (43,5%). La abundancia de la fracción desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 99,6% en machos y 99,2% en hembras, indicador de la presencia de un stock esencialmente adulto durante el período y área de la prospección (**Tablas 6 y 7**).

### 5.2.2 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

Durante la prospección se evaluó un área de 1.610 millas náuticas cuadradas, con una distribución espacial (**Fig. 4**) 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. Esta característica de la distribución se puede apreciar en los ecogramas, donde se aprecia una agregación en el sentido longitudinal de 12 millas náuticas (**Fig. 5a**), mientras que en el sentido latitudinal (este-oeste) el tamaño de las agregaciones no supera las dos millas náuticas (**Fig. 5b**).

Esta situación también es observada en los parámetros del variograma, que ajustado a un modelo esférico presenta una distribución altamente estructurada que presenta un rango de 1,3 millas náuticas y el *sill* de 10.100 está compuesta en un 89% por el modelo y un 11% por el efecto pepita.



Aunque la distribución se registró a lo largo de toda el área de estudio, sus mayores concentraciones se registraron en el sector septentrional del área de prospección, lo que se reflejó en un centro de gravedad de la distribución localizado en la latitud 47°45'S (d.s. 0,8°), situación que difiere en relación con lo observado en los estudios realizados en los dos años previos, cuando las mayores densidades se concentraron en el sector central del área de estudio, como lo reflejan la localización de los centros de gravedad estimados de 48°27'S (d.s. 0,98°) el año 2002 y 49°42'S (d.s. 0,72°) el 2001. Sin embargo, teniendo en consideración los amplios desplazamientos latitudinales que efectúa este recurso durante su proceso reproductivo, la variación detectada en su distribución se pueden calificar como normales.

La concentración en el sector centro-norte del área de estudio, de la fracción principal del stock evaluado, se reflejó en el alto valor estimado para el Índice de Gini (0,96) indicador de una distribución altamente agregada, superando los valores de 0,81 y 0,88 estimados para los años 2002 y 2001, respectivamente (**Fig. 6**). Esta alta agregación del recurso puede atribuirse a su proceso reproductivo, dado que durante el período del estudio el 98% de las hembras de merluza de tres aletas muestreadas correspondieron a ejemplares en maduración tardía (51%) y en desove (47%).

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

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

##### **a) Muestreos**

Para efectos de análisis espacial fue empleada la subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002) y Córdova *et al.* (2003), la cual consiste en dividir el área de estudio en 3 áreas: Area **1** entre 47°00' y 47°29' L.S. denominada Taitao; Area **2** entre 47°30' y 48°59' L.S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Area **3** entre 49° y

51° L.S. denominada Trinidad-Concepción. Respectivamente, para cada una de las áreas fueron muestreados 644, 637 y 112 ejemplares, sumando un total de 1.393 individuos (**Tabla 8**).

#### **b) Distribución de talla en la zona de estudio, espacial y batimétrico**

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el crucero estuvo constituida principalmente de ejemplares adultos (93%) y una escasa presencia de individuos juveniles (**Tabla 8**), dentro de esta distribución se pueden apreciar dos modas de ejemplares adultos, una principal entre 50 y 60 cm y otra de menor magnitud entre los 36 y 43 cm. La fracción juvenil presentó una moda entre 25 y 33 cm. Sin embargo, las estructuras de tallas de las hembras registró una distribución más unimodal que los machos; en donde la moda principal se sustentó en la fracción adulta entre los 50 y 60 cm (**Fig. 7**), y levemente desplazada a la derecha respecto de los machos, diferencias que se refleja en la talla promedio, donde el valor en los machos fue de 45,9 cm y en las hembras de 53,1 cm.

Latitudinalmente, en las tres áreas (Taitao, Golfo de Penas-Ladrillero, y Trinidad-Concepción) las distribuciones de tallas registraron diferencias, observándose un gradiente longitudinal en la composición de la estructura, con una mayor proporción de adultos (50.- 60 cm) de ambos sexos hacia el sector norte del área de estudios (**Fig. 7**). El área intermedia, G. Penas-Ladrillero, se caracterizó por presentar dos modas adultas, una moda entre los 36 y 43 cm, con mayor participación de los machos, y otra entre los 50 y 60 cm, con mayor participación de las hembras. El área sur, Trinidad-Concepción, registró una moda de ejemplares juveniles entre 25 y 33 cm (**Fig. 7**), pero sustentado en escasas muestras (**Tabla 8**).

El análisis batimétrico de la estructura de talla al interior de cada área también registra variaciones, sin que sea posible definir algún tipo de patrón en la profundidad de distribución del recurso (**Fig. 8**). En el área Taitao, la fracción adulta fue registrada principalmente en la capa más superficial, entre 100-199 m, mientras

que en el área sur (Trinidad-Concepción), los juveniles fueron observados a mayor profundidad, entre 200-299 m. En el área intermedia, G. Penas-Ladrillero, en la capa superficial 100-199 m se registró una fuerte moda entre los 36 y 43 cm; pero en la capa de profundidad siguiente (200-299 m) la estructura cambia a una moda de mayor tamaño, entre 50 y 60 cm; estas diferencias entre ambos estratos de profundidad se explica por el aporte principal de los machos (87%) en la primera capa, y de las hembras (67%) en la segunda capa de profundidad (**Fig. 8**).

### c) Proporción sexual

En general, en el área de estudio hubo un predominio de los machos (56%), aunque con variaciones latitudinales. Así se tiene que en el área Taitao, la diferencia de proporción entre machos (52%) y hembras (48%) se estrechó, con una leve superioridad de las hembras (**Tabla 8**). Mientras en las dos áreas restantes los machos registraron una mayor presencia (60% y 64%) en las capturas respecto de las hembras.

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

La información obtenida en el crucero de investigación fue analizada respecto de las estructuras de tallas registradas en la captura comercial de la flota arrastrera, para la misma área y período de estudio (**Fig. 9**). En general, se observan diferencias en las estructuras del crucero respecto de la pesca comercial, principalmente por la presencia de ejemplares inferiores a 43 cm presentes en la estructura del crucero, tallas que estuvieron ausentes en la pesca comercial. Sin embargo, la pesca comercial capturó principalmente ejemplares adultos entre 50 y 60 cm, moda que es coincidente con la moda principal registrada en el crucero (**Fig. 9**), aspecto que principalmente se reflejó en las estructuras de tallas de las hembras. A su vez,

ambas informaciones registraron similar proporcionalidad entre machos y hembras. Estos antecedentes confirman la presencia en el 1rea de estudio de la principal fracci3n adulta (50 a 60 cm) que participa en el proceso de desove.

La presencia de ejemplares inferiores a 43 cm en el crucero de investigaci3n se explica principalmente por el empleo de una red de mediagua no selectiva. Por otro lado, el buque comercial dirige su operaci3n a capturar preferentemente ejemplares adultos de mayor tama1o, debido que dichas tallas les ofrece mejor rendimiento en la producci3n final (surimi), por tanto mejores beneficios. Esto 1ltimo se observa muy bien en la estabilidad de las estructuras de tallas registradas en los meses de julio, agosto y septiembre en la captura comercial de merluza de tres aletas en la flota arrastrera f1brica (buque surimero, **Fig. 10**); en donde no s3lo se registr3 la fuerte participaci3n de la moda entre los 50 y 60 cm, sino tambi3n la segunda moda adulta entre los 36 y 43 cent3metros.

**d) Distribuci3n de talla del crucero 2003 respecto de los cruceros de investigaci3n anteriores en la zona de estudio.**

La informaci3n obtenida en el crucero del 2003 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los dos cruceros de investigaci3n anteriores, 2001 y 2002 (Lillo *et al.*, 2002 y C3rdova *et al.*, 2003, respectivamente), efectuados para la misma 1rea con similar metodolog3a. El crucero del 2003 fue realizado en el B/C "Abate Molina"; en cambio los dos cruceros anteriores fueron realizados en un buque arrastrero f1brica (B/F "Unzen").

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas registradas en el presente estudio, y las estructuras provenientes de los cruceros anteriores registraron, en general para el 1rea de estudio, una similar moda principal de adultos entre 50 y 60 cm (**Fig. 11**). Similar valor fue registrado en la proporci3n sexual, en donde los tres a1os de cruceros se observ3 el predominio de los machos (53% a 56%) respecto de



las hembras (44% a 47%). Las principales diferencias en las estructuras de tallas en los tres años se explican por las variaciones en la proporción de juveniles presentes en la estructura del stock (**Fig. 11**).

Al analizar las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas en los tres años de cruceros de investigación registradas al interior de cada una de las áreas (subdivididas en rangos de latitud), se observan claras diferencias entre ellas (**Fig. 12**). Sin embargo, es posible registrar ciertos patrones en cada uno de ellos. La presencia de la principal moda de adultos (50 a 60 cm), que participa en el proceso reproductivo en cada uno de los años, marca las principales diferencias entre los años y las áreas. En el 2001, esta moda de adultos se registró principalmente entre los 47°30' y 51° L.S. (G. Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepción; **Fig. 12**). En el año 2002, esta moda registró una mayor amplitud en su distribución geográfica, abarcando toda el área de estudio, pero con mayor participación en el área intermedia (G. Penas-Ladrillero, 47°30' y 48°59' L.S.). Sin embargo, en el 2003 las tendencias cambiaron con respecto a los años anteriores, esta moda de adultos prácticamente se localizó en el área norte, Taitao (**Fig. 12**). Por otro lado, la presencia de las modas secundarias, tanto de ejemplares adultos de menor talla y ejemplares juveniles, tienden a aumentar en las áreas donde la moda adulta disminuyó su presencia. En esta descripción, es posible observar que las áreas que presentan distribuciones de tallas prácticamente unimodales o bimodales, pero donde la moda principal se centra en adultos de 50 y 60 cm, podrían ser indicadores de altas concentraciones del recurso en proceso de desove.

De forma similar en los tres años de cruceros, en el análisis por estrato de profundidad también se registraron diferencias entre los años (**Fig. 13**). Sin embargo, de forma similar que el análisis por área, es posible señalar que la moda principal de adultos (50 y 60 cm) tiende a localizarse preferentemente entre los 100 a 299 m de profundidad, y con mayor participación entre los 100 y 199 m; llegando a ser registradas en algunos años en capas de profundidad superficial (cruceo 2001 entre

50 y 99 m, **Fig. 13**). De forma relativamente inversa, la mayor presencia de los ejemplares adultos menores a 43 cm y ejemplares juveniles menores a 35 cm tiende hacia estratos más profundos (**Fig. 13**), en donde la presencia de la moda de adulto entre 50 y 60 cm reduce su presencia.

### 5.3.2 Estructura de edades del stock

Se colectaron 452 pares de otolitos *sagitta* de merluza de tres aletas de los cuales 223 correspondieron a machos y 229 a hembras. El número de otolitos colectado por clase de talla presenta una composición muy similar a la distribución de tallas observadas en el muestreo de longitudes (**Figura 14a**). Dentro de cada clase de talla, la composición por sexos varía según la clase que se observe, con un predominio de los machos en los intervalos menores a 59-60 cm, mientras que hacia los grupos de tallas superiores son las hembras quienes predominan (**Figura 14b**).

Durante el presente estudio, la talla de los ejemplares muestreados fluctuó entre los 28 y 62 cm en las que se observó edades entre 1 y 21 años. Los grupos de edad (GE) mayores o iguales a veinte años, se engloban en 20+ al presentarlos en la matriz, dada su escasa presencia.

En la conversión de la biomasa estimada en abundancia, se empleó la información de distribución de tallas obtenida en los muestreos de longitudes y las relaciones peso-longitud estimadas a partir de los datos de los muestreos biológicos-específicos (**Tabla 5; Fig. 15**).

La estructura por grupo de edad de machos y hembras se presenta separadamente debido al crecimiento diferencial por sexo que presenta esta especie. En las **Tablas 6 y 7** se muestra la composición por grupos de edad de la abundancia de machos y hembras de merluza de tres aletas, las que están compuestas por numerosos grupos de edades con fluctuaciones en su intensidad. A modo de



ilustración se cita lo observado en la pesquería comercial del área demersal sur austral durante el período 1997 – 2002, en donde se aprecia salvo el año 1999, una distribución multinomial de la estructura etárea, con varios máximos relativos de magnitud variable (**Figura 16**, tomado de Céspedes *et al.*, 2003). En general su estructura está compuesta por clases anuales de diferente magnitud lo que permite seguirlas en el tiempo, entregando con ello un claro aporte en el tema de estudio de crecimiento y validación de la periodicidad de los anillos de crecimiento que se determinan en cada muestra.

La estructura etárea del stock evaluado durante los cruceros de investigación (2001-2003) muestra lo que ocurre en un período particular del año, bajo ciertas condiciones metodológicas que guían su acción y que deben ser consideradas en su interpretación. Al respecto, en la **figura 17** se presentan las estructuras etáreas de ambos sexos combinadas, estimadas a partir de los datos de los cruceros de prospección (2001-2003) y de la pesquería de este recurso (2001-2002). Allí se aprecia que a lo largo del año, la estructura etárea de la captura de la flota comercial presenta una mayor proporción de los grupos juveniles y una menor participación en las edades mayores, en relación con las estructuras provenientes de los cruceros de prospección. Esto indica, que la época de ejecución del crucero coincidiría con una mayor disponibilidad de la fracción más adulta del stock.

En relación con la estructura de tallas del stock observadas durante el último trienio (**Tablas 6 y 7**), se observa que en ambos sexos la estructura de tallas del stock observada durante el presente estudio, es similar a lo observada en los años previos.

Esta especie que presenta incrementos anuales en longitud muy pequeños después de la edad 7, lo que se traduce que en un rango estrecho de tallas (46 – 60 cm) estén comprendidas un gran número de edades, hecho que como se puede apreciar en las matrices de composición por GE del stock (**Tablas 6 y 7**).

Una tendencia similar se observa en la estructura de tallas, donde en un estrecho rango de tallas están comprendidos una fracción sustantiva del stock, es así como el 40% de la fracción de machos está comprendido entre las clase de talla que abarcan desde 52 a 55 cm, mientras que el 50% en hembras está comprendida entre las talla 56 a 59 cm. (figuras en recuadro inferior izquierdo dentro de **Tablas 6 y 7**).

Las estructura de edades correspondiente a la evaluación 2003, se resume para ambos sexos en la presencia de un grupo de edad que efectúa un aporte importante y que corresponde al GE V (10% ambos sexos) y dentro del tramo desde el GE VII al XVII, cuyo componente representan el 75% de la estructura, se destacan principalmente 7 clases anuales que corresponden a GE VII; X; XII y XIV a XVII (**Fig. 17**).

Mediante bootstrapping, con iteración de la matriz de edades, tanto para machos, como para hembras y empleando 1000 recálculos se estimó la variación a que está sujeta la cifra de abundancia de cada grupo de edad. Se estimó la desviación estándar (**Tabla 9** y se presenta en la **Figura 18**, 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.

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

##### **5.4.1 Índice gonadosomático (IGS)**

El análisis macroscópico de la condición reproductiva se sustentó de 410 ejemplares (machos: 194 y hembras: 216), mayores o iguales a 36 cm de longitud total, los cuales se consideraron maduros, de acuerdo al tamaño de primera madurez sexual citado para esta especie por Córdova *et al.* (2003).

El cálculo del IGS permitió indicar el estado de desarrollo gonadal, con valores relativamente altos para ambos sexos, a excepción de las muestras obtenidas en el lance realizado hacia el sector sur del área de estudio, que estuvo representada principalmente por ejemplares de tamaños pequeños con inactividad reproductiva (**Figura 12**). El índice gonadosomático promedio fue de 17,3 para machos y de 23,9 para hembras, valores que muestran a la merluza de tres aletas en plena actividad reproductiva durante el período de estudio.

#### **5.4.2 Análisis macroscópico de estadios de madurez sexual (EMS)**

El análisis de la frecuencia de estadios de madurez sexual en machos indicó, una fracción importante de ejemplares en maduración (77%) y maduros (21%). También se observó, en menor proporción, testículos inmaduros (2%) (**Figuras 20 y 21**).

En hembras, las muestras se caracterizaron por la presencia mayoritaria de ovarios en maduración (EMS 3) (55%) y en desove (EMS 4) (38%). En menor porcentaje, aparecieron hembras inmaduras (EMS 2) (2%) y en reposo (EMS 5) (5%) (**Figuras 20 y 22**).

El análisis macroscópico de la madurez gonadal indicó que la merluza de tres aletas se encontró en plena actividad reproductiva, con un activo proceso de liberación de gametos.

#### **5.4.3 Análisis microscópico de estadios de madurez sexual (EMS)**

El examen histológico de 201 ovarios de merluza tres aletas permitió visualizar el estado de desarrollo gonadal, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual establecidos para esta especie en Pájaro y Machi (2001). Los análisis histológicos de investigaciones anteriores indicaron que la merluza de tres

aletas se caracterizó por presentar un patrón de desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con desoves parciales sucesivos en corto tiempo y una fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002 y Córdova *et al.*, 2003).

La incidencia de EMS microscópicos indicó, una fracción importante de hembras en maduración tardía (EMS 3) (51%) y en desove (EMS 4 y 5) (47%), respecto a ovarios en la condición de inmaduro (EMS 1) (1%) y desovados (EMS 6) (2%). No se observó atresia ovárica (**Figura 23 y 24**).

La baja incidencia de hembras desovadas (EMS 6) y la ausencia de ovarios con ovocitos en proceso de reabsorción y degeneración (atresia), permiten indicar que durante el período de recolección no hubo una tendencia hacia la declinación de la actividad reproductiva.

Según el análisis microscópico de los ovarios, la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en plena actividad reproductiva, en estado avanzado de desarrollo gonadal y en procesos de desove, sin visualizarse una tendencia hacia la disminución de la actividad.

#### **5.4.4 Dinámica ovárica y tipo de desove**

Para visualizar la dinámica ovárica de la merluza de tres aletas se analizó la distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos presentes en ovarios diagnosticados histológicamente como inmaduro (EMS 1), en desarrollo tardío (EMS 3), hidratado y en desove (EMS 4), con desove parcial (EMS 5) y desovados (EMS 6), caracterizando el proceso de maduración del ovario (**Figura 25**).

En los ovarios inmaduros se observó sólo un grupo modal de ovocitos previtelogénicos de pequeño tamaño, en un rango aproximado de 25 a 175 micras aproximadamente. En ovarios en maduración tardía (EMS 3), además del grupo de



ovocitos previtelogénicos de ovarios inmaduros, se observó un segundo grupo modal bien definido de ovocitos vitelogénicos de mayor tamaño, de diámetros entre 300 y 925 micras aproximadamente. En este estado de maduración gonadal queda claro el patrón sincrónico de desarrollo ovocitario de la merluza de tres aletas. En ovarios en la condición de desove (EMS 4), se mantienen los dos grupos modales antes mencionado, apareciendo un tercer grupo de menor magnitud, representado por ovocitos hidratados de gran tamaño, sobre 1.000 micras, los que se encuentran listos para ser desovados. En ovarios con desove parcial (EMS 5), desaparece el grupo de ovocitos hidratados de gran tamaño, los que ya fueron expulsados, quedando algunos ovocitos residuales, manteniéndose los grupos modales de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos de mayor tamaño, a partir del cual se originaran los siguientes subgrupos de ovocitos hidratados para los desoves parciales sucesivos. En ovarios desovados (EMS 6), el grupo de ovocitos vitelados de la moda más avanzada ha sido ovulado, quedando sólo unos pocos ovocitos residuales que serán reabsorbidos. La moda de ovocitos previtelogénicos pequeños se mantiene y constituye el stock de ovocitos para el siguiente período reproductivo.

Cabe hacer notar que el proceso de hidratación ocurre en una fracción del total de ovocitos vitelados que componen la moda más avanzada, dejando de manifiesto el carácter de desovador parcial con fecundidad anual determinada.

#### **5.4.5 Ojiva de madurez**

El ajuste de la ojiva de madurez se basó sobre la información microscópica de 216 hembras colectadas durante este crucero, en conjunto con 1.109 registros de madurez provenientes de los cruceros de evaluación de 2001 (Lillo *et al.*, 2002) y 2002 (Córdova *et al.*, 2003), estimándose con un coeficiente de determinación de 0,99, la talla de primera madurez sexual en 36,6 cm de longitud total.



La proporción de hembras sexualmente maduras por intervalo de longitud se grafica en la **figura 26**, con longitudes entre 22 y 64 cm de longitud total. La hembra madura más pequeña midió 31 cm y desde los 41 cm de longitud total prácticamente el 100% de las hembras se encontraron maduras.

#### **5.4.6 Fecundidad**

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

Para el cálculo de fecundidad se analizaron 124 ejemplares con un rango de tamaños de 40 a 62 cm de longitud total. La fecundidad total fluctuó entre 119.842 y 1.340.841 ovocitos, con un promedio de 733.540 ovocitos (d.s. 307.669). La fecundidad relativa promedio se estimó 703 ovocitos por gramo de peso corporal (d.e. 253), con un mínimo de 174 y un máximo de 1.981 ovocitos. La relación entre la fecundidad y el peso corporal presentó un mejor ajuste que cuando se relacionó con la longitud total (**Figuras 27 y 28**).

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

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 78,9% de merluza de tres aletas, 10,9% de merluza del sur y 5,5% de merluza de cola, contribuyendo estos tres recursos con el 95,3% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por un 4,0% de jibia (*Dosidicus gigas*) y un 0,7% de reineta (*Brama chilensis*) (**Tabla 10**). Al considerar sólo la fauna acompañante, la merluza del sur representó el 51,6%, seguido de la merluza de cola con el 26,3%, la jibia que aportó el 18,9% y finalmente la reineta cuya contribución ascendió al 3,2% de la captura en peso.



La distribución espacial de la fauna acompañante obtenida a partir de los lances de pesca de identificación de ecotrazos (**Fig. 29**), muestra que en el sentido longitudinal (norte-sur) tanto la merluza del sur como la merluza de cola registran su mayor presencia en el sector centro-norte del área de estudio, con una distribución muy similar a la registrada para la merluza de tres aletas, situación que se repite en el sentido batimétrico.

Una situación diferente se observó en el caso de la jibia, por cuanto esta se registró sólo en las cercanías de los límites norte y sur de la zona de estudio, mientras que la reineta aunque en bajos niveles, estuvo presente a lo largo de toda la zona de estudio (**Fig. 29**).

## **5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas**

Se procesaron y estimaron las características morfométricas y batimétricas de 107 agregaciones correspondientes a merluza de tres aletas, información extraída de las transectas de prospección acústica y lances de reconocimiento.

### **5.6.1 Características de las agregaciones de merluza de tres aletas**

En la **Tabla 11** se entregan los estadísticos estimados los descriptores morfológicos y morfométricos de las 107 agregaciones de merluza de tres aletas registradas durante el crucero.

#### **a) Descriptores morfológicos**

Longitud de la agregación (**Fig. 30**): se registró en un rango que fluctuó entre los 37 y 11.104 m. Su valor promedio fue de 1.776 m y su mayor frecuencia relativa se centró en los 1.000 m. (7,5%). Sobre este valor se registró el 51% de las agregaciones.

Altura promedio de las agregaciones (Fig. 31): su promedio se estimó en 31,2 m, presentando dos máximos relativos centrados en 28 y 36 m. El 50% de las observaciones se ubicó entre los 24 y 38 m de altura.

Area de las agregaciones (Fig. 32): este descriptor presentó un rango de valores que abarcó desde los 653 m<sup>2</sup> hasta los 444.665 m<sup>2</sup>, con un promedio de 65.831 m<sup>2</sup>. La distribución de frecuencia de este descriptor muestra la presencia de dos máximos relativos centrados en 10.000 y 15.000 m<sup>2</sup>, rango en el cual se ubica el 25% de las observaciones, mientras que un 20% de las observaciones correspondieron a agregaciones de tamaño superior a los 100.000 m<sup>2</sup>.

Perímetro de las agregaciones (Fig. 33): se registró en un rango entre 231 y 56.043 metros, con una distribución de frecuencia desplazada hacia el sector izquierdo de la curva. La máxima frecuencia, con un máximo relativo centrado en el rango de 2.000 metros al que concurren el 14,1% de las observaciones. El 20% de las agregaciones presentó perímetro sobre los 10.000 m.

Elongación de la agregación (Fig. 34): los valores de este descriptor fluctuaron entre 1 y 374 presentando un valor promedio de 56. La distribución de frecuencia de este descriptor presenta una moda principal en el valor 25, aunque observando la distribución se aprecia un grupo importante que se distribuye entre los valores 25 y 55 (47% de las observaciones). Al igual que en los descriptores área y perímetro un 20% de las observaciones presentaron valores altos, en este caso sobre 90 en la relación de aspecto largo/alto.

Dimensión fractal (Fig. 35): este descriptor que refleja el grado de cohesión de los peces que conforman la agregación, fluctuó desde 1,06 a 1,65, un promedio de 1,36 reflejando una tendencia a conformar agregaciones cohesionadas, que podrían asociarse al proceso reproductivo en curso. En la distribución de frecuencia es posible observar dos grupos, uno que se extiende entre 1,10 y 1,30 asociado a una



moda secundaria de 1,25 que corresponderían a agrupaciones bien compactas o cohesionadas, y el otro grupo asociado a la moda principal de 1,45.

## **b) Descriptores batimétricos**

Profundidad promedio (Fig. 36): las agregaciones de merluza de tres aletas se distribuyeron en profundidades que fluctuaron entre los 112 y 420 m de profundidad. En la distribución de frecuencia del descriptor es posible observar la presencia de dos grupos, uno principal que se encuentra entre los 120 y 290 m (65% de las observaciones) con modas de similar importancia en los 200 y 230 m y otro grupo que se distribuye por sobre los 300 m. de profundidad con una centrada en los 360 m.

Profundidad del fondo (Fig. 37): los fondos en que se detectaron las agregaciones fluctuaron entre los 120 y 1.200 metros de profundidad, aunque la mayor proporción de las agregaciones (85%) se concentraron en profundidades menores a los 600 metros, esto es, asociado a la plataforma y talud continental.

Índice de altura (Fig. 38): este descriptor que permite ubicar la posición de las agregaciones en la columna de agua con respecto al fondo del mar, presentó una distribución donde el 50% de las observaciones presentó un índice de altura con un valor inferior a 25, es decir que en la columna de agua, estas agregaciones se localizaron en el sector más cercano al fondo. Vale mencionar que un valor cercano a 0 indica una distribución bento-demersal mientras que 100 una distribución pelágica. Además se observa la presencia de otro grupo a ubicarse sobre la mitad de la columna de agua, los que representan el 19% de las agregaciones.

### **5.6.2 Análisis de los descriptores**

Con el objeto de comparar la existencia de variaciones latitudinales en los valores de los descriptores tanto morfológicos como batimétricos de acuerdo a las

diferentes latitudes, se calcularon los valores promedios, máximo y mínimos de éstos para cada latitud (**Tabla 12**). Además se calculó la mediana, “cuartil 25” y “cuartil 75” de cada descriptor por latitud. La latitud referida en las tablas y gráficos comprende todo el grado, es decir la latitud  $47^\circ$  comprende desde los  $47^\circ 00'$  hasta los  $47^\circ 59,99'$ .

En la **Tabla 13** se entregan los resultados del análisis de varianza (ANDEVA) realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud (datos previamente normalizados). De acuerdo a esto, los descriptores morfológicos no presentarían diferencias significativas entre latitudes, aun cuando visualmente se pueda apreciar una tendencia a la presencia de agregaciones de mayor longitud, altura, área y elongación a medida que aumenta la latitud (**Fig. 39** a **Fig. 43**), solamente el descriptor dimensión fractal presentaría diferencias entre latitudes, presentando un menor valor (**Fig. 44**).

Una situación diferente se observa en los descriptores profundidad promedio e índice de altura de las agregaciones, que presentan ambas un gradiente latitudinal significativo en la zona de estudio, situación que no ocurre con el descriptor profundidad del fondo. En el descriptor profundidad promedio (**Fig. 45**) las agregaciones presentan una menor profundidad hacia el sector norte de la zona de estudio (Lat.  $47^\circ$ ) y se profundizan hacia el sur. El índice de altura (**Fig. 46**) muestra una tendencia del recurso a ubicarse mas cerca del fondo a medida que aumenta la latitud, situación que resulta por un lado de la distribución batimétrica del recurso y por otro, que la profundidad promedio del fondo donde se registraron agregaciones no varía latitudinalmente (**Fig. 47**), se traduce entonces que el índice de altura presente un gradiente latitudinal significativo.

Finalmente, se puede señalar que en esta oportunidad se registró un leve aumento en la profundidad promedio de las agregaciones (13%), junto a una disminución en la profundidad promedio del fondo en que se detectó agregaciones disminuyó. Consecuencia de lo anterior, el descriptor índice de



altura fue menor es decir, este año las agregaciones detectadas se distribuyeron mas cerca del fondo.

### 5.6.3 Análisis de componentes principales

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 11**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones de merluza de tres aletas.

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes entre las variables morfométricas tales como largo-área, largo-perímetro, área- perímetro y largo-elongación de las agregaciones respectivamente, presentando correlaciones bajas con el resto de las variables (**Tabla 14**). En las variables batimétricas la asociación más fuerte la presenta la profundidad del fondo con el índice de altura. La profundidad de agregaciones y la variable dimensión fractal no presentan una correlación fuerte con ninguna de las variables consideradas.

En la primera aplicación del análisis de componentes principales (ACP), se utilizaron todas las variables originales como activas, calificando cuatro componentes principales según el criterio de selección de Kaiser (Vivanco, 1999), éstos en conjunto explicaban el 91% de la variabilidad total, sin embargo, el valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) fue de 0,544 el cual es insuficiente (Hair *et al.*, 1999), siendo un valor recomendado de MSA sobre 0,6 para la aplicación de este tipo de análisis.

Posteriormente, al trabajar con ocho variables originales se logró un valor de MSA de 0,607 al dejar fuera la variable profundidad de agregaciones, calificando 3 componentes los que explicaban el 88% de la variabilidad total. En general en este segundo proceso el valor de MSA aumentó al eliminar una a una las variables



batimétricas, sin embargo se eliminó profundidad de agregaciones debido a su baja correlación con le resto de las variables.

Finalmente en una tercera aplicación de ACP se obtuvo valores satisfactorios al trabajar con siete variables originales. Al inutilizar la variable dimensión fractal junto a profundidad de agregaciones se obtuvo un valor final de MSA de 0,62.

El análisis de componentes principales entregó un total de siete componentes. Los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los componentes se entregan en la **Tabla 15**.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999). Los componentes 1 y 2 cumplen tal condición explicando en conjunto el 82,3% de la variabilidad total. La representación gráfica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **figura 48**. El componente de mayor importancia es el componente 1 el que presenta un valor propio de 3,78 y explica el 54,0% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,98 y explicando el 28,2% de la variabilidad.

La **Tabla 16** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el área, largo, perímetro y elongación presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, resultando que ésta involucra principalmente a los descriptores morfométricos de las agregaciones, por lo que se le denominó componente morfométrico.

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



La representaci3n gr1fica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **figura 49**. En ella se aprecia una fuerte asociaci3n de las variables 1rea, per3metro y largo con el componente morfom3trico, estando todos orientados hacia la misma direcci3n. Tambi3n se observa otro grupo orientado en el sentido positivo de la variable batim3trica, a la que concurren la profundidad del fondo y el 3ndice de altura, ambos orientados en la misma direcci3n, lo que indica una proporcionalidad directa entre ellos. Las variables altura de agregaciones y elongaci3n, si bien se ubican en el sector positivo del componente morfom3trico, es decir que agregaciones m1s grandes presentan mayor elongaci3n y mayor altura, ambas se ubican en posiciones opuestas en el eje del componente batim3trico, lo que implica que a agregaciones de mayor altura el valor de elongaci3n disminuir1.

Posteriormente y a fin de obtener un tipo de relaci3n entre la componente morfom3trica y la respuesta ac3stica de las agregaciones de esta especie medida en energ3a retrodispersada ( $S_a$ ), se asoci3 el valor del componente morfom3trico (VCM) para cada agregaci3n dado por los coeficientes obtenidos en la matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales (**Tabla 16**), con su correspondiente valor de  $S_a$ . La ecuaci3n utilizada para el c1lculo del VCM fue:

$$VCM = 0,32*fondo+0,96*largo+0,60*alto+0,93*perim+0,96*1rea+0,72*elon+ 0,29*IndAlt$$

Posteriormente se busc3 la mejor relaci3n entre ambos factores, resultando una relaci3n de car1cter potencial entre los valores logaritmizados de los  $S_a$  con sus respectivos VCM para cada agregaci3n. Reemplazando los valores de los coeficientes de  $a$  y  $b$  de la regresi3n, se obtuvo la ecuaci3n:



$$\text{Log (Sa)} = 0,9080 * \text{VCM}^{0.8725}$$

Con un coeficiente de determinación  $r^2 = 0,3478$  (**Fig. 50**).

En relación a los resultados obtenidos el año anterior, esta vez aun cuando el número de componentes principales disminuyó en uno, el porcentaje de variabilidad explicada fue mayor, explicándose en esta oportunidad un 82,3% contra un 78,2% con la participación de tres componentes el año pasado. La principal diferencia es la exclusión de la variable profundidad de agregaciones, la cual el año anterior fue incluida provocando que el tercer componente estuviera correlacionado fuertemente con este descriptor. Este año tampoco se consideró la variable dimensión fractal, la cual el año anterior (al igual que ahora) no presentó buena correlación con ninguno de los componentes principales.

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

En laboratorio fueron analizados 98 estómagos (22%, **Tabla 17**) de merluza de tres aletas, proveniente de 452 individuos muestreados a bordo del crucero de investigación; de los cuales 252 estómagos (56%) registraron la condición vacío (**Tabla 17**). El área con mayor número de estómagos analizados en laboratorio fue G. Penas-Ladrillero con 72 muestras.

En total se identificaron cuatro ítems alimentarios que forman parte del espectro trófico de la merluza de tres aletas, de los cuales dos correspondieron a peces, uno a crustáceos y otro a cefalópodos. La dieta principal de merluza de tres aletas, según los indicadores numérico, gravimétrico y frecuencia, fue *Euphausia mucronata* (eufáusido), seguido de mictófidios (*Diaphus sp.*). El ítem cefalópodo registró escasos valores en la dieta (**Tabla 18**).





El índice de importancia relativa (IRI), en cuya estimación se utilizan los tres indicadores antes mencionados (frecuencia, numérico y gravimétrico) confirma que la dieta principal de merluza de tres aletas en el período de estudio fue eufáusido (89% IRI, **Tabla 19**), seguido de *Diaphus sp.* (mictófidó, 9% IRI), lo que señala que la principal fuente de alimento para la merluza de tres aletas lo constituyen el zooplancton y peces pequeños luminiscentes.

La información de la dieta de merluza de tres aletas del presente estudio fue analizada respecto los resultados de contenido estomacal provenientes de dos cruceros de investigación realizados en el 2001 y 2002 (Lillo *et al.*, 2002 y Córdova *et al.*, 2003, respectivamente). La dieta de merluza de tres aletas entre los años 2002 y 2003 confirman como presa principal a eufáusido; y en segundo orden al grupo de los mictófidós (**Tabla 20**). Otros crustáceos del zooplancton también han sido registrado en la dieta, por ejemplo copépodos, anfípodos y camarón (*Pasiphaea*). Sin embargo, el año 2001 registró mayor variación en la dieta, resaltando la presencia de Salpa (16% IRI) y sifonóforos, especies gelatinosas del zooplancton. No obstante, la información de alimentación de merluza de tres aletas entre los años 2002 y 2003, permite registrar que el balance de la dieta estaría más orientado a crustáceos del zooplancton (**Tabla 20**)

Por otro lado, el registro de tres años de información de estudios de contenido estomacal de merluza de tres aletas muestran que la incidencia de encontrar estómagos con contenido dentro de la captura es escasa (8% en el 2001; 13% en el 2002 y 24 % en el 2003, **Tabla 20**); siendo lo más probable encontrar un alto porcentaje de estómagos vacíos. Estos antecedentes, sugieren que durante el período reproductivo esta especie disminuiría su comportamiento reproductivo.



## 5.8 Taller de Difusión y Discusión Metodológica

Con el propósito de dar cumplimiento a una actividad comprometida en el proyecto se organizó un taller de difusión y discusión metodológica (**Anexo 1**). Esta actividad se desarrolló el día jueves 4 de marzo en el Auditorio del Instituto de Fomento Pesquero.

### 5.8.1 Resúmenes de las presentaciones

El Jefe de Proyecto Ing. Sergio Lillo inició la exposición presentando la distribución espacial de la merluza de tres aletas en las aguas circundantes y adyacentes al sur de América del sur, a continuación entregó información sobre la pesquería: los desembarques en Chile (1990-2003), la composición de las tallas, áreas de operación e indicadores de rendimiento de la flota. A continuación, señaló los objetivos del proyecto, la zona estudiada, la embarcación, la red y el equipamiento utilizado, el diseño de la prospección y del muestreo empleado. Se presentó la distribución de las transectas acústicas y los lances de pesca. Describió el método empleado para estimar la biomasa y los índices usados para describir la distribución espacial del stock.

La biomasa estimada es de 174.379 toneladas de merluza de tres aletas, empleando la relación longitud-TS ( $TS=20 \cdot \log(\text{talla})-68,5$ ) determinada por Lillo *et al.* (1996). La composición por sexo de la biomasa contempló un 53,2% de hembras y un 46,8% de machos, correspondiendo el 99,91% de la biomasa a ejemplares adultos. Además, se entregó la estimación de la biomasa empleando la relación longitud-TS de Monstad *et al.* (1992) esta es de 237.229 toneladas. El Investigador indicó que con éstas se obtienen diferentes valores de biomasa, donde el último valor debe ser tomado con precaución pues la fuerza del blanco sobrestimaría la biomasa en niveles del 30%.

Las estimaciones de la biomasa efectuadas en el último trienio muestran una tendencia decreciente 174.379 (año 2003), 196.218 (año 2002) y 218.000 (año



2001). Una situación similar se observa en la estimación de la abundancia que disminuye de 269 millones de ejemplares en el año 2001 a 173 millones el 2003.

En relación a la distribución espacial, la merluza de tres aletas, ésta presenta características típicas para este recurso, esto es una estrecha franja asociada a la plataforma y el talud continental. Las agregaciones presentan una extensión latitudinal (este-oeste) pequeñas (1,5 mn) y longitudinal (norte-sur) más extensa (e.g. 12 millas náuticas), singularidad de las agregaciones que favorece su captura y explica los altos rendimientos de pesca que se observan en esta pesquería. El recurso presenta un alto grado de agregación que está asociado al proceso reproductivo y se refleja en un índice de Gini de 0,96.

El estudio de las agregaciones y sus componentes son analizadas por el ing., A. Saavedra e 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 107 agregaciones, estimándose su valor medio y desviación estándar. Un análisis detallado de las componentes principales muestra que los dos primeros componentes explican el 82,26% de la variabilidad; en el primero participan las características morfométricas y en el segundo las batimétricas. Se registró la existencia de una relación significativa entre la energía acústica ( $S_a$ ) y las características morfométricas de las agregaciones. Al subdividir el área de estudio en tres subáreas con una extensión de un grado de latitud y analizar en cada una de ellas la evolución latitudinal de cada descriptor, se observó que existen diferencias significativas en el gradiente latitudinal, para el índice de altura, la dimensión fractal y la profundidad de las agregaciones.

En cuanto a la captura obtenida durante el crucero, la merluza de tres aletas representó el 78,1%, la merluza del sur el 11,0%, la merluza de cola el 5,7%; la jibia el 4% y la reineta el 0,7% de los lances. Se entrega también, la distribución



batimétrica y latitudinal de las especies que conforman la fauna acompañante de esta merluza.

El Biólogo Marino, Renato Céspedes, especialista en el seguimiento y conocimiento del pulso histórico de la pesquería, presentó la estructura de talla del stock y la proporción sexual de la merluza de tres aletas. El análisis de los datos fue tratado en forma georreferencial y los datos comparados con los resultados obtenidos en los cruceros realizados en los años 2001-2002. Los resultados indican que en el periodo de estudio, la estructura de talla de la población desovante es principalmente adulta, manteniéndose relativamente estable con una moda principal entre los 50 y 60 cm y donde los machos representaron el 56% de la proporción del stock. Los ejemplares de las tallas entre 50 y 60 cm corresponden a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar en forma estable; aun cuando con variaciones en la localización del centro de gravedad de su distribución espacial entre años. En el año 2003, la fracción adulta migratoria se localizó principalmente hacia el norte de la zona de estudio (Taitao) en un área reducida, mientras que en los años anteriores 2001 y 2002, ésta se localizó más al sur.

La encargada de la componente de edad de estos recursos, la Ing. Vilma Ojeda señala que para el caso de la merluza de tres aletas se analizaron 452 pares de otolitos sagitta (223 machos y 229 hembras). El stock de merluza de tres aletas presentó una estructura etárea comprendida desde los 1 a 21 años y dentro de ella destacó la dominancia de los grupos de edades V, XII, XIV y XV; que contribuyeron con el 42,2% de la abundancia del stock.

El Biólogo Eduardo Díaz, especialista en aspectos reproductivos del género señaló que el índice gonadosomático era de 17,3 para los machos y 23,9 para las hembras. Durante el periodo de la prospección y el área de estudio la merluza de tres aletas se encontraba en un proceso de desove activo, con el 47% de los ejemplares en desove y el 51 % en maduración tardía, pertenecientes a los estadios de madurez sexual 3, 4 y 5. Las estimaciones de la fecundidad promedio y relativa fueron de



733.540 ovocitos y 703 ovocitos/gramo de pez corporal. La talla media de madurez sexual se estim3 en 36,6 cm de longitud total, considerándose en su estimaci3n datos obtenidos en los 3ltimos tres a3os.

El Sr. C3spedes present3 los resultados de los an3lisis de contenido estomacal. Se muestrearon 452 est3magos; s3lo el 24,3 % se encontraba con contenido estomacal, el 16,4% evaginado, el 55,8% vac3os y un 3% sin determinar. Estos resultados muestran que la merluza de tres aletas en el periodo de actividad productiva presenta baja actividad alimentaria. Su dieta se caracteriz3 por ser planct3faga tipo carcin3faga y basada principalmente en *Euphausia* en crust3ceos y *Diaphus* en mict3fidos.

### **5.8.2 Panel de discusi3n**

Luego de la introducci3n y presentaci3n de los resultados, se efectu3 un panel de discusi3n general de los resultados obtenidos en la evaluaci3n hidroac3stica de la merluza de tres aletas. En esta discusi3n, especial relevancia tuvieron los aspectos metodol3gicos desarrollados en el proyecto.

#### **5.8.2.1 Aspectos operacionales**

Se consult3 sobre la capacidad operativa del B/C "Abate Molina" para efectuar el crucero de evaluaci3n hidroac3stica y el impacto que puede tener en los resultados del proyecto el cambio de embarcaci3n. Se se3al3 que por las caracter3sticas de distribuci3n espacial y comportamiento del recurso durante su proceso de desove, el cambio de embarcaci3n durante la prospecci3n no deber3a provocar un impacto relevante en los resultados de la misma. No obstante lo anterior, la participaci3n de una embarcaci3n del tama3o del B/C "Abate Molina" debe considerar un aumento en el factor de reducci3n meteorol3gica.



Adem1s, al emplear embarcaciones de pesca industrial que reciben una subvenci3n a trav1s de una cuota de pesca, un aspecto operacional importante a se1alar es que se debe conciliar la ejecuci3n de la prospecci3n ac1stica y sus lances de identificaci3n con los lances de pesca comerciales de la embarcaci3n.

### **5.8.2.2 Dise1o de la prospecci3n**

El objetivo general del proyecto es evaluar el stock desovante de la merluza de tres aletas en el periodo de m1xima actividad reproductiva. Para el dise1o de la prospecci3n se requiere conocer la din1mica espacial y temporal del recurso y la reproductiva. En tal sentido se emplea como indicador del estado reproductivo el 1ndice gonadosom1tico (IGS), informaci3n que proviene del monitoreo de la pesquer1a y los resultados del IGS indican que el mes m1s adecuado para efectuar la prospecci3n es agosto. Debe hacerse notar que la determinaci3n de la fecha del crucero est1 limitada adem1s por la disponibilidad de la embarcaci3n a utilizar.

Una manera diferente de abordar el dise1o de la prospecci3n es efectuar diversos cruceros sucesivos en el periodo reproductivo, lo que permitir1a disponer de una ventana temporal m1s amplia, disminuyendo el riesgo de efectuar el crucero desfasado del m1ximo del periodo reproductivo, pero aumenta el costo del proyecto, duplic1ndolo o triplic1ndolo dependiendo de la duraci3n del crucero y las actividades que se deben efectuar.

### **5.8.2.3 Aspectos biol3gicos**

En relaci3n a la edad se propuso aumentar el n1mero de otolitos analizados especialmente en las edades extremas. Se comentaron las ventajas de efectuar un muestreo proporcional a la talla o fijo de los otolitos. Por otro lado, se indic3 que ser1a interesante efectuar otros estudios sobre el crecimiento de la merluza de tres aletas. De lo mismo, se comenta que IFOP dispone de una otoliteca, pero no se precisa sobre el tipo de estudio que se deber1an efectuar.



En relación a la estructura de talla se señaló que es ponderada por las capturas y que los lances están estandarizados. Preocupa la variabilidad espacial del recurso y la representatividad del muestreo. Al emplear una embarcación científica como el B/C “Abate Molina” en el diseño de muestreo los lances de pesca se distribuyen de modo de tener una amplia cobertura del área. Al utilizar un buque pesquero se efectúa un mayor número de lances pero el hecho que la embarcación opere también en forma comercial hace que se produzca una cierta agregación de los lances en las zonas de mayor concentración. En este caso, el jefe científico del crucero y el capitán de la embarcación industrial deben efectuar una ejecución del crucero consensuando el diseño del crucero de investigación con el desarrollo de la actividad comercial.

En relación al desove de la merluza de tres aletas se consultó sobre las tallas que más aportan a la fecundidad; sobre el periodo en que se determina la talla de 1° madurez; los sesgos que pueden afectar al estimador y sobre el tipo de ajuste estadístico que se efectúa.

Con respecto a la alimentación, surge la consulta a cerca de que sería interesante identificar la especie de eufáusidos, se señala que éstos son Mucronata. Además, se plantea que sería importante conocer el comportamiento trofodinámico en el ciclo anual de la merluza de tres aletas, para mejorar el conocimiento del recurso; se señala que la limitante para efectuar este tipo de estudio es disponer de los recursos financieros suficientes.

#### **5.8.2.4 Biomasa**

Se postula que de no existir antecedentes específicos de la fuerza del blanco (TS) de la merluza de tres aletas se adopta la utilizada por otras especies. Se consulta si es más recomendable emplear la TS de la merluza común o del blue whiting. Se indica que con la aplicación de distintas relaciones TS se obtienen diferentes valores



de biomasa, pero éstas presentan la misma tendencia. Se indica que las mediciones de TS de los gádidos estimadas por diversos especialistas y lugares del orbe han ido convergiendo, a diferencias de lo que sucede en Nueva Zelandia, donde la TS se calcula por métodos indirectos. Se señala además que la TS influye en términos de estimaciones absolutas de biomasa, pero que en términos relativo las tendencias estimadas son un buen indicador del tamaño del stock.

Se recalca sobre la importancia que tiene el resultado de la evaluación hidroacústica en la administración de la pesquería, debido a que se emplea anualmente en la estimación de la CTP. En este contexto, se señala que en el año 2002 se propuso una cuota preliminar, la que se ajustó cuando se tuvo el resultado de la biomasa hidroacústica.

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 a determinar uno para la pesquería demersal austral del país.



## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

La evaluaci3n de la merluza de tres aletas abarc3 el 1rea de la plataforma continental comprendida entre los 47° y 51° de latitud sur. Aunque es posible suponer que una fracci3n del stock se hubiese encontrado fuera del 1rea de estudio durante el per3odo de la prospecci3n, los registros de la principal nave comercial que participa en la pesquer3a se1alan que 1sta se mantuvo operando durante pr1cticamente todo el per3odo del estudio en el sector comprendido entre las latitudes 47° y 48°S. Lo anterior, permitir3a asumir que la fracci3n del stock al sur del 1rea de estudio era de baja densidad representando una proporci3n marginal del mismo.

La prospecci3n efectuada durante el presente estudio se efectu3 utilizando como plataforma de trabajo el B/C “Abate Molina”, a diferencia de los estudios previos que se desarrollaron a bordo de buques comerciales que operaron durante el per3odo del crucero tanto como buque de investigaci3n como comercial. En el presente estudio, la prospecci3n ac3stica se efectu3 en su totalidad y se realizaron trece lances de pesca de identificaci3n de los cuales nueve fueron positivos, capturando de manera adecuada la estructura de tallas de la fracci3n del stock presente en el 1rea de estudio. Al respecto, cabe se1alar que siete de los lances positivos se efectuaron en el sector comprendido entre las latitudes 47° y 49° S, sector que contribuy3 con el 85% de la biomasa evaluada.

El an1lisis de la composici3n de las estructuras de tallas estimadas a partir de los muestreos de la flota comercial y de los lances de identificaci3n (**Fig. 9**), la estructura obtenida en el B/C “Abate Molina” presenta un mayor rango de tallas (23-62 cm) en comparaci3n a la observada en la estructura comercial (38-64 cm), hecho que podr3a ser atribuido al uso de cubrecopo en la red del B/C “Abate Molina” y que al ser comparadas ambas distribuciones mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov



resultaron ser estadísticamente diferentes. Lo anterior, muestra que la estructura de tallas obtenida a partir de los lances de pesca de identificación representaría de manera adecuada al stock evaluado. Cabe señalar, que en la comparación antes descrita sólo se consideró el período de la prospección y el área comprendida entre las latitudes 47°S y 49°S, que es donde operó el buque comercial.

En relación con lo anterior, Young (Informe Técnico manuscrito), empleó un procedimiento de simulación que considera varios escenarios de muestreo en el marco del diseño en dos etapas, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y las unidades de segunda etapa a los ejemplares, utilizando para este efecto los datos correspondientes al crucero de evaluación del año 2002. El análisis se efectuó mediante la comparación de las estructuras, de talla estimadas con cada una de las muestras con la estructura de talla poblacional a través de un índice de error (Andrew & Chen, 1997), el cual promedia los desvíos cuadráticos acumulados a través de todas las tallas entre la distribución de frecuencia de longitud “poblacional” y aquellas construidas con las muestras.

Los resultados obtenidos mostraron que el índice error empleado para evaluar la similitud entre la distribución de tallas que se asumió como población referencial y aquellas estimadas con las diferentes combinaciones de tamaños de muestra de primera (lances) y segunda etapa (ejemplares), muestra una rápida disminución hasta tamaños de muestra de 30-50 ejemplares por lance y por sobre los 80 ejemplares por lance la ganancia en precisión es marginal. De igual manera, el índice presenta una declinación importante entre 2 y 14 lances muestreados y sobre dicho número la tasa de declinación es bastante menor.

De los resultados obtenidos, se desprende la necesidad de enfatizar que la precisión de las estimaciones de la estructura de tallas, las tallas medias y proporción sexual resultaron ser mucho más sensible a variaciones en el número de lances muestreados que a variaciones del número de ejemplares medidos al interior del

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

Los muestreos efectuados durante el presente estudio, en lo que respecta al número de lances y ejemplares muestreados al interior de cada lance, se ubicó en el rango en el cual la ganancia en precisión presenta una tendencia a estabilizarse frente a un aumento del esfuerzo de muestreo (**Fig. 51**), dado que la mayor variación del índice se produce al aumentar de 2 a 6 el número de lances muestreados y una reducción significativa en la ganancia en precisión al aumentar el número de lances, de igual manera se aprecia que sobre los 100 ejemplares por lances el ganancial en precisión es marginal. Por otra parte, la estimación de la talla media es mucho menos sensible a la reducción del tamaño de muestra ya que con muy pocos ejemplares medidos se garantizan niveles adecuados de precisión, se observa en la figura que con dos lances muestreados y 10 ejemplares medidos por lance ya se garantizan coeficientes de variación inferiores a un 8%. Por lo que se puede concluir, que la reducción del número de lances no tiene un impacto importante en la estimación de las estructuras de tamaños de los cardúmenes de merluza de tres aletas.

Durante el presente estudio, se estimaron dos valores de biomasa **a)** 174.379 [119.423 – 229.334] y **b)** 237.229 [161.404-313.054] toneladas de merluza tres aletas. El primer estimado de biomasa se obtuvo a partir de la relación talla-fuerza de blanco estimada por Lillo *et al.* (1996) para *Merluccius gayi*, mientras que la segunda fue a partir de la relación señalada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), relación esta última que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelandia (Hanchet, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997). Sin embargo, sin desestimar esta última relación ella debería ser considerada con precaución, pues Hanchet (2000) citando a Rose (1998), señala que la relación de fuerza de blanco propuesta por Monstad (1992) sobreestimaría la biomasa en niveles del 30%. En este escenario las estimaciones



mediante métodos hidroacústicos de la biomasa de la fracción desovante del stock de merluza de tres aletas deben ser consideradas como un indicador del tamaño del stock, mientras no se tenga una relación TS-talla de la especie objetivo, actividad difícil de efectuar debido a su comportamiento gregario. Esta situación se repite en aquellos recursos de hábitos gregarios, lo que hace difícil llevar a cabo mediciones de este tipo y se puede citar como ejemplo lo descrito por Godø *et al.* (2002) quienes en experimentos de medición de TS efectuadas sobre *Micromesistius poutassou*, obtuvieron sólo un resultado confiable que les permitió estimar la relación  $TS=20\log(\text{talla}) - 64$ , pero su aplicación significaba una reducción del 75% de la biomasa estimada. Frente a esto, decidieron seguir utilizando la relación de Monstad (1992) enfatizando el hecho que las estimaciones acústicas deben ser consideradas como indicadores del stock hasta que no se tengan un mayor número de mediciones de TS. Una situación análoga se ha observado en la evaluación de *Micromesistius australis* en Nueva Zelanda entre las diferentes relaciones de TS-talla.

Al comparar la biomasa estimada durante el presente estudio de 174 mil toneladas con valores de 196 mil t ( $\pm 25$  mil t) obtenidos en un estudio similar efectuado el año 2002 y los 218 mil t ( $\pm 55$  mil t) del año 2001, señalan una tendencia decreciente en los indicadores de biomasa, aunque la diferencia entre ellos no es significativa. Situación que también se observa en las estimaciones de abundancia del período 2001-2003, esto es una disminución de 269 millones de ejemplares en el 2001 a 198 millones el 2002 y 173 millones de ejemplares el 2003, lo que importa una disminución de los indicadores del 19,7% en la biomasa y del 35,6% en la abundancia del stock evaluado en el período considerado.

En lo que se refiere a la distribución del recurso en el área y período de la prospección, ésta mantiene las características observadas en estudios previos (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998), Córdova *et al.* (2003), como son conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (este-oeste) y mucho más extensas longitudinalmente, lo que



favorece los altos rendimientos de pesca que se registran en esta pesquería y que justamente alcanzan su máximo anual durante el período reproductivo (Lillo *et al.*, 1999).

En relación con la estructura de edades y tallas del stock evaluado, el lento crecimiento de este recurso a partir de la edad 7, provoca que un amplio grupo de edades en el stock se concentren en un rango de tallas relativamente estrecho (50 – 60 cm), generando estructuras con la presencia de una moda principal de gran magnitud y que incorporan, como en el presente estudio, el 63% de la fracción de machos y el 90% de las hembras. Estos resultados confirman lo descrito en estudios anteriores, que han evaluado la merluza de tres aletas en la misma área y mes de estudio (Lillo y Paillamán, 1995; Lillo y Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 1999; Córdova y Céspedes, 1997, Céspedes *et al.*, 2000 y 2001; Córdova *et al.*, 2003). Todos determinan una estructura dominada por ejemplares adultos pertenecientes a un rango relativamente estrecho de tallas y amplio en edades, asociadas a una actividad reproductiva intensa.

En la estructura de edades del stock obtenida durante el presente estudio, situación también observada en la estructura de las capturas de la flota comercial, los grupos predominantes se corresponden con la estructura observada el año anterior, avanzando las modas en una clase de edad, lo que indica la regularidad en el proceso migratorio, asociado al desarrollo reproductivo de este recurso y la estabilidad en la estructura demográfica del stock. Aunque la estructura de edades esté dominada por ejemplares adultos, se observa una alta variabilidad en la contribución de los diferentes grupos etéreos, con una presencia de clases anuales fuertes seguidas por otras débiles. Este tipo de variabilidad es similar a lo observado por Csirke (1990), en el Atlántico suroccidental, quien lo atribuye a variaciones en la fuerza del reclutamiento, dado que algunos grupos de clases anuales pueden ser seguidos durante varios años como clases anuales dominantes.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada en el presente estudio, como también en los dos cruceros de investigación realizados en los años 2001 y



2002 (Lillo *et al.*, 2002 y Córdova *et al.*, 2003, respectivamente), mantiene relativamente estable la característica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, y predominio de los machos (56%) respecto de las hembras. Confirmando en estos tres años de estudio la presencia en la composición de talla (llegada al área) de la fracción adulta de la población (50 y 60 cm) que participa en el proceso de desove y migratorio antes mencionado. Esta moda de ejemplares adultos se caracteriza por su alta concentración y dinamismo (desplazamiento) durante el proceso de desove. Por otro lado, los resultados de estos tres cruceros de investigación confirman en gran medida la estabilidad temporal del proceso migratorio de esta especie, aspecto que ha sido mencionado por otros estudios anteriormente (Lillo *et al.* 1999 y 2002; Córdova y Céspedes, 1997, Céspedes *et al.* 2000 y 2001, Córdova *et al.*, 2003). Estas conclusiones obtenidas en los cruceros de investigación también se confirman con las estructuras de tallas registradas en las capturas comerciales provenientes de la actividad de pesca de un buque arrastrero fábrica surimero, que tiene como objetivo principal capturar merluza de tres aletas, cuya operación se caracteriza en desplazarse latitudinalmente de forma similar como ingresa y sale de aguas chilenas la fracción adulta migratoria, registrando los máximos rendimientos de pesca justo en el área y mes de desove, agosto (Lillo *et al.*, 1999; Córdova y Céspedes, 1997; Céspedes *et al.*, 2000, 2001, 2002 y 2003).

En relación con los aspectos reproductivos, la merluza de tres aletas se caracteriza por ser un desovante parcial con fecundidad anual determinada, observación que es coincidente a lo encontrado en literatura (Pájaro y Macchi, 2001), quienes lo señalan en base al análisis histológico y la distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos en ovarios maduros de ejemplares capturados en el Atlántico sur.

El análisis de los estadios de madurez sexual (EMS), mostró que la merluza de tres aletas se encontró en plena actividad reproductiva, con una mayor fracción de peces en una fase avanzada de desarrollo gonadal, observándose además procesos masivos de desove. Córdova *et al.* (2003) reportaron que durante los cruceros realizados en el 2001 y 2002, en la misma zona y similar período, se



evidenció la plena actividad reproductiva con desoves importantes a mediados de agosto y comienzo de septiembre, situación que es coincidente con lo señalado por otros investigadores (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pájaro, 1996 y Pájaro y Macchi, 2001), quienes describieron para la merluza de tres aletas en aguas del Atlántico sur oeste que la actividad reproductiva se desarrolló de agosto a octubre, con un máximo desove en septiembre.

El índice gonadosomático (IGS) reflejó el grado de desarrollo gonadal observado en el análisis de los estadios de madurez sexual. Los valores del IGS calculados en el presente estudio fueron más altos a los estimados en el 2001 y 2002 para hembras por Córdova *et al.* (2003). El mayor valor reportado en el 2003 estaría asociado principalmente a un período de intenso proceso de hidratación y de liberación de gametos (mediados de agosto).

La escasa representatividad de hembras con tamaños bajo los 44 cm de longitud total no permitió el ajuste de la ojiva de madurez, por lo que fue necesario complementar la información de este estudio con los registros de madurez obtenidos para la misma zona y en similar período por los cruceros de investigación de 2001 (Lillo *et al.*, 2002) y 2002 (Córdova *et al.*, 2003). El estimado de la talla de primera madurez sexual correspondió a 36,6 cm de longitud total, valor similar a los 36,0 cm de longitud total reportado para esta zona por Córdova *et al.* (2003). Para el área del Atlántico sur, Lisovenko *et al.* (1982) visualizaron en las hembras de merluza de tres aletas el comienzo de la maduración, en el rango de 35,5 y 37,5 cm de longitud total, estando la totalidad madura a partir de los 46,5 cm. Posteriormente, Sánchez *et al.* (1986) y Pájaro y Macchi (2001), basándose en un análisis histológico de los ovarios, la calculan en 38,0 cm y 37,8 cm de longitud total, respectivamente.

La merluza de tres aletas se caracteriza por pertenecer al grupo de desovadores parciales con fecundidad determinada. Esta condición permitió estimar su fecundidad, a través del conteo del número total de ovocitos vitelados en hembras predesovantes con madurez avanzada. Estos ovocitos estarían conformados por 4 o



5 generaciones ovocitarias, las que serían desovadas en tandas parciales en un breve lapso de tiempo (Sánchez *et al.*, 1986).

Estimaciones de fecundidad total en esta especie han sido estimadas para el Atlántico sur oriental por Lisovenko *et al.* (1982), quienes señalaron para 17 hembras una fecundidad que osciló de 137.000 a 948.000 ovocitos, Sánchez *et al.* (1986) reportaron en el Atlántico sur, una fecundidad promedio de 355.700 ovocitos con una mínima de 47.190 y una máxima de 1.945.130 ovocitos. Pájaro y Macchi (1999), indicaron para una hembra promedio de 51 cm de longitud total una fecundidad de 477.771 ovocitos. Lillo *et al.* (2002) en Chile, indicaron en hembras entre 50 y 61 cm de longitud total, una fecundidad que varió desde 119.479 a 1.110.293, con un promedio de 386.831 ovocitos. Posteriormente, Córdova *et al.* (2003), reportó que en hembras de 37 a 63 cm de longitud total, la fecundidad total osciló entre 124.058 y 1.103.030 ovocitos, con un promedio de 523.125 ovocitos. En el presente estudio, en hembras de 40 a 62 cm de longitud total, la fecundidad total varió de 119.842 a 1.340.841, con un promedio de 733.540 ovocitos. De igual forma, la fecundidad relativa promedio de 703 ovocitos por gramo de peso corporal, fue comparativamente mayor a los estimados por Sánchez *et al.* (1986) (323 ovocitos), por Lillo *et al.* (2002) (392 ovocitos) y Córdova *et al.* (2003) (592 ovocitos). Los valores estimados para el año 2003 son superiores a los citados anteriormente en aguas argentinas, como también, a los calculados en Chile en similares zonas y temporadas.

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza de tres aletas confirman la característica zooplanctófaga del tipo carcinófago de alimentación mencionada por Pool *et al.* (1997); Otero (1977); Avilés y Aguayo (1979). Entre sus presas principales se identifican los eufáusidos (89,68% IRI), presa mencionada por dichos estudios como la dieta principal en esta especie, seguido de los peces mictófidios (10,32% IRI) y que en el caso del presente estudio fue *Diaphus* (9,26% IRI) quien registró el mayor aporte a la dieta dentro del grupo peces.





En los tres años de estudio estomacal en merluza de tres aletas provenientes de los cruceros de investigación de los años 2001, 2002 y 2003, la cantidad de estómagos con contenido se ha mantenido escasa; con alta probabilidad de registrar estómagos vacíos en los muestreos biológicos de la captura. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada por otros estudios en este recurso. Pool *et al.* (1997), en un estudio anual en aguas chilenas, registró en merluza de tres aletas un 27% de estómagos con contenido, analizando 82 muestras. Otero (1977) en un estudio de merluza de tres aletas proveniente de aguas argentinas registró un 22% de estómagos con contenido (181 muestras). Córdova *et al.* (2003) sugiere que la baja presencia de estómagos con contenido y la alta presencia de estómagos vacíos registrado en los crucero de investigación correspondería a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria. Otras razones que podrían explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies de zooplancton. Sin embargo, para dilucidar mejor el comportamiento de alimentación y los posibles cambios en la dieta de merluza de tres aletas se sugiere generar estudios orientados específicamente a estos temas, es decir donde el estudio trofodinámico sea el objetivo central.

Por otra parte, los resultados obtenidos acerca de la caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, señalan en general, una baja relación entre las características morfométricas de las agregaciones y sus niveles de densidad (Sa). Sin embargo, es interesante el hecho que las agregaciones presentan una tendencia a ser de menor tamaño hacia el sector norte del área de estudio, esta disminución en el tamaño de las agregaciones estaría asociada al proceso de desove, durante el cual la merluza de tres aletas conforma cardúmenes de menor tamaño y de mayor densidad.



## 7. CONCLUSIONES

---

- Se estim3 una biomasa total media de 174.379 toneladas, con un intervalo de confianza ( $\alpha/2 = 5\%$ ) entre 116.933 y 231.837 toneladas.
- La composici3n por sexo de la biomasa fue de 92.770 toneladas (53.2%) de hembras y 81.609 t (46,8%) de machos, con un aporte de la fracci3n adulta del 100% en hembras y el 99,2% en machos.
- La abundancia del recurso se estim3 en 172.850.700 ejemplares, compuesto por 97.655.062 individuos (54,2%) de machos y 75.195.638 (43,5%) de hembras.
- El stock evaluado estuvo compuesto en un 99,5% por ejemplares adultos, de tallas superiores a 36 cm de longitud total.
- El recurso present3 una distribuci3n desplazada al sector centro-norte del 3rea de estudio y asociada al borde de la plataforma y talud continental, concentrada en una estrecha franja longitudinal en una agregaci3n de tipo reproductiva. El centro de gravedad latitudinal del stock evaluado se ubic3 en la latitud 47°45'S.
- El stock evaluado de merluza de tres aletas present3 una distribuci3n altamente agregada, representada por un 3ndice de Gini de 0,96.
- En los tres aros de investigaci3n, la estructura de talla de la poblaci3n desovante de merluza de tres aletas es principalmente adulta, manteni3ndose relativamente estable una moda principal entre los 50 y 60 cm, con predominio de los machos (56%) respecto de las hembras.



- La moda principal entre 50 y 60 cm correspondería a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar en forma estable, pero con variaciones en su distribución espacial entre los años.
- El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etaria comprendida entre 1 y 21 años. Dentro de ella se destacó la dominancia de los grupos de edades V, XII, XIV y XV, que contribuyeron con el 42,2% de la abundancia del stock.
- Durante el período y área del estudio, el stock se encontró en un proceso reproductivo activo con el 47% de los ejemplares en desove y el 51% en maduración tardía, pertenecientes a los estadios de madurez sexual 3, 4 y 5.
- La fecundidad total fluctuó entre 119.482 y 1.340.841 ovocitos para un rango de tamaño de 40 a 62 cm de longitud total, con un promedio de 733.540 ovocitos (d.s.307.669). La fecundidad relativa promedio fue de 703 ovocitos por gramo de peso corporal (d.s. 253), presentando un mínimo de 174 y un máximo de 1981 ovocitos.
- La talla media de madurez sexual se estimó en 36,6 cm de longitud total.
- La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 78,1% de merluza de tres aletas, 11,0% de merluza del sur y 5,7% de merluza del cola, contribuyendo estos tres recursos con el 94,9% de la captura total. La fracción restante estuvo compuesta por un 4 % de jibia (*Dosidicus gigas*) y un 0,7% de reineta (*Brama chilensis*).
- La merluza de tres aletas es una especie planctófaga tipo carcinófaga. Su dieta está compuesta de *Euphausia* (89,68% IRI) en crustáceos y *Diaphus* (9,26% IRI) en mictófidios; y plancton “gelatinoso” como salpa (16% IRI) y *siphonophora*



(17% IRI). La merluza de tres aletas en el período de actividad reproductiva presenta una baja actividad alimentaria.

- Las agregaciones de merluza de tres aletas 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.
- Entre los años 2001 y 2003 se ha observado una tendencia levemente decreciente en los indicadores de biomasa (-19,7%) y abundancia (-35,6%).



## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

- Aanes, S. & M. Pennington.** 2003. On estimating the age composition of the commercial catch of Northeast Arctic cod from a sample of cluster. ICES Journal of Marine Science, 60: 297-303.
- Anónimo,** 1991. Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. Ices cooperative research report N° 195, 87 pp.
- Avilés, S. y M. Aguayo.** 1979. Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman 1937). En: Estado actual de las pesquerías chilenas. Bases para un desarrollo pesquero. Vol. 1, Peces. 26 pp.
- 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.
- Bodholt, H.** 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21. 8 pp.
- Bez, N. y P. Fernandes.** 2002. Geoestadística en hiroacústica. Apuntes de curso. Proyecto ACTIVE – UCV. 48 pp.
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, M. Nilo, F. Cerna, E. Palta, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Muñoz y L. Chong.** 2002. Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 184 p. (más anexos).
- Céspedes, R., 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, 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.; Z. Young; V. Ojeda; F. Cerna; L. Adasme; H. Hidalgo; R. Bravo; H. Miranda y C. Vera.** 1999. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral, 1998. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 122 pp.

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

**Conover, W.J.** 1980. Practical nonparametric statistics. John Wiley and Sons. 493 pp.

**Córdova, J., A. Saavedra, M. Espejo, V. Ojeda, L. Muñoz, L. Chong, R. Céspedes, L. Adasme, J. Oliva y E. Díaz.** 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2002. Informe final de proyecto FIP 2002-20.

**Córdova, J. y R. Céspedes.** 1997. Pesca de investigación de la fluctuación interanual y comportamiento del recurso merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 34 pp. (más tablas y figuras).

**Cressie, N.** 1993. Statistics for spatial data (Revised edition). J. Wiley and Sons, 900 pp.



- Csirke, J.** 1990. Los recursos pesqueros patagónicos y las pesquerías de altura en el Atlántico sudoccidental. FAO. Doc. Téc. de Pesca. 288.
- Foote, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; MacLennan, D. & Simmonds, J.** 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Giakoni, Y.** 1992. Pesca exploratoria de recursos presentes en mediagua en el área comprendida entre los paralelos 47°-57° L.S. IFOP. 32 pp.
- Godø, O., M. Heino, H. Sjøiland, J. Alvarez, M. Dahl, J. Lange, O. Gullaksen, Ø. Tangen and T. Torkelsen** (2002). Blue Whiting Survey During Spring 2002. Rapport and working document. The Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group Vigo, Spain, 29 April-8 May 2002. **ICES CM 2002/ACFM:19.**
- Hair, J., R. Andreson, R. Tatham y W. Black.** 1999. Análisis Multivariante, 5° edición. Prentice Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.
- Hantchet, S.** 2000. Southern blue whiting (*Micromesistius australis*) stock assesment for the Bounty Platform and Cambell Island Rise for 2000. New Zealand Fisheries assesment Report 2000/44. 35 pp.
- Hunter, J. R. y B. J. Macewicz.** 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, (*Engraulis mordax*). Fishery Bulletin: Vol 83 N° 2. 119-136.
- Hunter, J., N. Loo y R. Leong.** 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulix mordax* (R. Lasker, Ed.). NOAA Technical report, NMFS 36: 67-77.
- 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.

**Hunter, J.R. Y S.R. Goldberg.** 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S. 77: 641-652.

**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.

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

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

**Lillo, S. R. Céspedes, y M. Barbieri.** 1999. Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP, 48 pp. (+ figuras)

**Lillo, S. y A. Paillamán.** 1996. Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).

**Lillo, S. y R. Céspedes.** 1998. Análisis de los procesos migratorios y biológicos del recurso merluza de tres aletas. Informe final. IFOP, 39 pp.

**Lillo, S., A. Paillamán y S. Pino.** 1993. Pesca de investigación de merluza de cola y merluza de tres aletas al sur del paralelo 47° L.S. Informe Final. Requirente SUBPESCA. IFOP, 65 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., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, M. Aguayo, L. Adasme y A. Saavedra.** 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Pre -Informe Final Proyecto FIP 2000-14, IFOP.
- Lisovenko, L. A. Barabanov y V. Yefremenko.** 1982. (new data on the reproduction of the "Souther Putassu", *Micromesistius australis* (Gadidae) from the Falkland-Patagonian zoogeographic region). Journal of Ichthyology 22(4): 55-67.
- Macchi, G. J & Pájaro, M.** 1996. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). INIDEP Doc. Cient. (5) 67-79.
- MacLennan, D. y J. Simmonds.** 1992. Fisheries acoustic. Chapman & Hall. 325 pp.
- Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prenskey, M. Sabatini, M. Pájaro y L. Machindiarena.** 1997. Acoustic, oceanographic and ichthyoplanton surveys on the spawning grounds of the austral blue whiting (*Micromesistius australis*), off southern patagonian, 1994-1996. ICES, CM 1997/Y:26.
- Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds y J. Haralabous.** 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in presence of high local variability: a geostatistical application to north sea herring (*Clupea harengus*). Can. J. Aquat. Sci. 53: 1497-1505.
- Maynou, F., F. Sardá 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 ecointegración. Informe técnico, Unidad de estadística. IFOP, 4 p.



- Monstad, T., Borkin, I., & Ermolchev, V.** 1992. Report of the joint Norwegian-Russian acoustic survey on blue whiting, spring 1992. ICES C:M: 1992/H:6. 26 p.
- Myers, R. A., y N. G. Cadigan.** 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1274-1285.
- 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.** 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
- Oliva J., J. Barañados y M. Tirado.** 1989. Determinación de la fecundidad y frecuencia del desove de la sardina (*Sardinops sagax*), 1986. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número Especial): 341-348.
- Oliva J., M. Braun, J. Castillo, J. Blanco y O. Rojas.** 1998. Evaluación del stock desovante de la anchoveta en la I y II Regiones (1997). Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final. Proyecto FIP 97-01. 133 pp.



- Otero, H.** 1977. Relación largo-peso y alimentación de la “polaca” (Gadidae, *Micromesistius australis* Norman 1937) del Atlántico sudoccidental. *Physis* (37): 13 – 23.
- Pájaro, M. y G. Macchi.** 2001. Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the south-west Atlantic Ocean. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 35: 375-385
- 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.
- Perrotta, R. G.** 1982. Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). *Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP*, N°3: 35-50.
- Petitgas, P.** 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 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.
- Redes.** 1998. Mucho hoki y poca polaca. En Revista Redes, N°12(104), Argentina.
- Rencher, A.** 1995. Methods of multivariate análisis. 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.
- Rojas, O. Y J. Oliva.** 1993. Evaluación del Stock Desovante de Anchoveta de la Zona Norte por el Método de Producción de Huevos. Programa de evaluación directa de recursos pelágicos de la zona Norte. Convenio Empresas Pesqueras del Norte e Instituto de Fomento Pesquero. 50 pp.
- Sánchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha.** 1986. Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°6: 21-43.
- Santander, H., J. Alheit y P. E. Smith.** 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, (*Engraulis ringens*), en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.
- Scalabrin, C.** 1997. Identification acoustique des especies pelagiques a partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., y J. Masse.** 1993. Acoustic detection of spatial and tempopral distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 6: 269-283.



- Selman, K. y R. Wallace.** 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*. 6: 211-231.
- SERNAPESCA,** 1990-2002. 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.
- Vivanco, M.** 1999. Análisis estadístico multivariable. Ed. Universitaria, Santiago, Chile. 234 p.
- Wallace, R. y K. Selman.** 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.* 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher.** 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 333-343.
- Wöhler, O. y N. Marí.** 1996. Aspectos de la pesca de la polaca (*Micromesistius australis*) por parte de la flota argentina en el período 1989-1995. En: *Inidep Inf. Tec.*, X: 1-25.



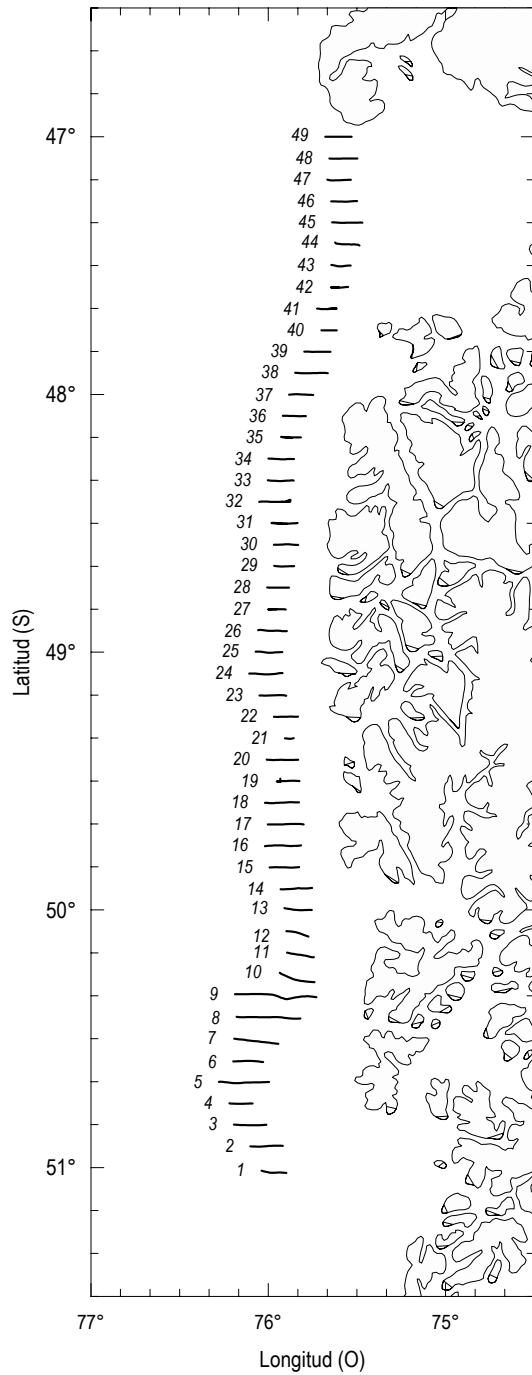
**Young, Z., J.C. Saavedra, H. Miranda; L. Caballero, A. Aranis y M. González.**

2003. Estimación de Tamaños de Muestra en la Pesquería Pelágica, Zona Centro-Sur. Proyecto: Investigación Situación Pesquería Pelágica, Zona Centro-Sur, 2002. Documento Técnico, IFOP – SUBPESCA. 21 p + Anexo.

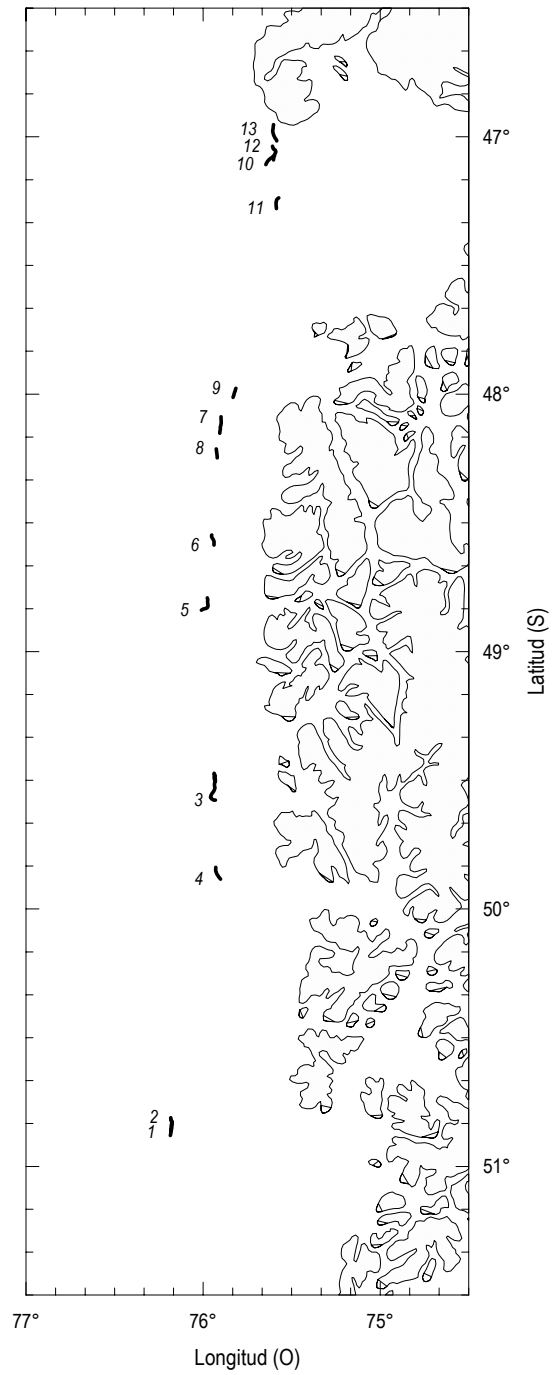
**Young, Z.** 2004. Estimación del tamaño de muestra para la estimación de la estructura de tallas de merluza de tres aletas. 5 p. Doc. Interno IFOP.

# **FIGURAS**

---



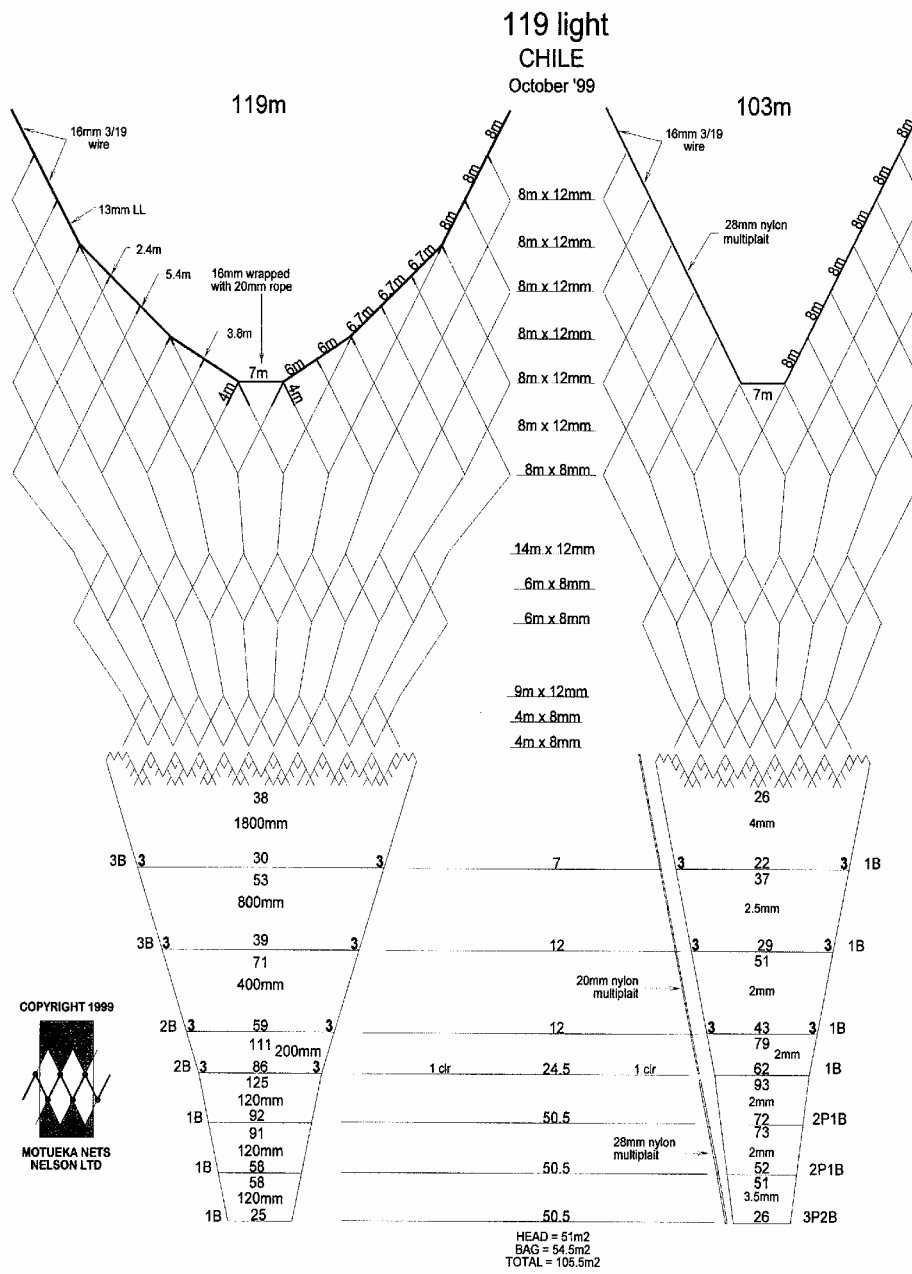
**Transectas acústicas**



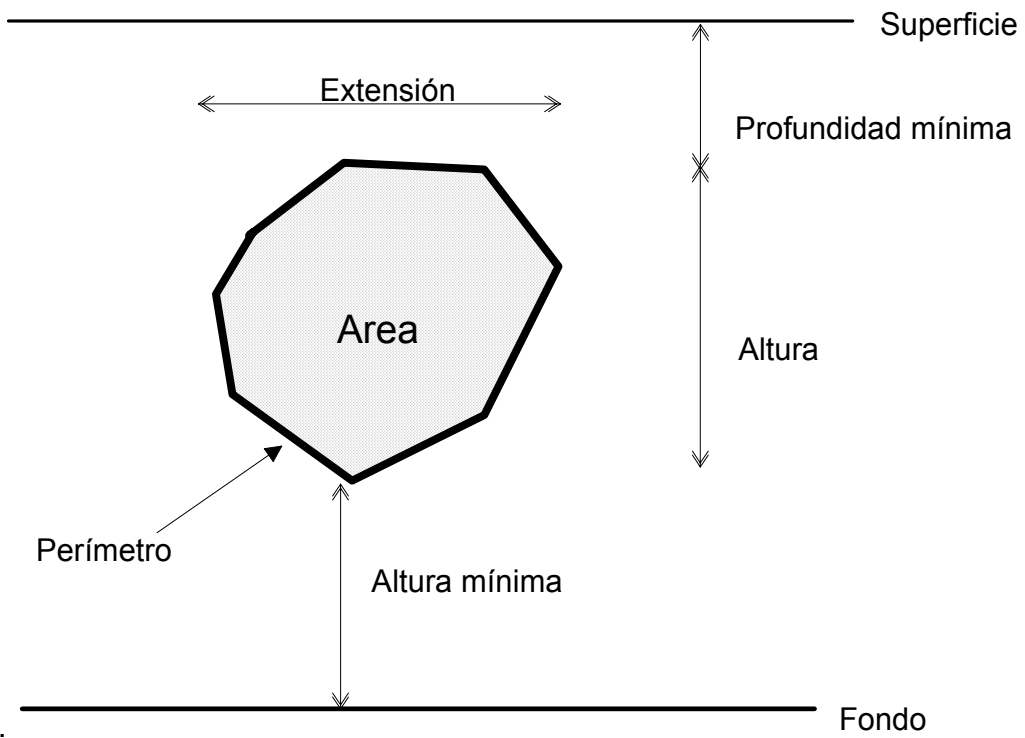
**Lances de pesca**

**Figura 1.** Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio.

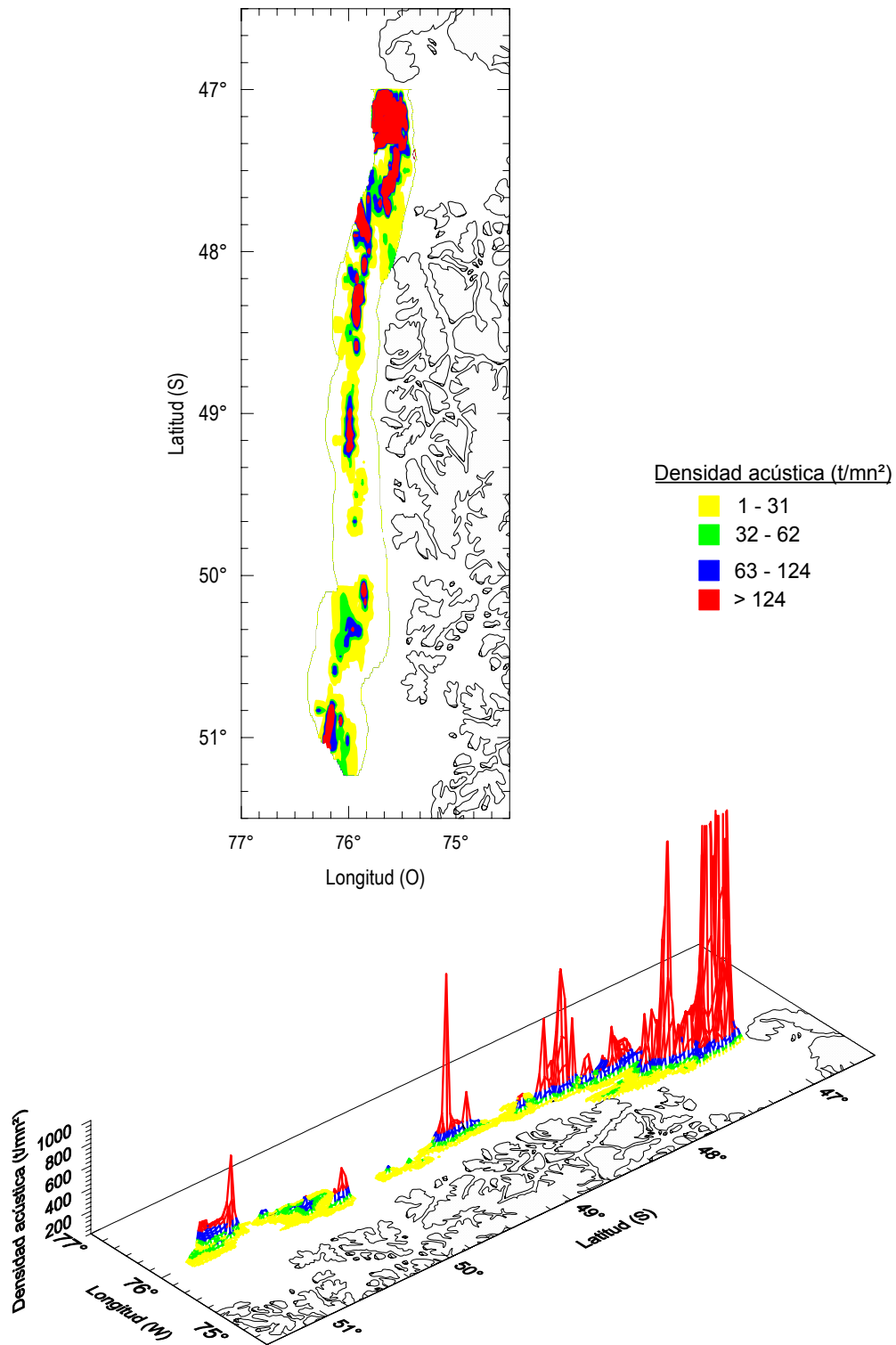




**Figura 2.** Plano de red de arrastre de mediagua utilizada en los lances de pesca de identificación.

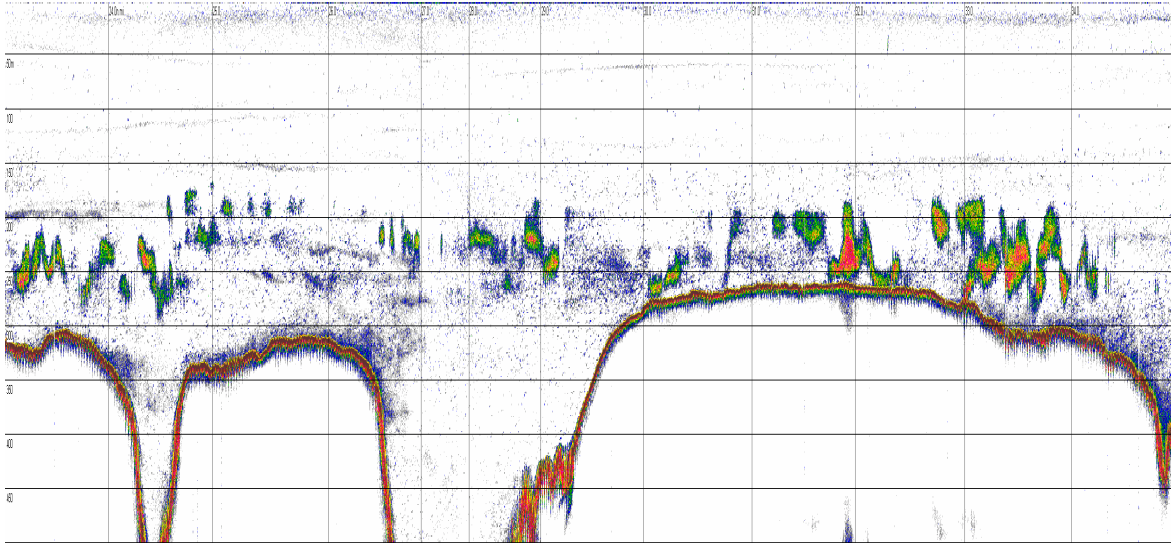


**Figura 3.** Descriptores de un cardumen.

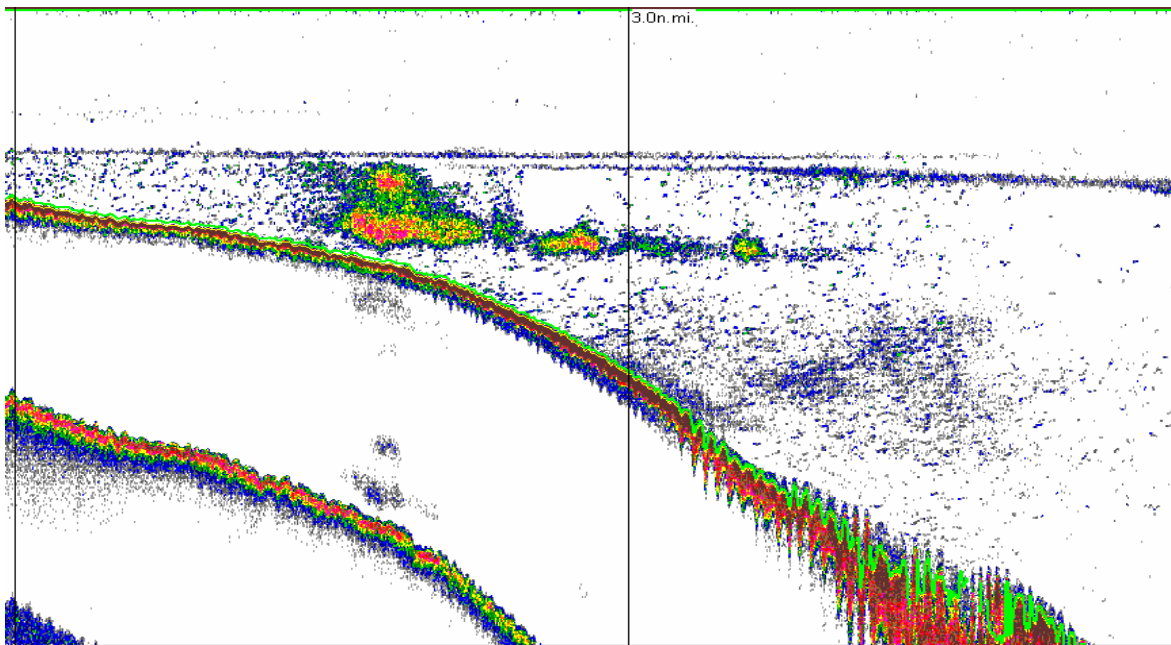


**Figura 4.** Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2003. FIP N° 2003-10.

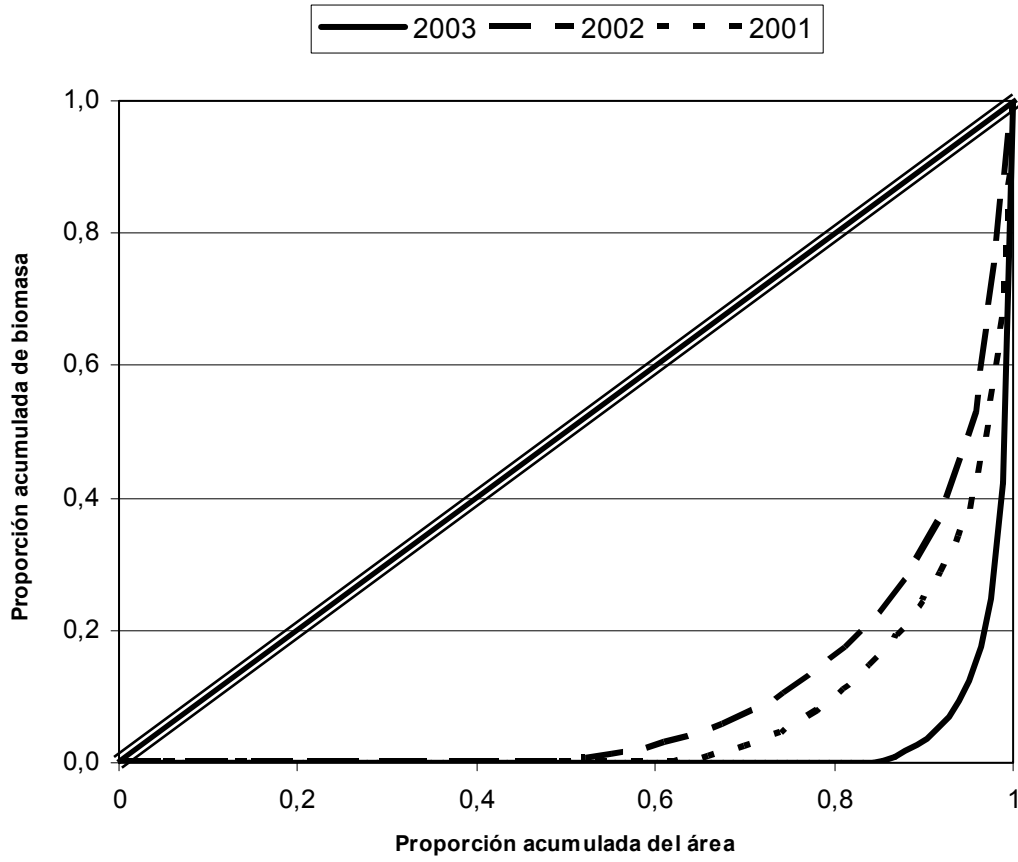
a)



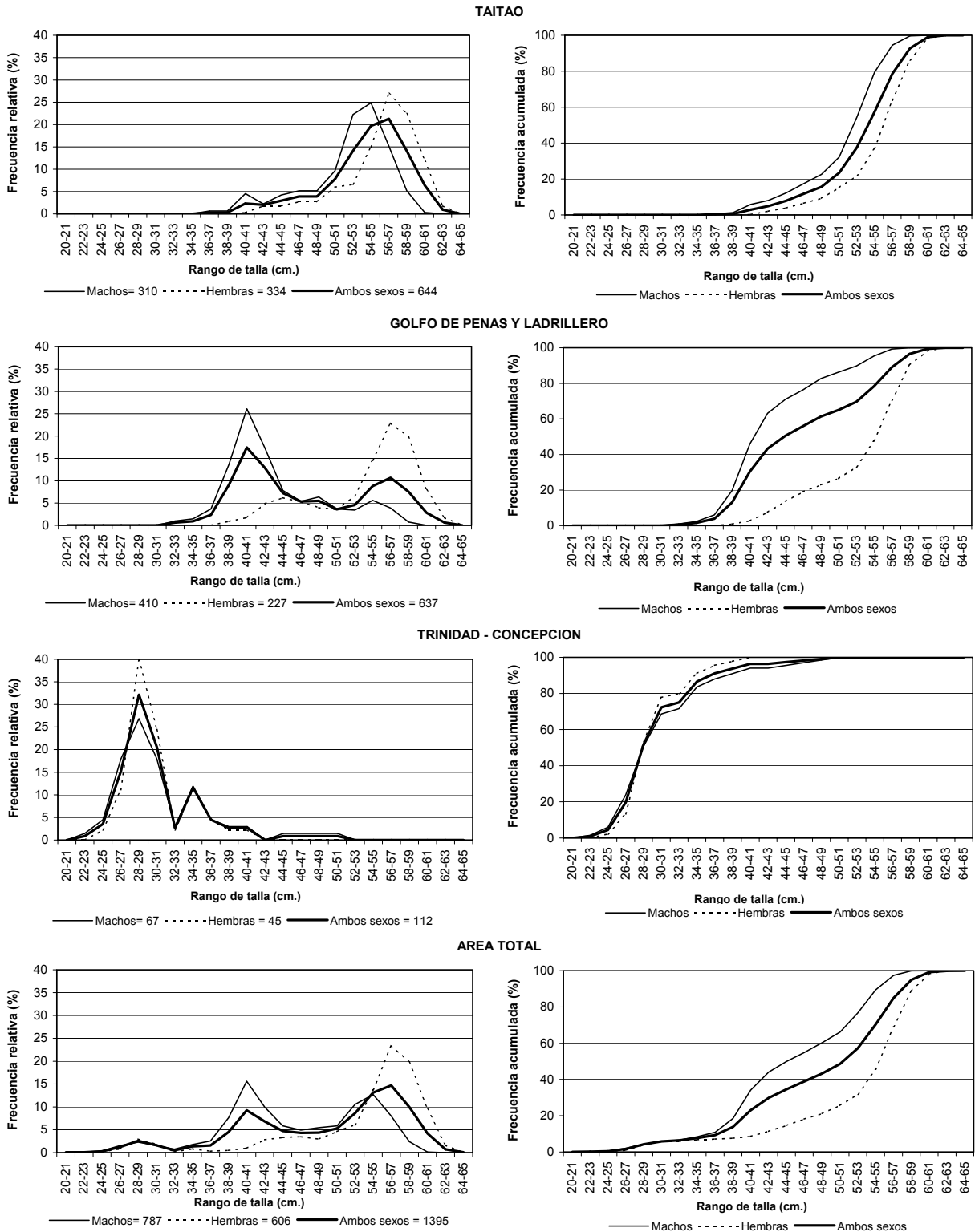
b)



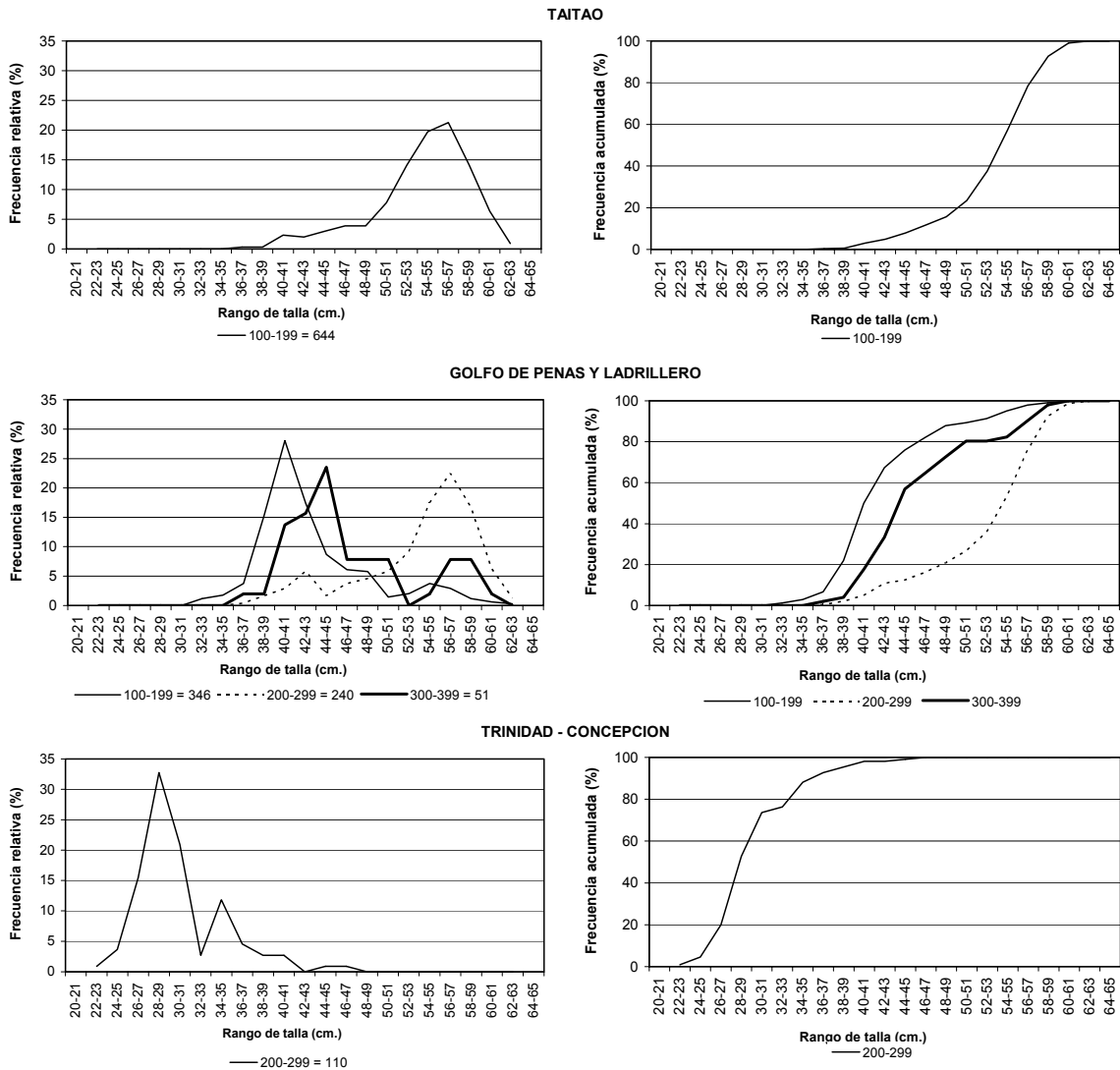
**Figura 5.** a) Distribución longitudinal (norte-sur), b) Distribución latitudinal (este-oeste).



**Figura 6.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2003.

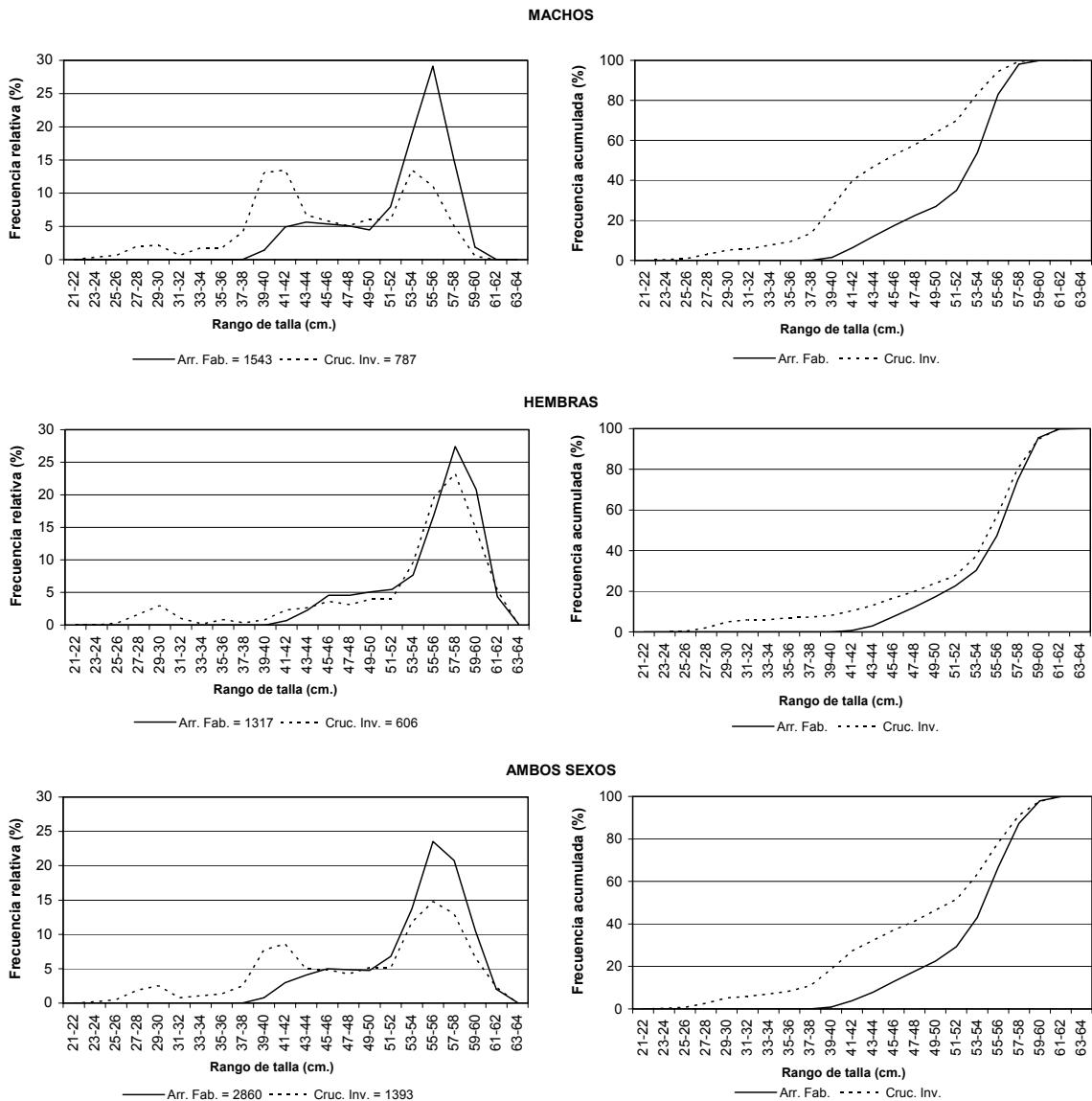


**Figura 7.** Distribución de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C Abate Molina (agosto 2003).



Area	Datos	Rango de Profundidad		
		100 - 199	200 - 299	300 - 399
Taitao	Prom. cm	53.8		
	Desv est. cm	4.84		
	% <35 cm	2		
	% macho	48.1		
	% hembra	51.9		
G. Penas - Ladrillero	Prom. cm	43.1	53.5	46.8
	Desv est. cm	5.41	5.71	6.30
	% <35 cm	7	0	0
	% macho	86.7	33.3	58.8
	% hembra	13.3	66.7	41.2
Trinidad - Concepción	Prom. cm		30.6	
	Desv est. cm		4.23	
	% <35 cm		90.0	
	% macho		59	
	% hembra		41	

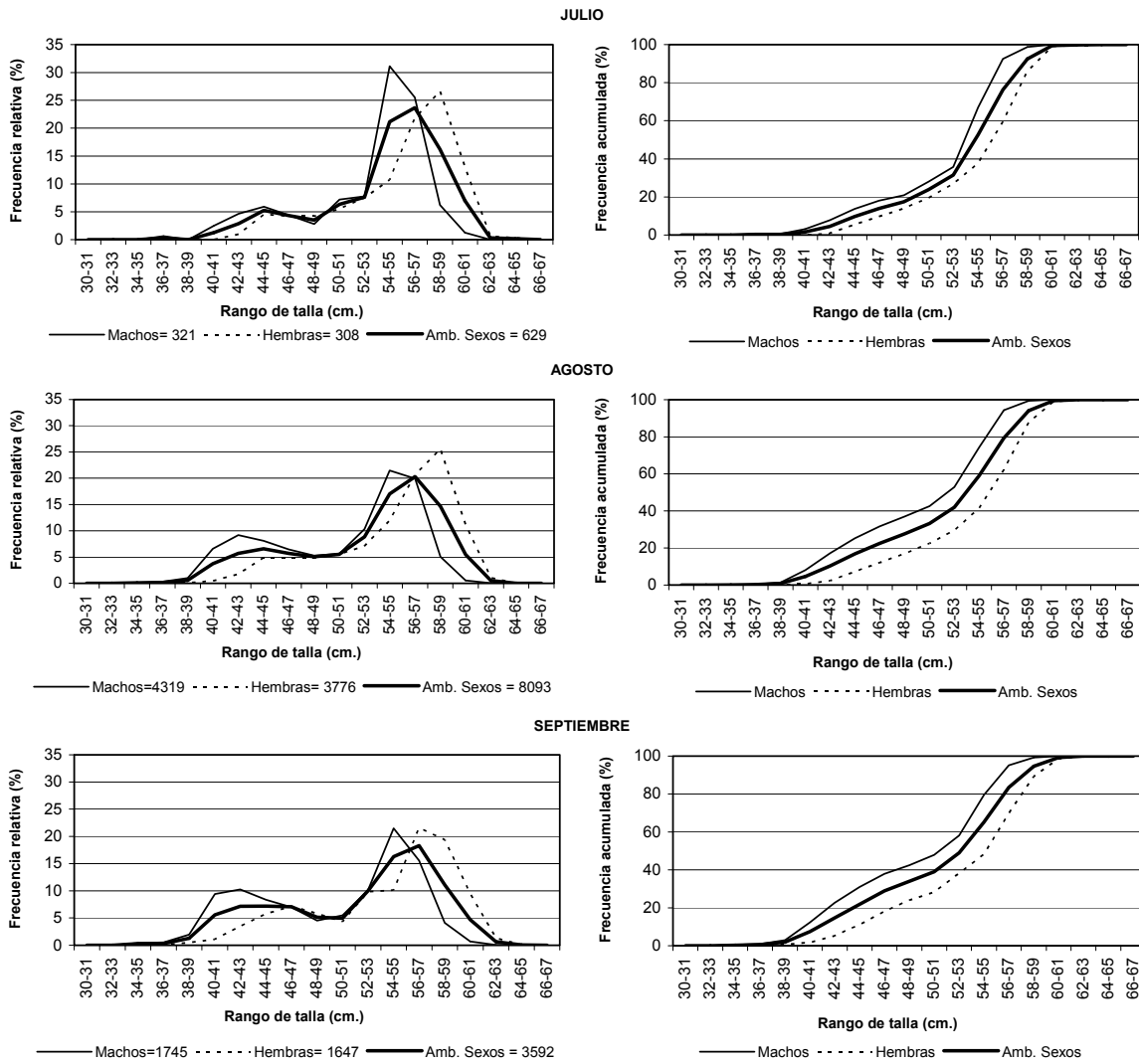
**Figura 8.** Distribución de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C Abate Molina (agosto 2003).



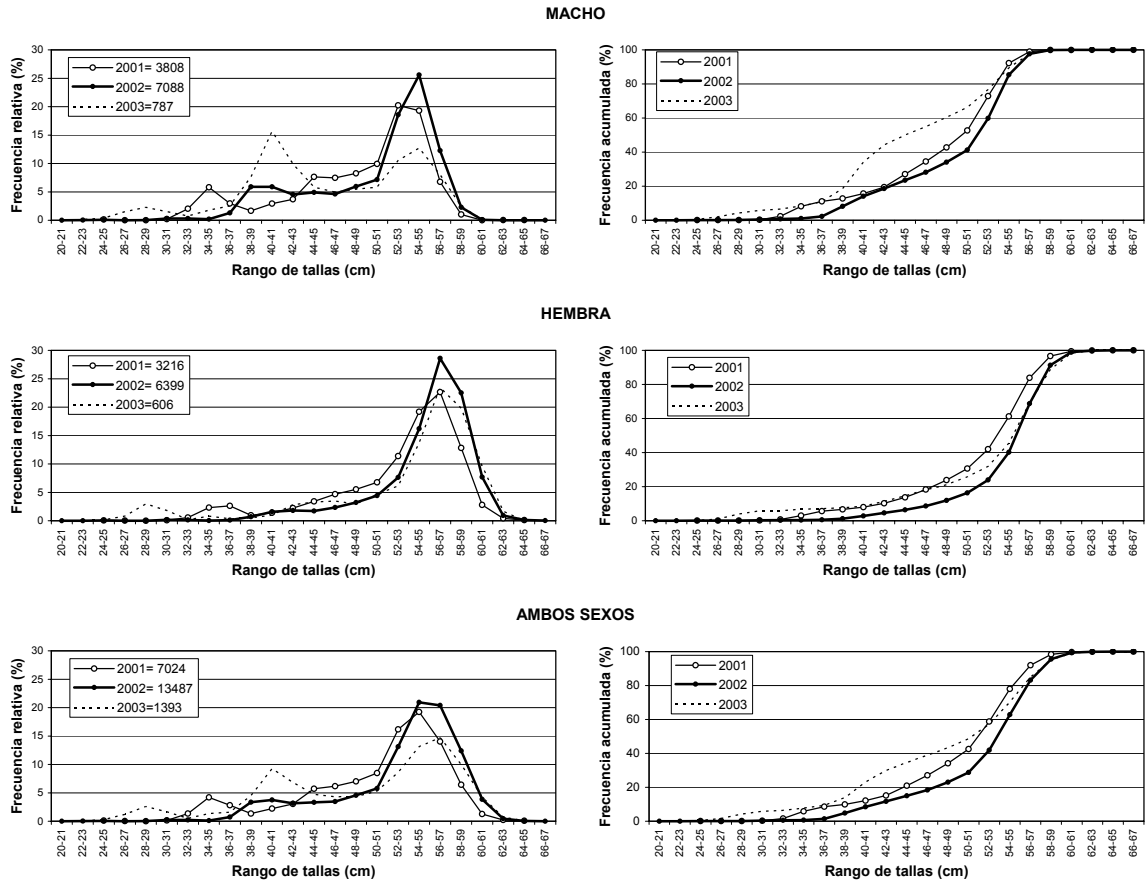
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)
Arr. Fábrica	Macho	52.36	5.0	0	54
	Hembra	55.31	4.6	0	46
	Total	53.72	5.0	0	
Cruc. Inv.	Macho	45.88	7.9	7.6	56
	Hembra	53.06	8.0	6.1	44
	Total	49.01	8.7	7.0	

**Figura 9.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo registrada para el crucero B/C Abate Molina y la flota arrastrera fábrica (agosto 2003).



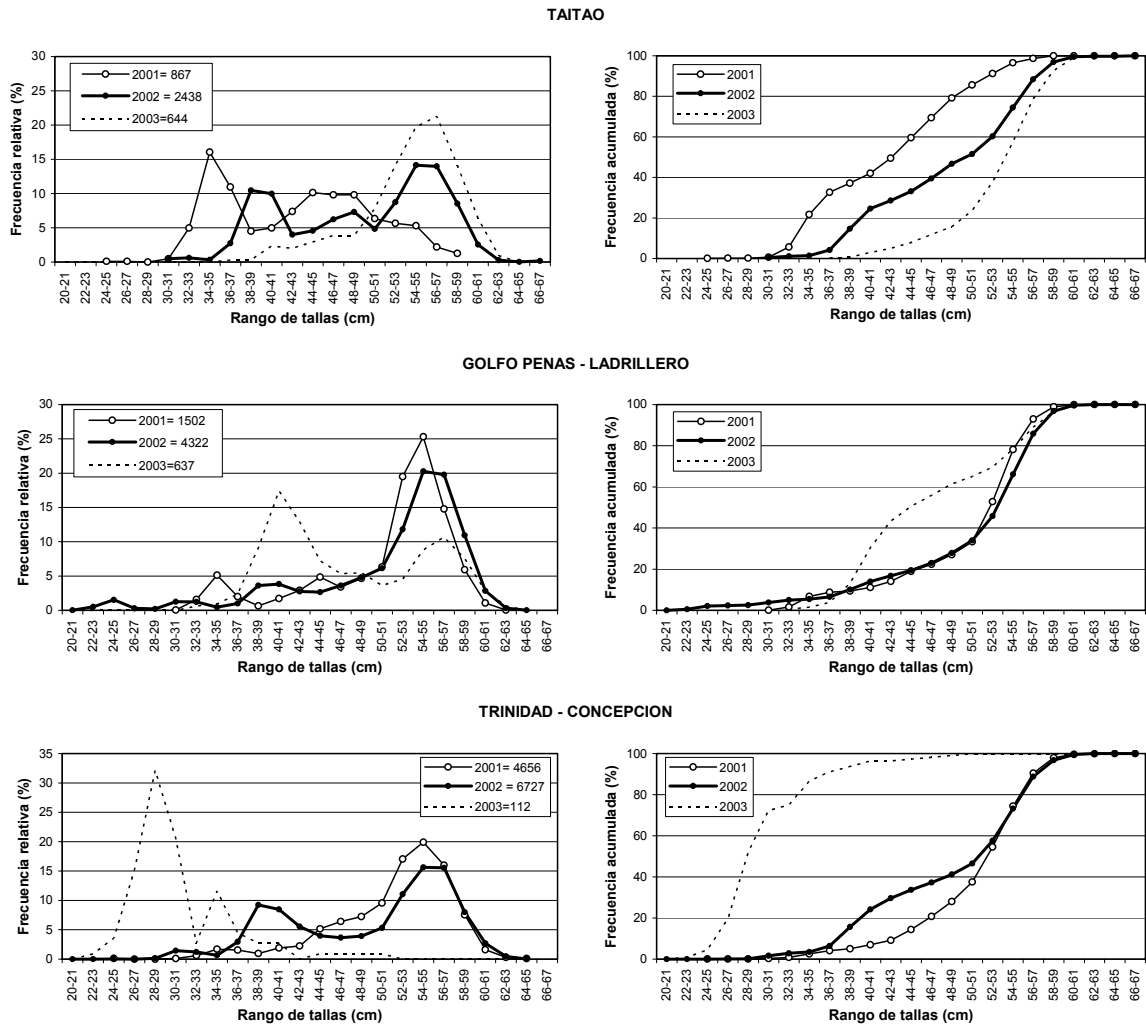


**Figura 10.** Distribución de talla de la captura de merluza de tres aletas por sexo registrada en la flota arrastrera fábrica entre julio y septiembre de 2003.



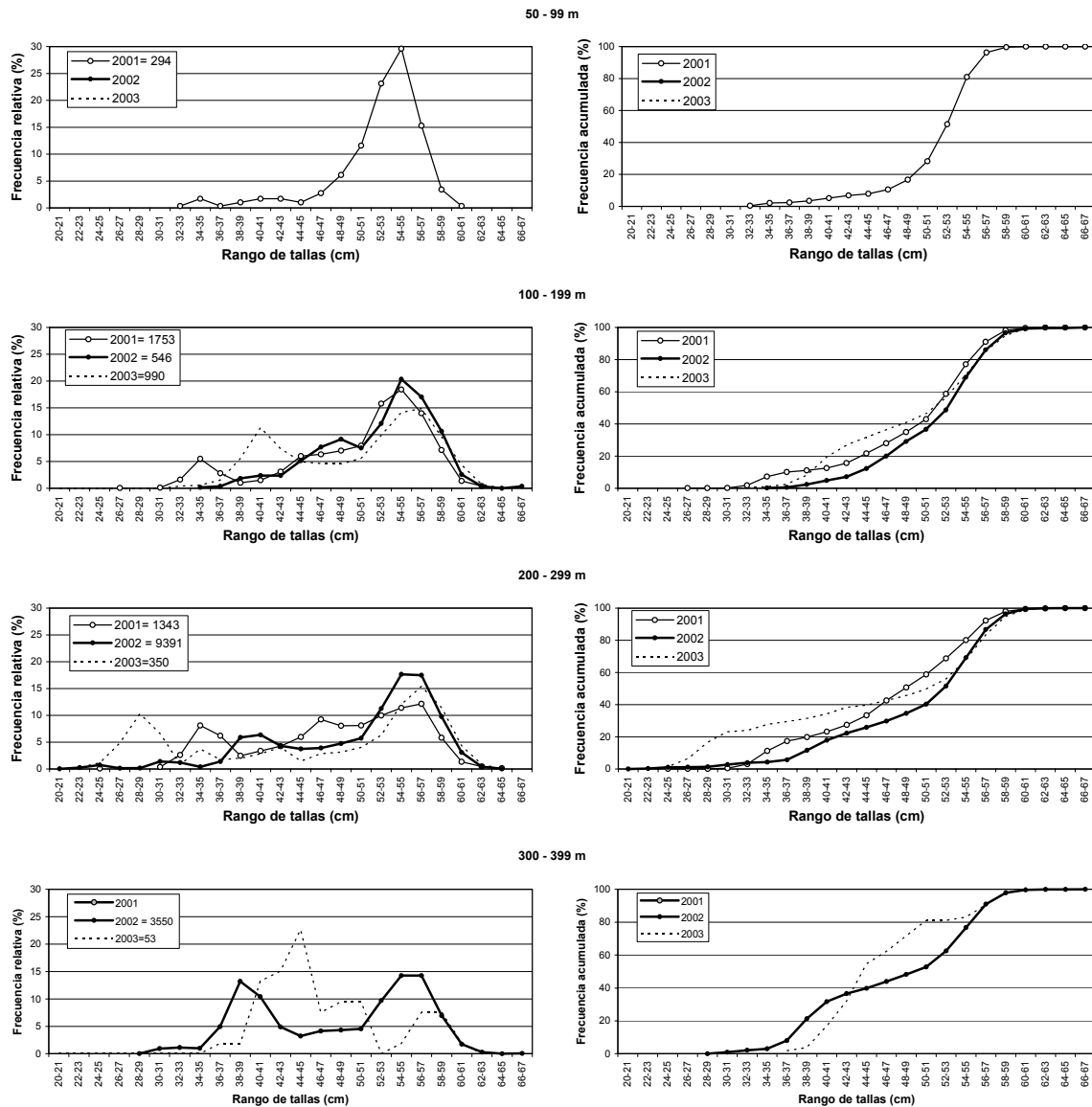
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2001	Macho	49	6.7	5.1	54
	Hembra	52	6.3	1.7	46
	Total	50	6.8	3.6	
2002	Macho	47	7.5	4.0	53
	Hembra	53	7.2	3.0	47
	Total	50	7.5	3.5	
2003	Macho	45	7.9	7.6	56
	Hembra	49	8.0	6.1	44
	Total	47	8.7	7.0	

**Figura 11.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002 y 2003 (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).



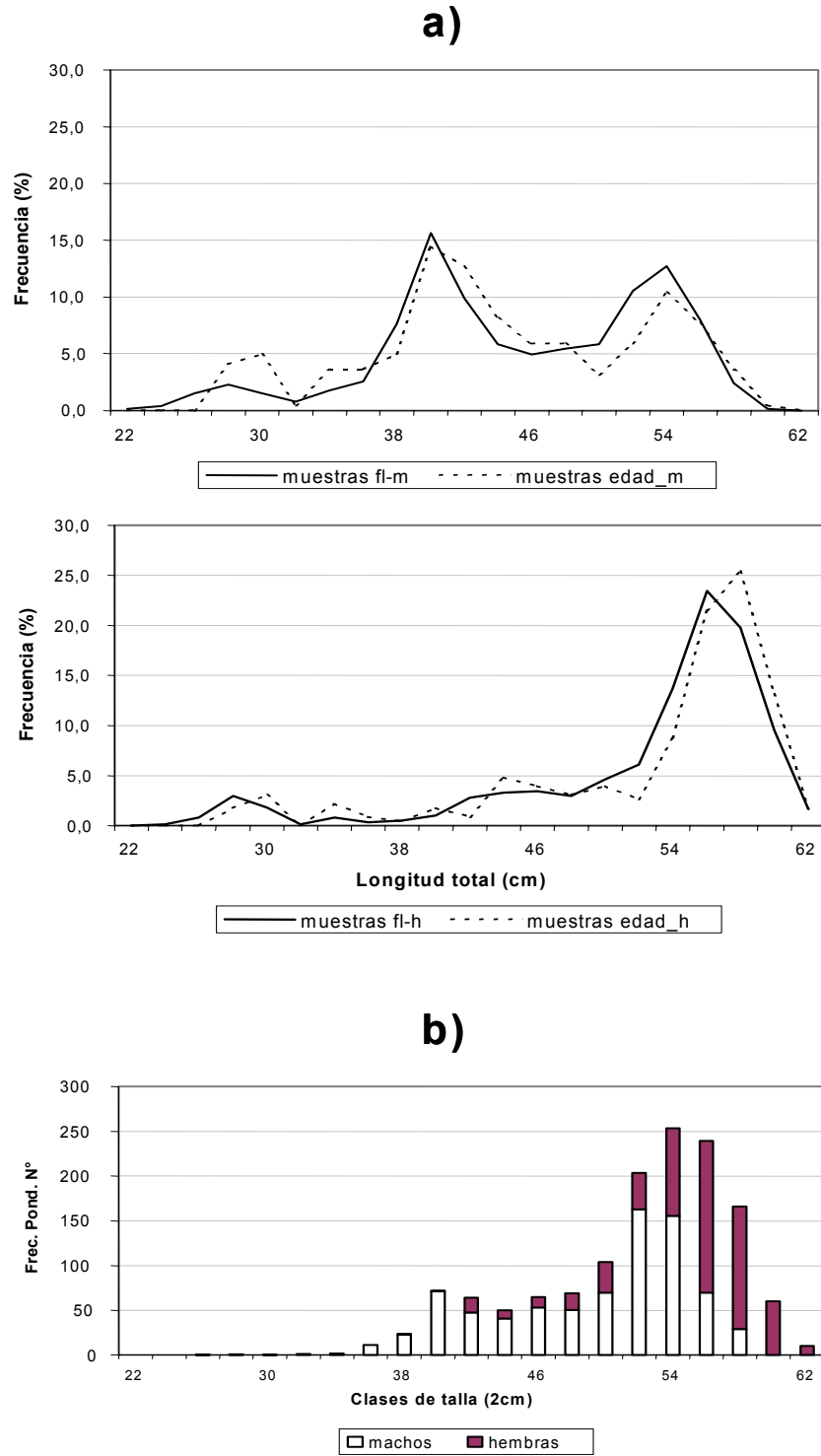
Area	Datos	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción
2001	Prom. cm	43	51	52
	Desv est. cm	7	7	6
	% <35 cm	13	5	2
	% macho	53	72	49
	% hembra	47	28	51
2002	Prom. cm	49	48	47
	Desv est. cm	8	9	8
	% <35 cm	1	5	3
	% macho	56	51	52
	% hembra	44	49	48
2003	Prom. cm	51	48	33
	Desv est. cm	5	7	5
	% <35 cm	0	1.1	80.4
	% macho	48	64	60
	% hembra	52	36	40

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

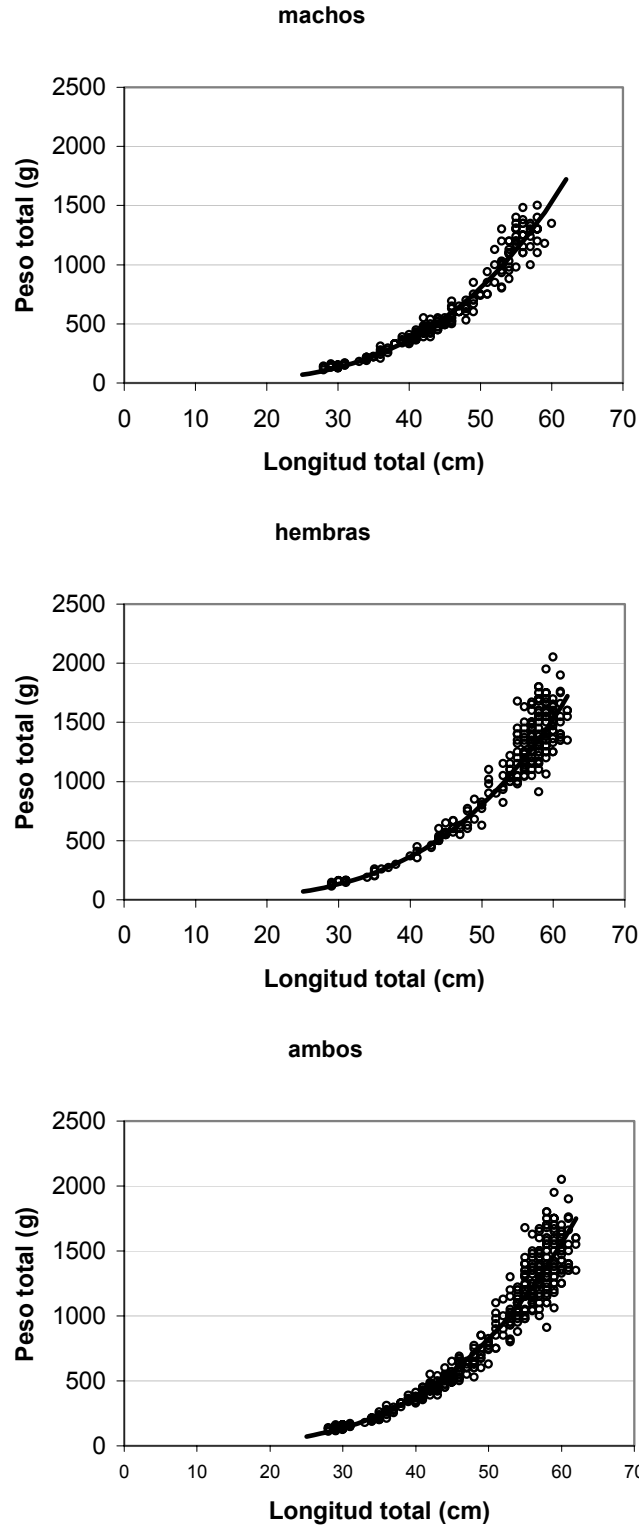


Area	Datos	50-99	100-199	200-299	300-399
2001	Prom. cm	52	50	48	
	Desv est. cm	5	7	8	
	% <35 cm	2	5	7	
	% macho	82	53	43	
	% hembra	18	47	57	
2002	Prom. cm		52	50	48
	Desv est. cm		5	8	8
	% <35 cm		0.2	4	2
	% macho		52	54	54
	% hembra		48	46	46
2003	Prom. cm		49	42	48
	Desv est. cm		7.18	11.89	6.21
	% <35 cm		0.7	25.7	6.96
	% macho		62	41	60
	% hembra		38	59	40

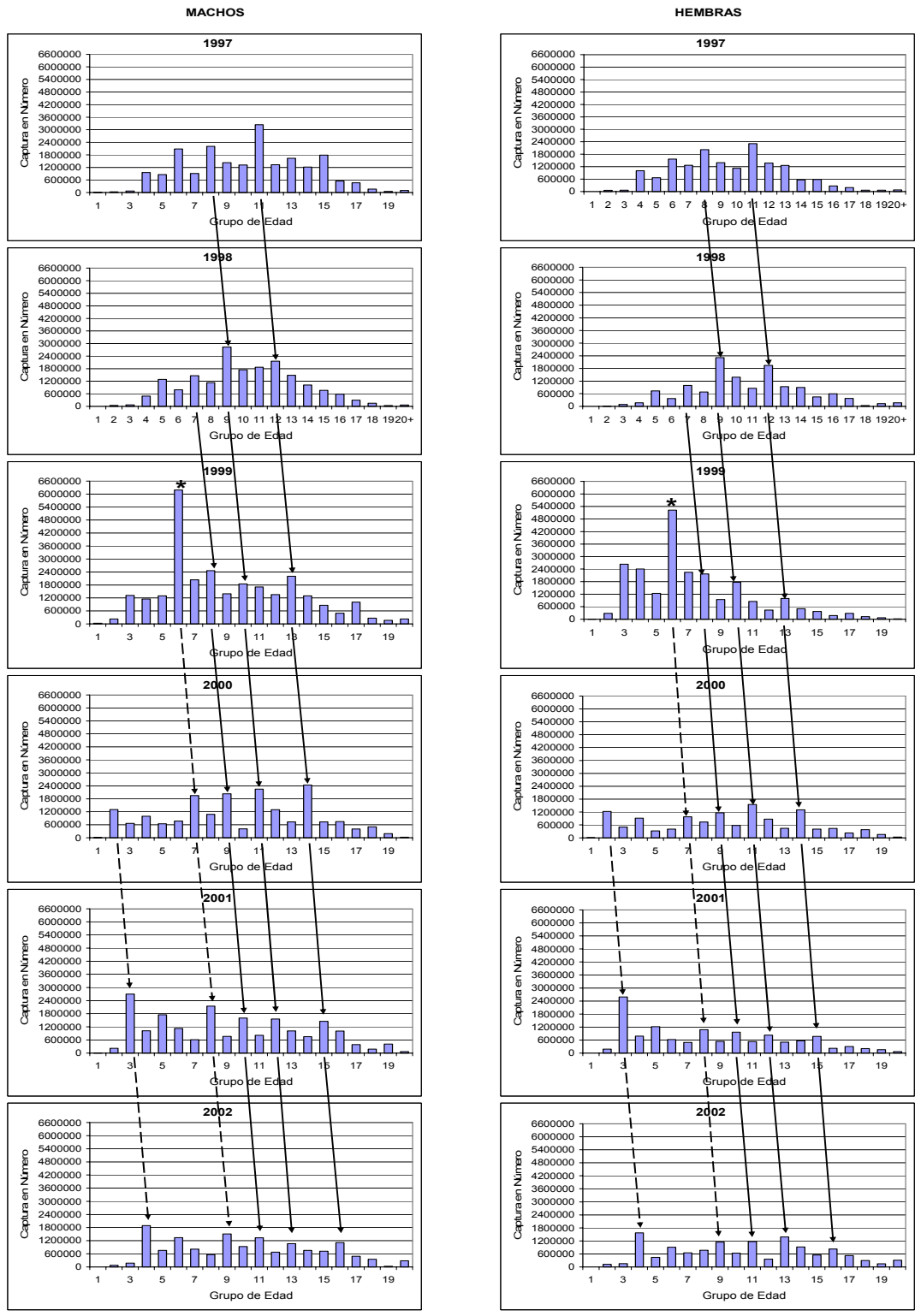
**Figura 13.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002 y 2003 (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; y B/C Abate Molina agosto 2003, respectivamente).



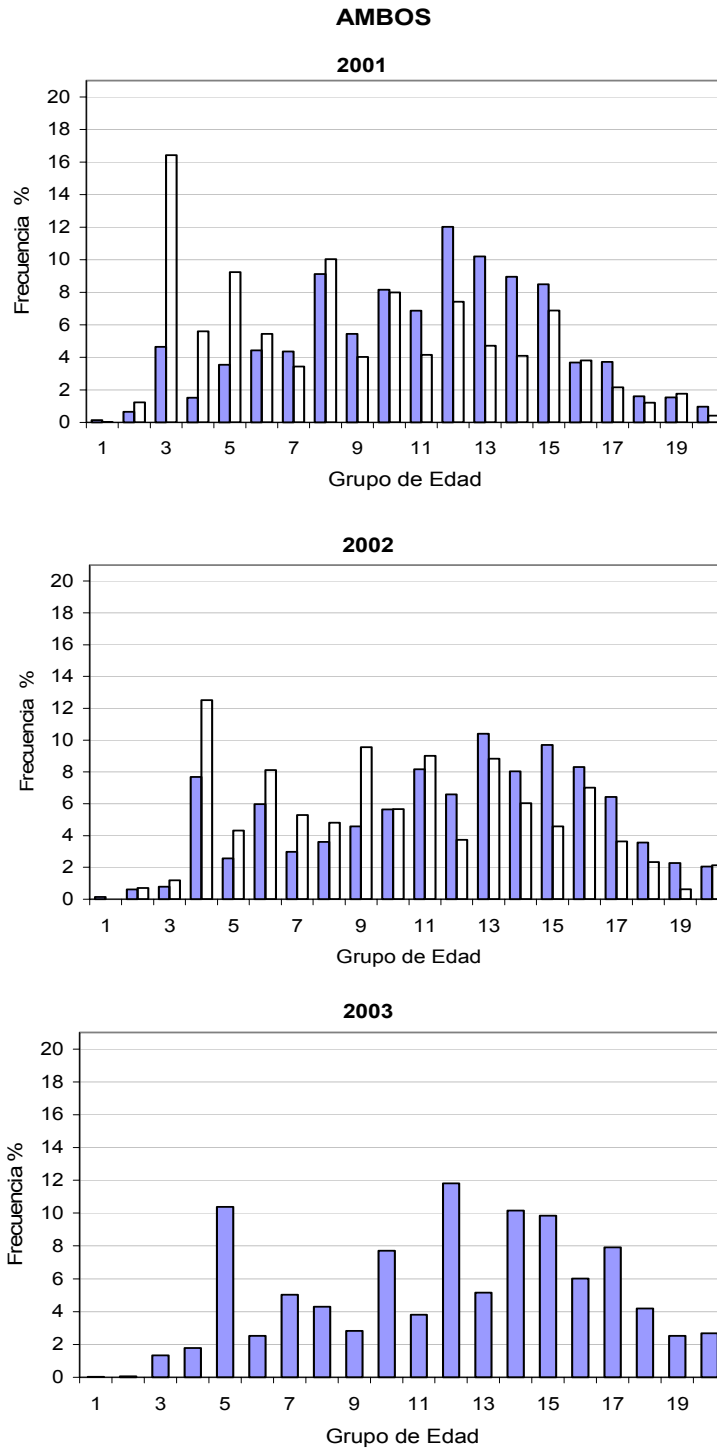
**Figura 14.** a) Distribución de frecuencia de tallas observadas en el muestreo de longitudes *versus* las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras. b) Frecuencia ponderada por sexo y por clase de talla.



**Figura 15.** Dispersión de los datos peso - longitud para merluza de tres aletas y curva ajustada. Crucero de Investigación 2003.

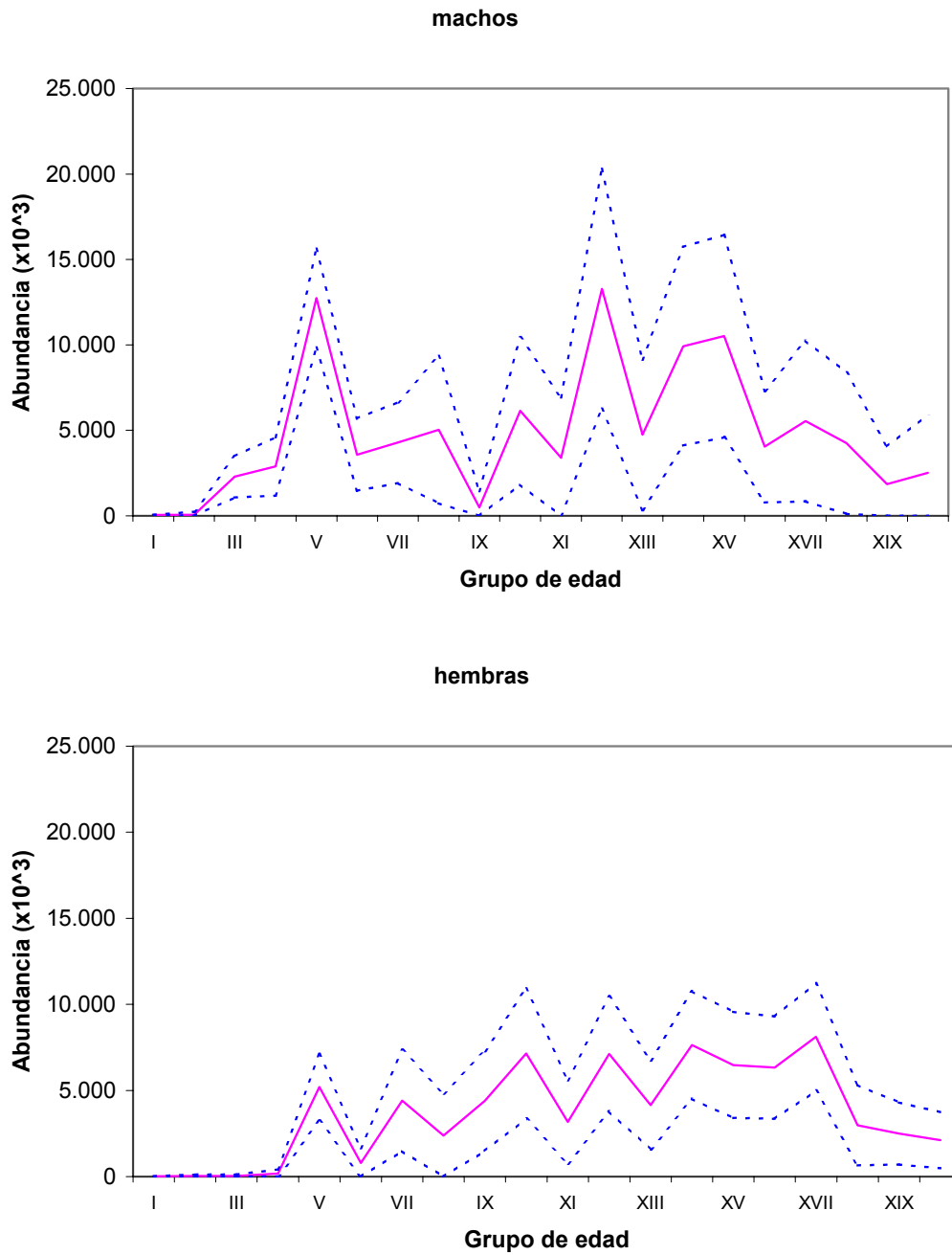


**Figura 16.** Composición de la captura en número de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, en el área total de la pesquería demersal sur-austral para el período 1997 – 2002.

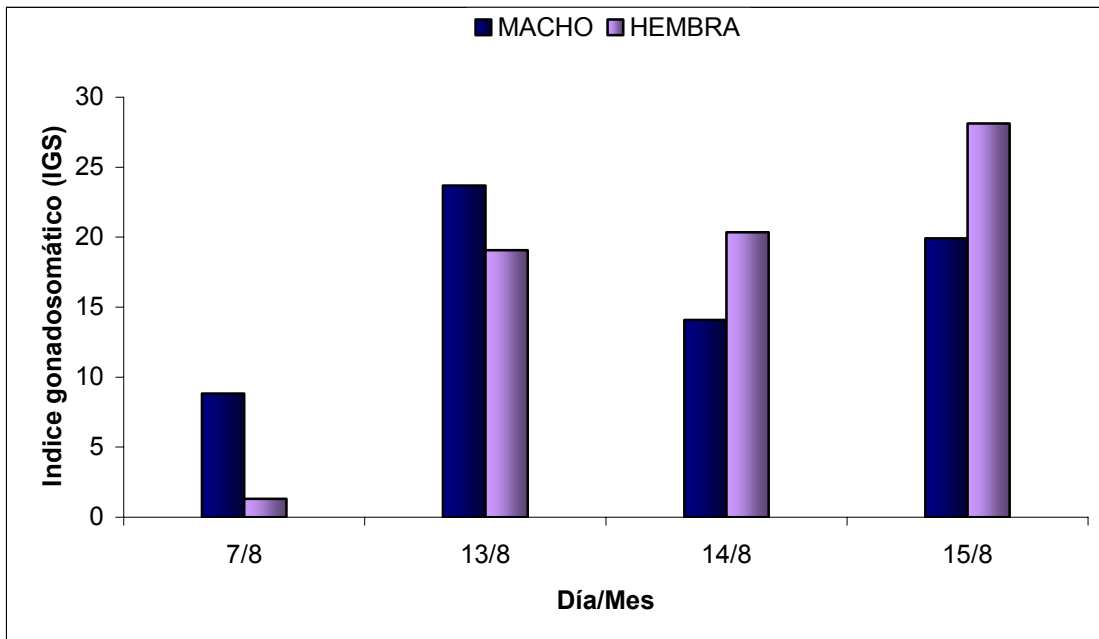


**Figura 17.** Estructura (en %) de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. Período 2001-2003. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceos de investigación.

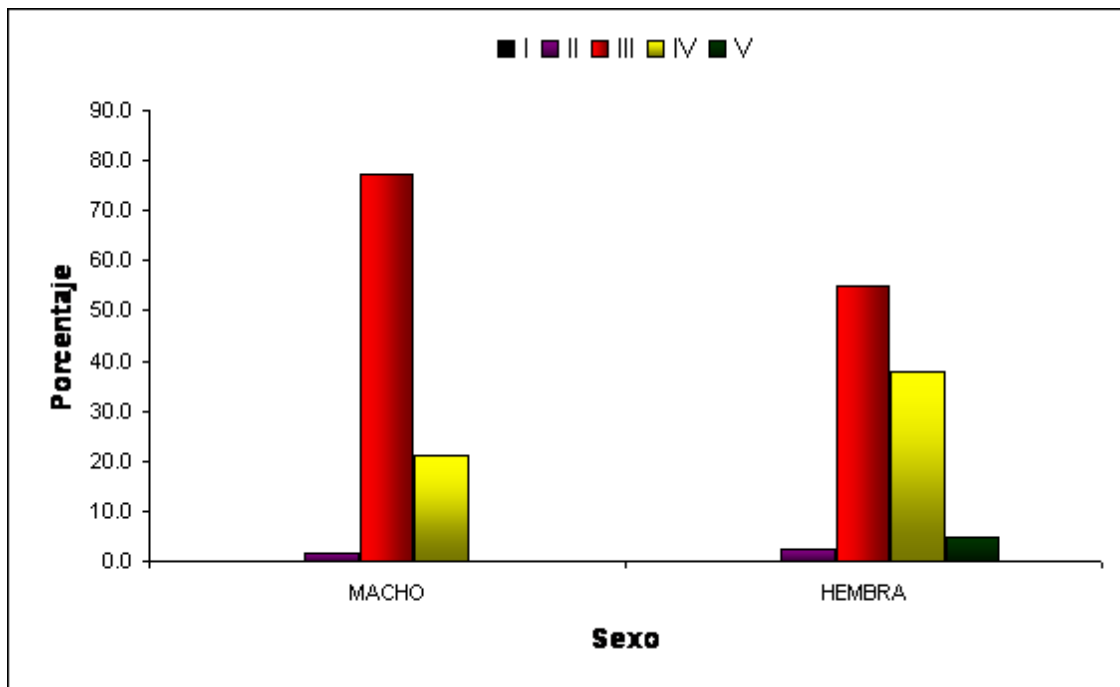




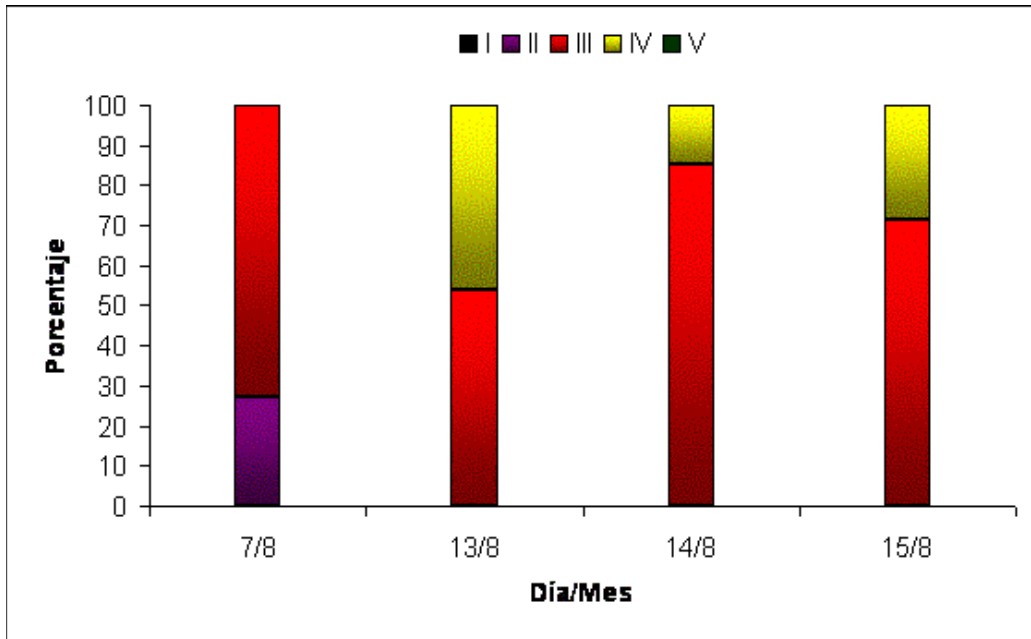
**Figura 18.** Abundancia y desviación estándar por grupos de edad de merluza de tres aletas. Crucero de Evaluación 2003.



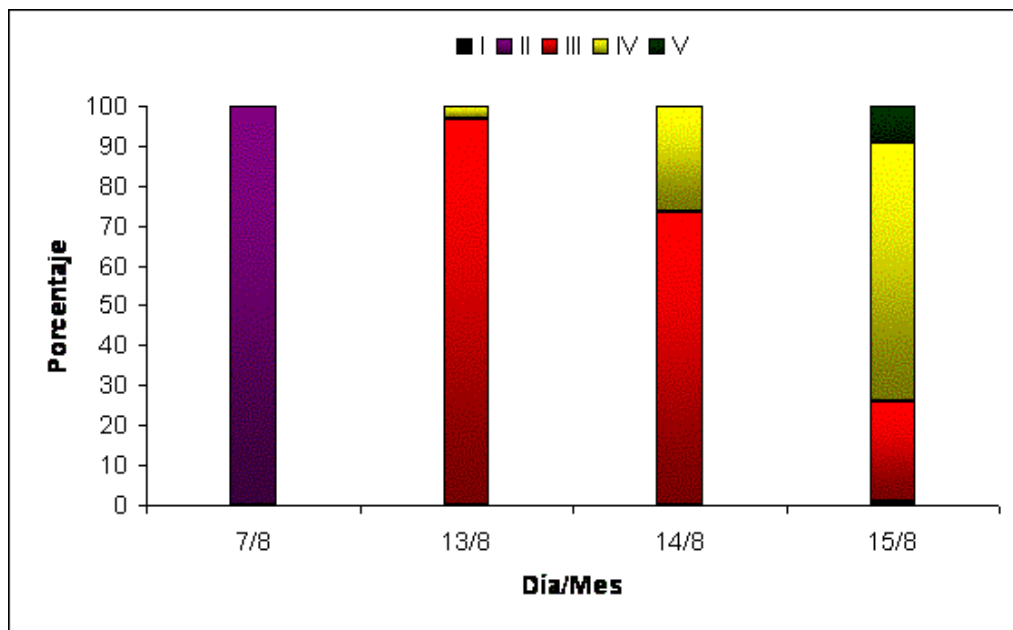
**Figura 19.** Evolución diaria del índice gonadosomático en la merluza de tres aletas, recolectadas del 7 al 15 de agosto de 2003.



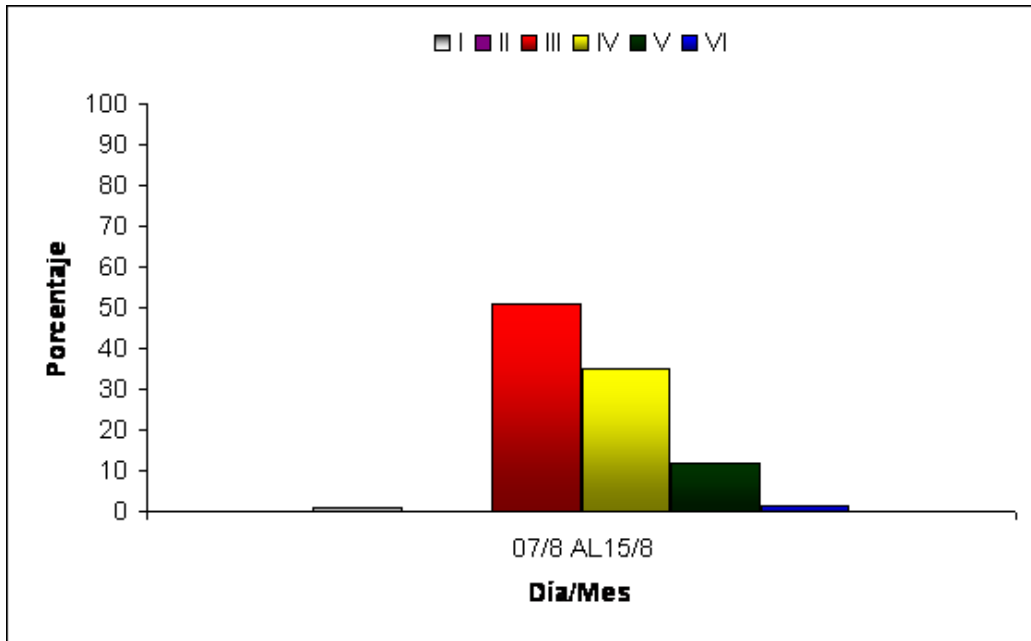
**Figura 20.** Incidencia de estadios de madurez macroscópico en ejemplares de merluza de tres aletas, recolectados del 7 al 15 de agosto de 2003.



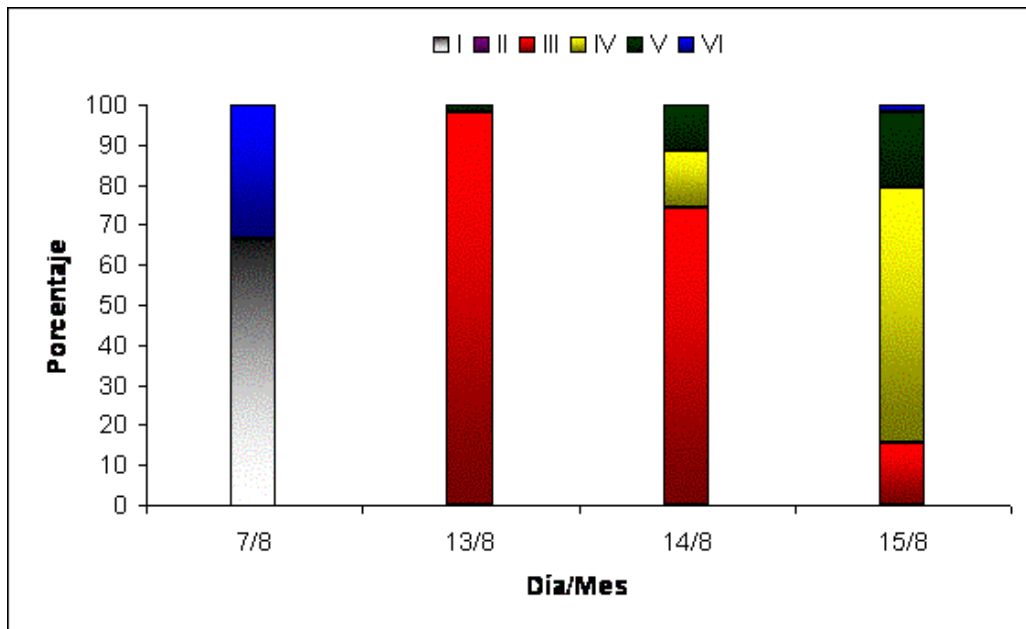
**Figura 21.** Incidencia diaria de estadios de madurez macroscópico en machos de merluza de tres recolectados del 7 al 15 de agosto de 2003 (I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Maduro y V: Evacuados).



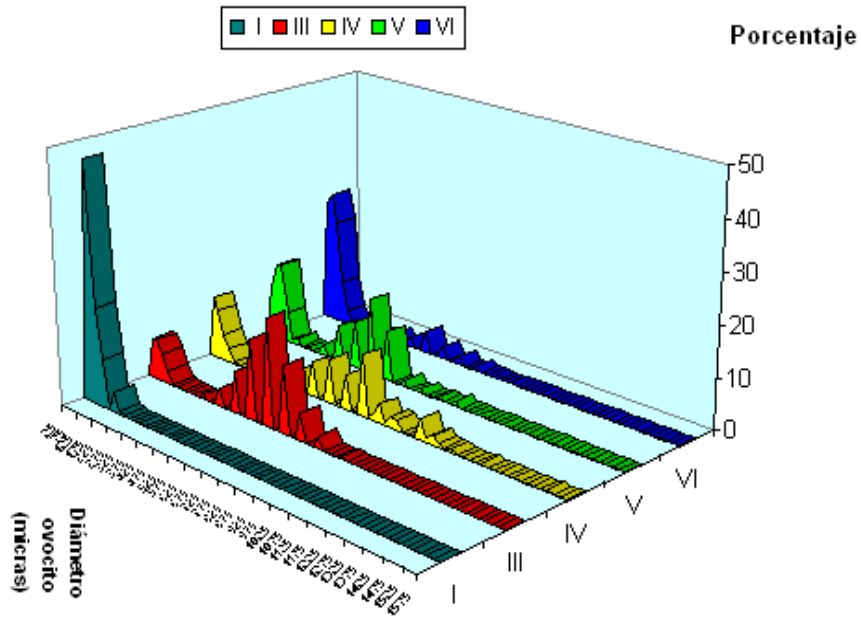
**Figura 22.** Incidencia diaria de estadios de madurez macroscópico en hembras de merluza de tres aletas, recolectados del 7 al 15 de agosto de 2003 (I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: En Desove y V: En Reposo).



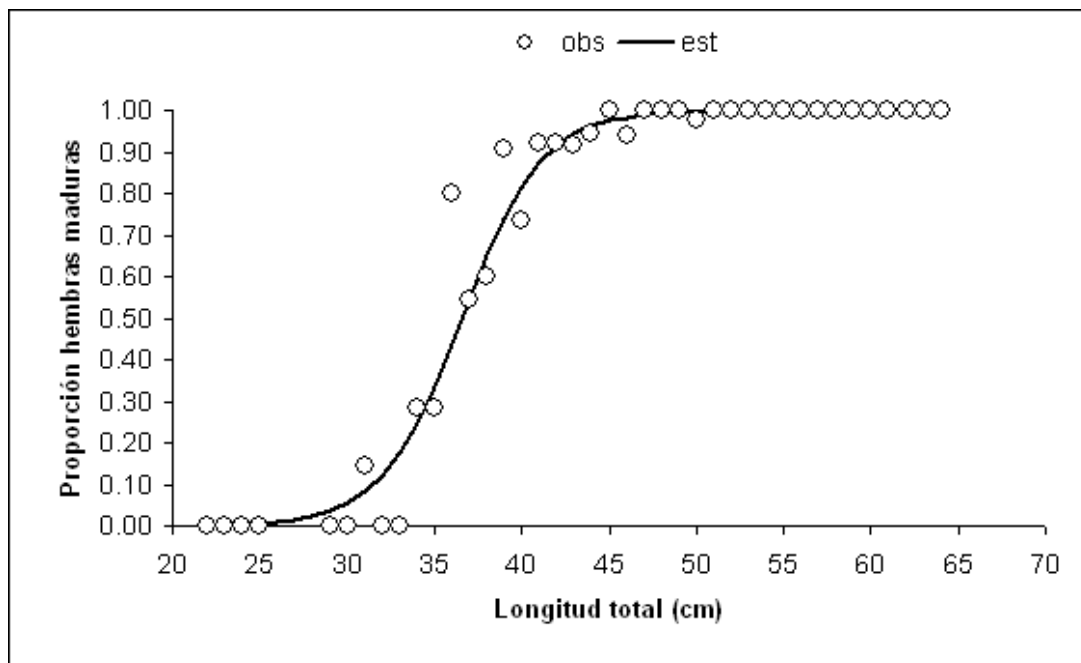
**Figura 23.** Incidencia de estadios de madurez histológico en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 7 al 15 de agosto de 2003 (I: Inmaduro; II: En desarrollo (inicial); III: En desarrollo (tardío); IV: Hidratada y En desove; V: Desove parcial y VI: Desovada).



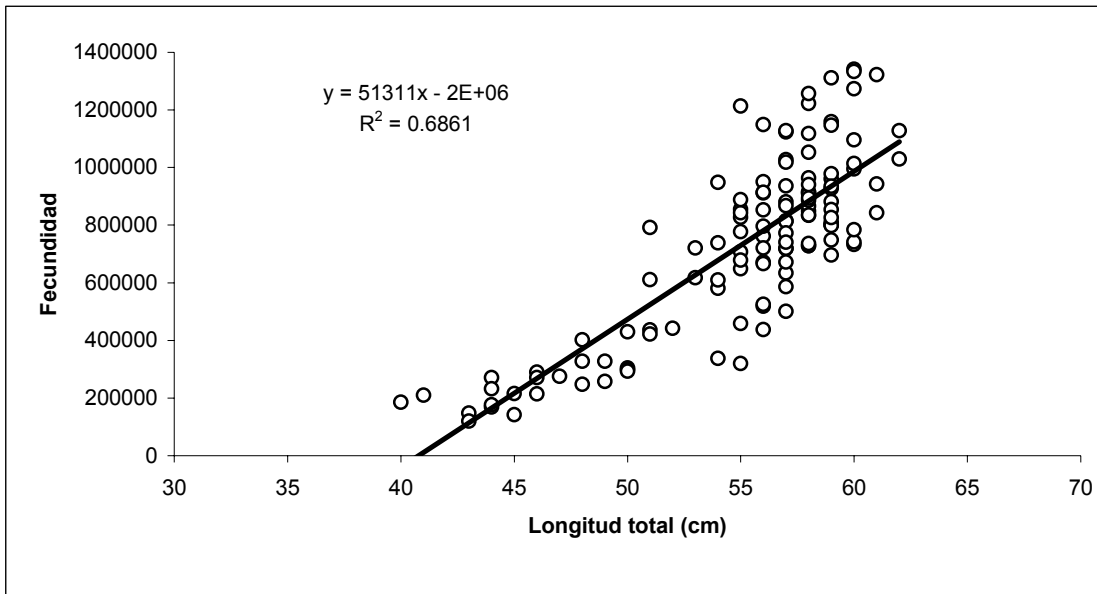
**Figura 24.** Incidencia diaria de estadios de madurez histológico en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 7 al 15 de agosto de 2003 (I: Inmaduro; II: En desarrollo (inicial); III: En desarrollo (tardío); IV: Hidratada; V: Desove parcial y VI: Desovada).



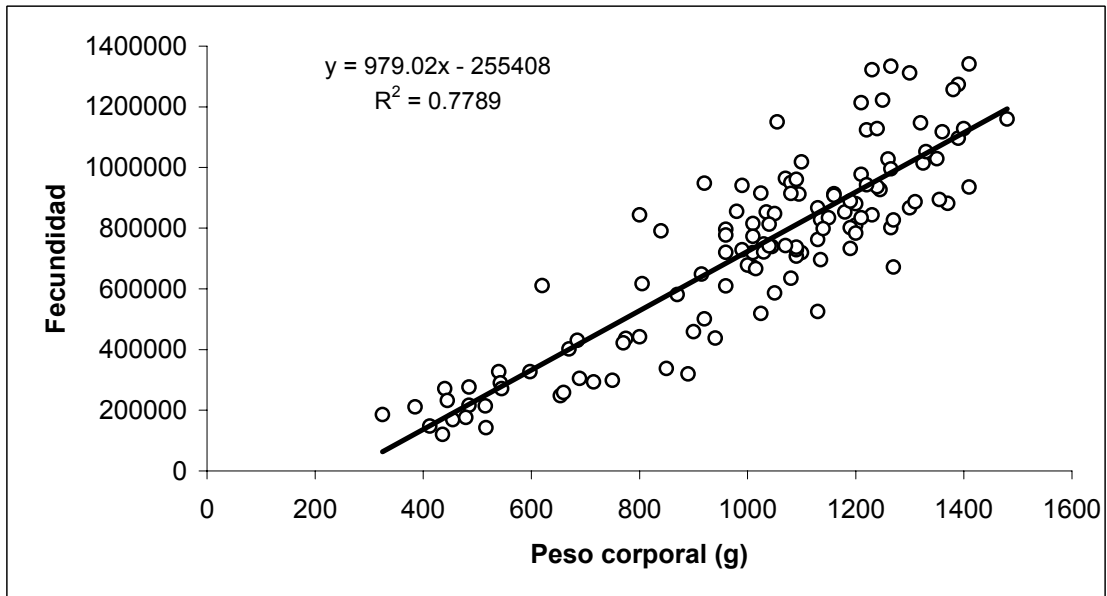
**Figura 25.** Distribución de frecuencia porcentual de diámetros de ovocitos en ovarios en distinto estadio de madurez sexual (I: Inmaduro; III: Desarrollo Tardío; IV: Hidratado y En Desove; V: Desove parcial y VI: Desovado).



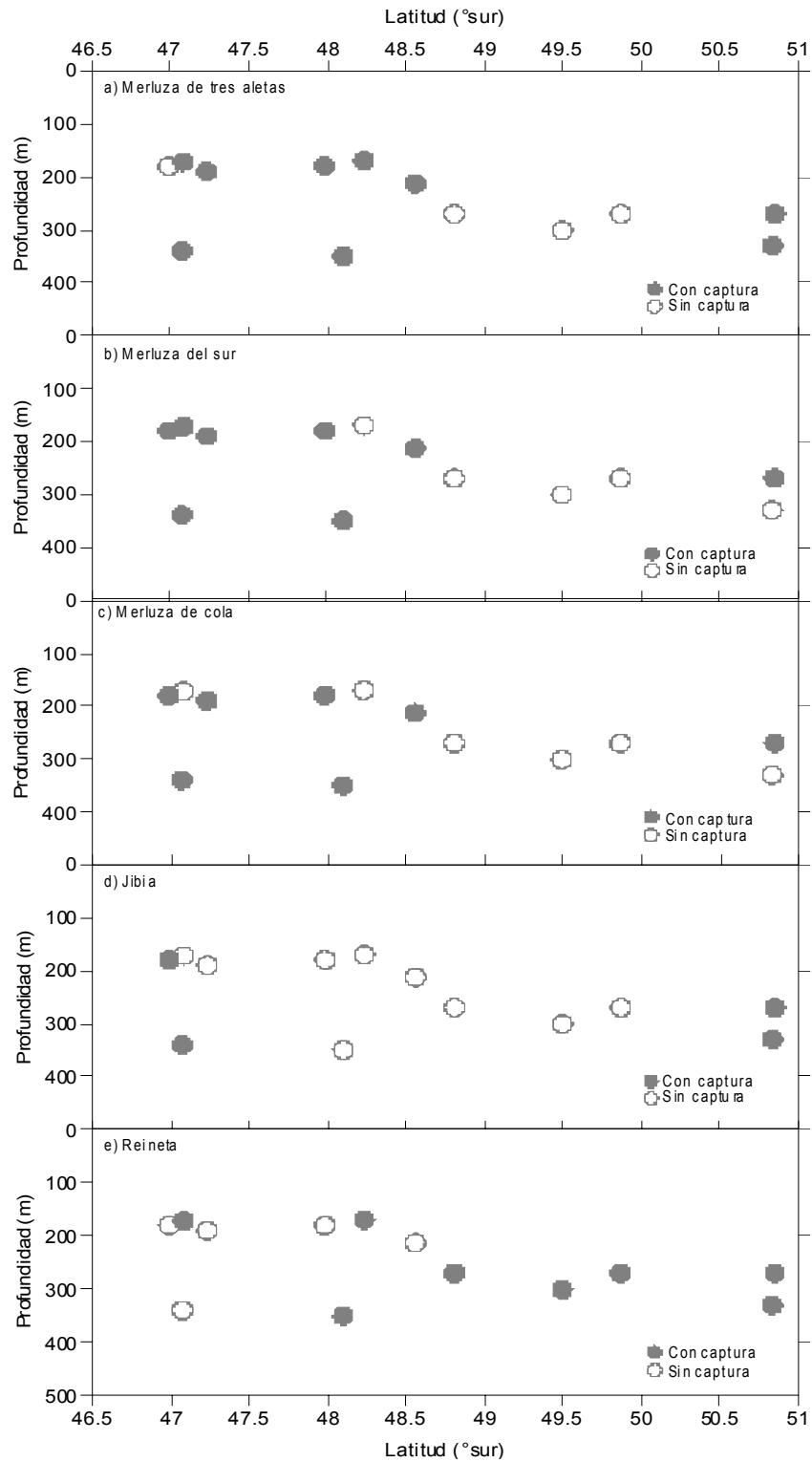
**Figura 26.** Ajuste de la curva logística a la madurez sexual en función de la longitud total en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas durante agosto de 2001, 2002 y 2003.



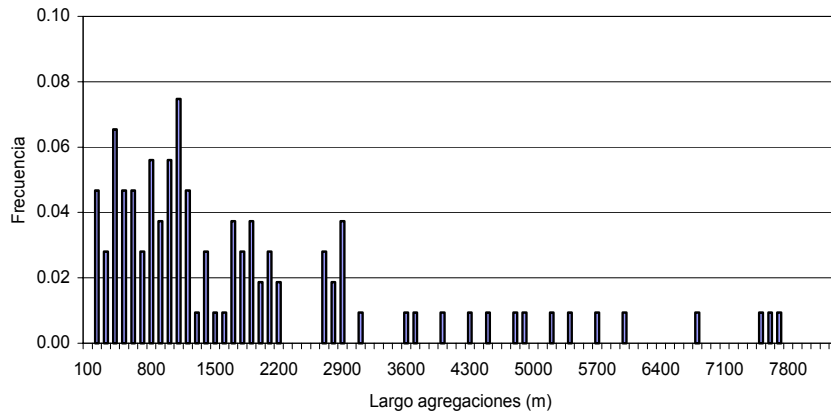
**Figura 27.** Relación entre el tamaño y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.



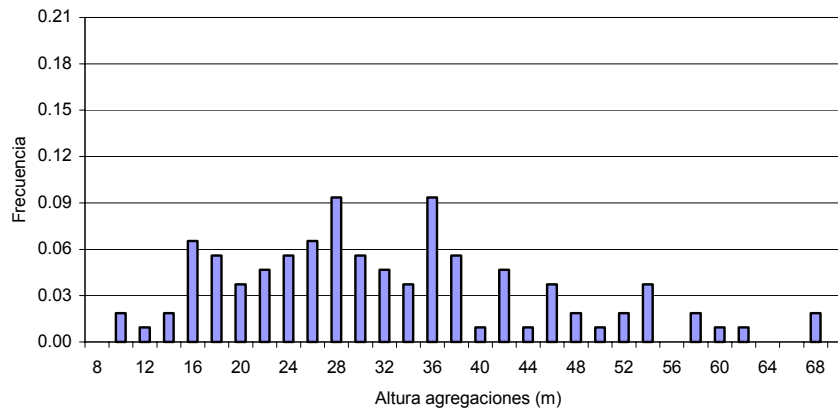
**Figura 28.** Relación entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.



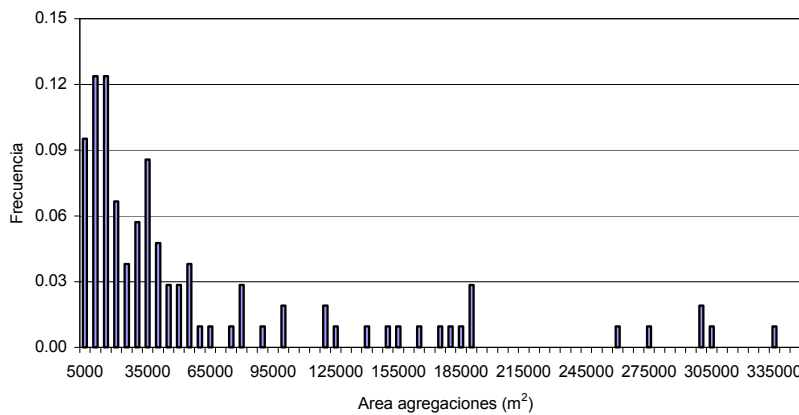
**Figura 29.** Distribución de los lances de pesca con captura y sin captura en latitud y profundidad para las siguientes especies. a) Merluza de tres aletas, b) Merluza del sur, c) Merluza de cola, d) Jibia y e) Reineta.



**Figura 30.** Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.

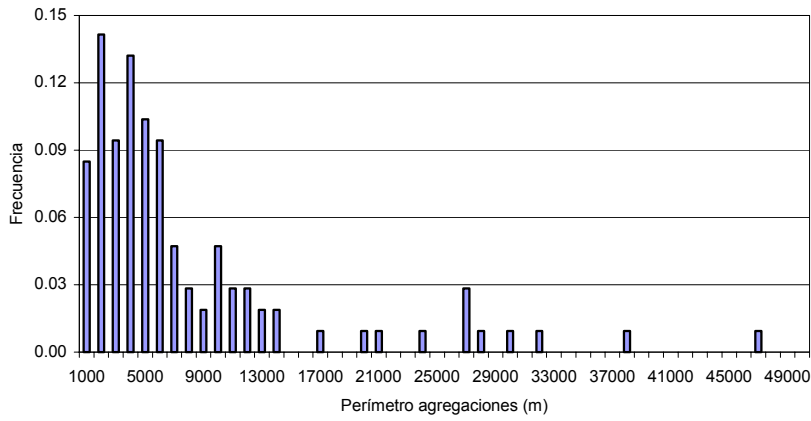


**Figura 31.** Distribución de frecuencia del descriptor altura de agregaciones.

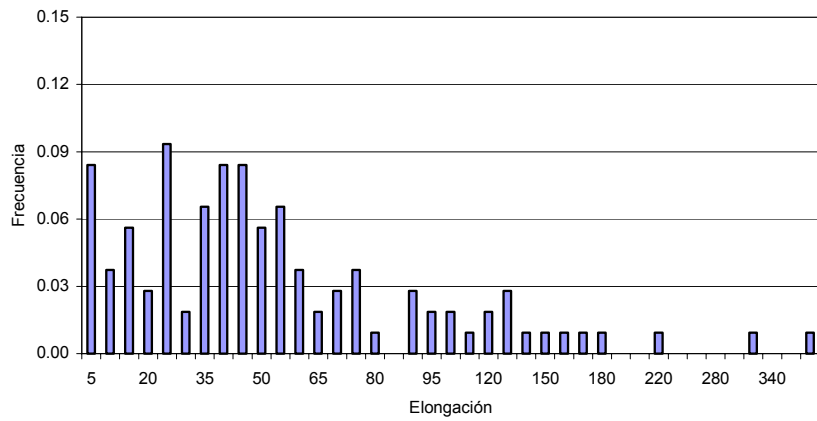


**Figura 32.** Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones.

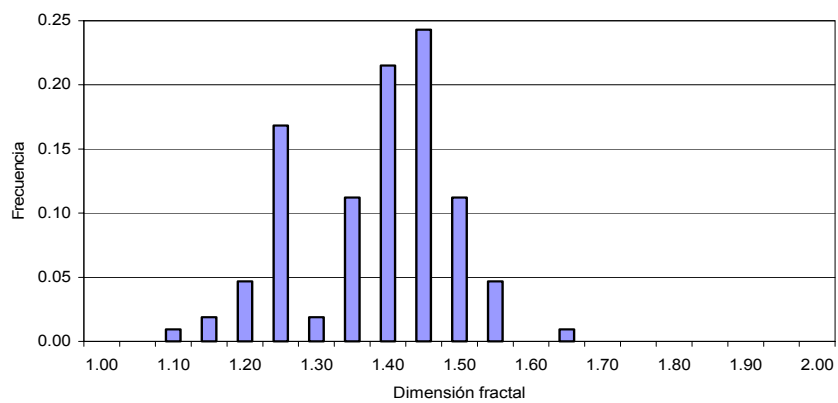




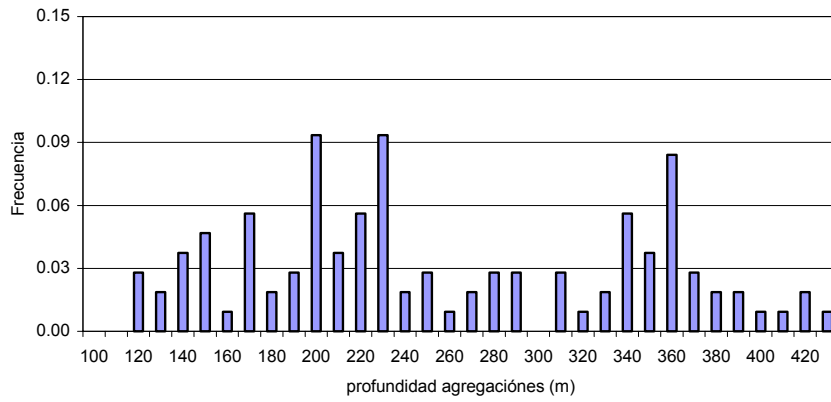
**Figura 33.** Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones.



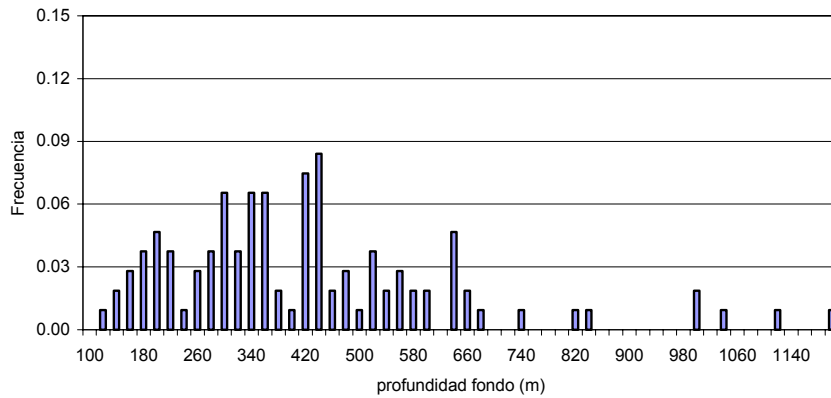
**Figura 34.** Distribución de frecuencia del descriptor elongación.



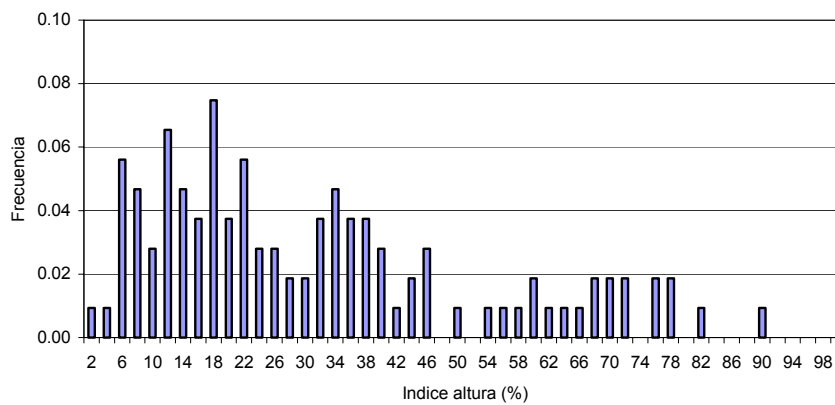
**Figura 35.** Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal.



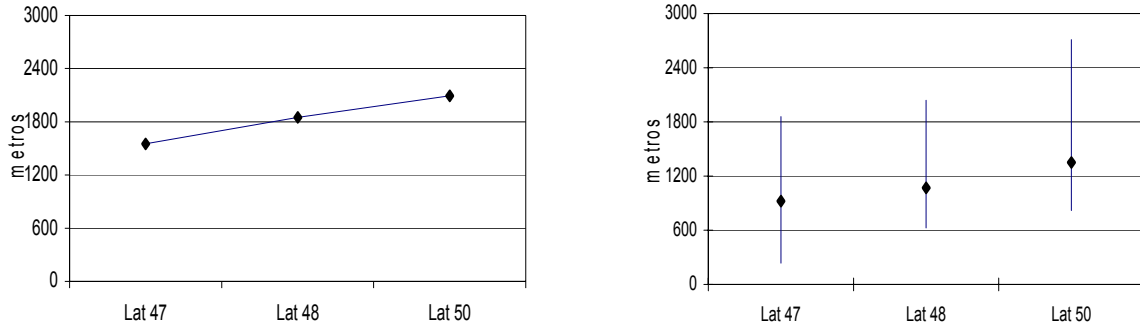
**Figura 36.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.



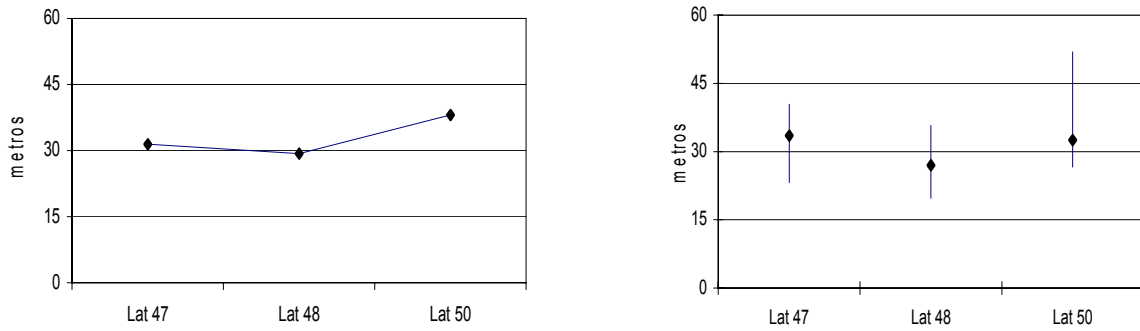
**Figura 37.** Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo.



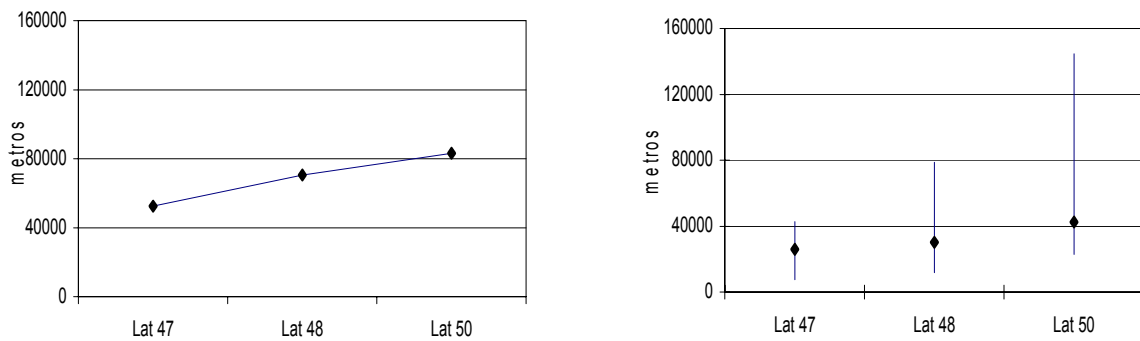
**Figura 38.** Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura.



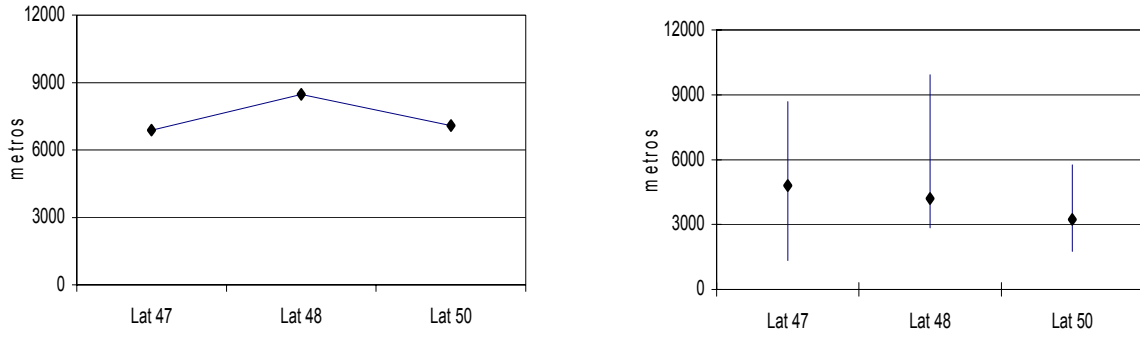
**Figura 39.** Largo promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



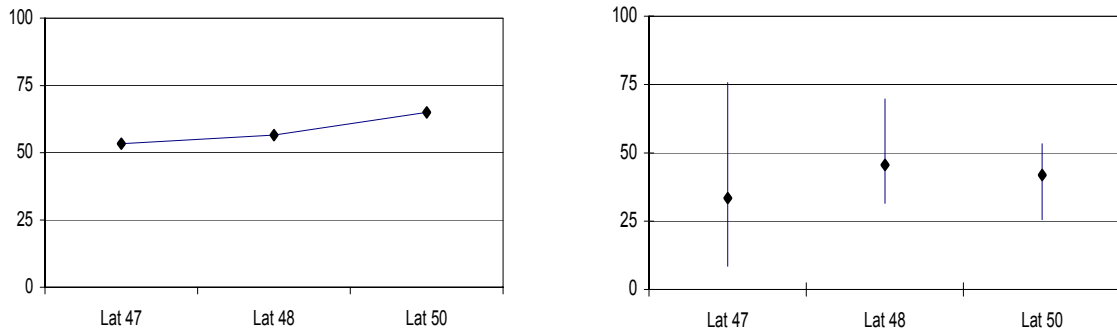
**Figura 40.** Altura promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



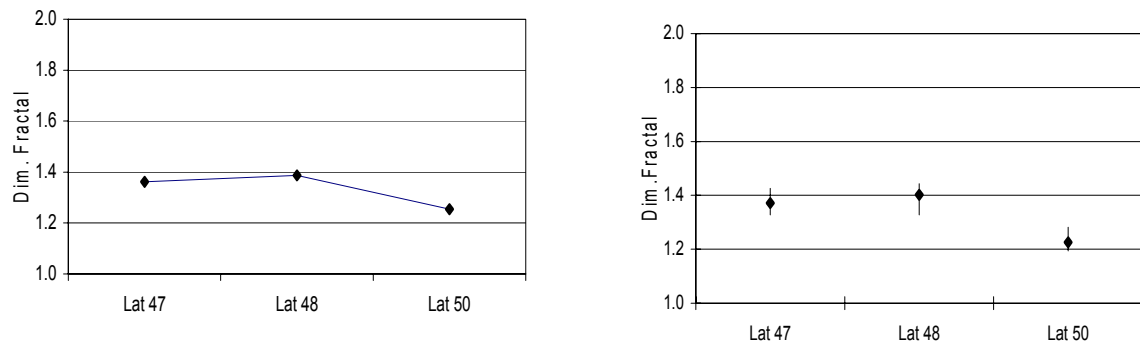
**Figura 41.** Área promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



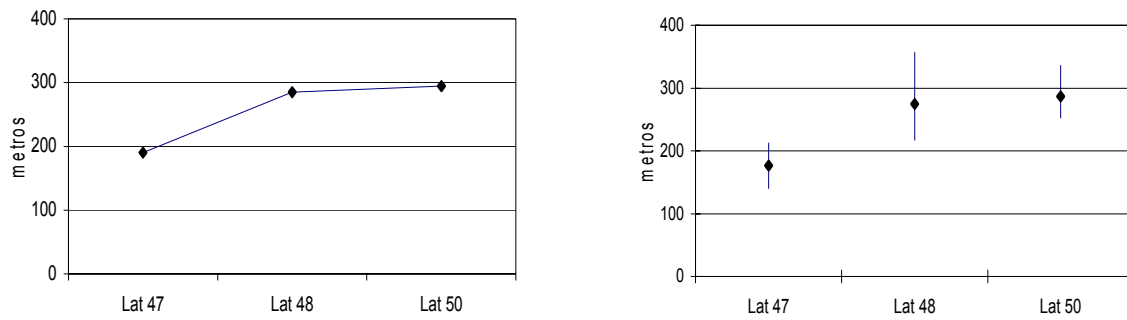
**Figura 42.** Perímetro promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



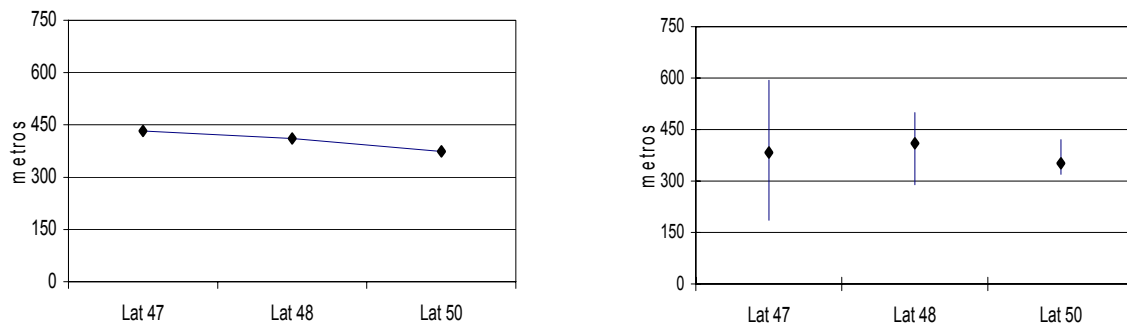
**Figura 43.** Elongación promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



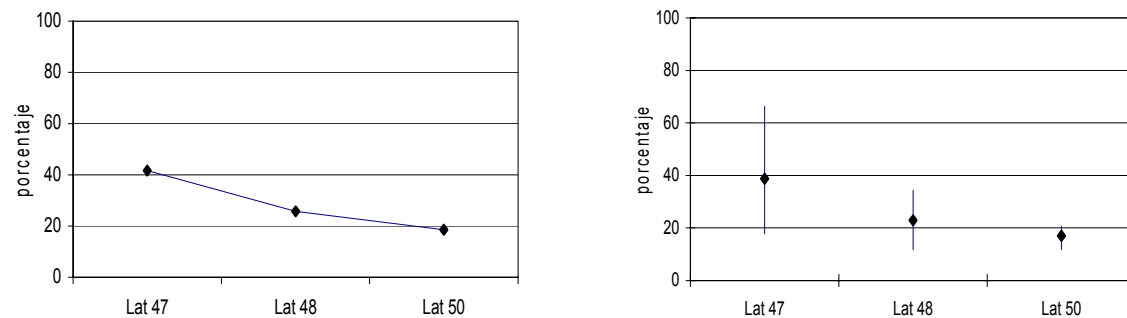
**Figura 44.** Dimensión fractal promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



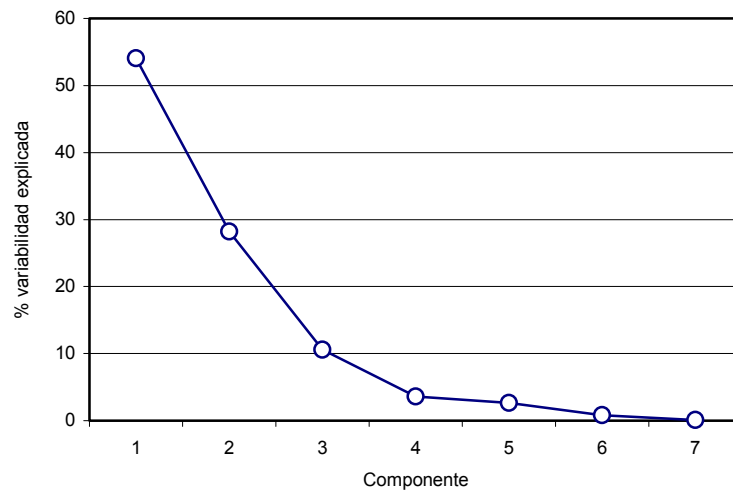
**Figura 45.** Profundidad promedio (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



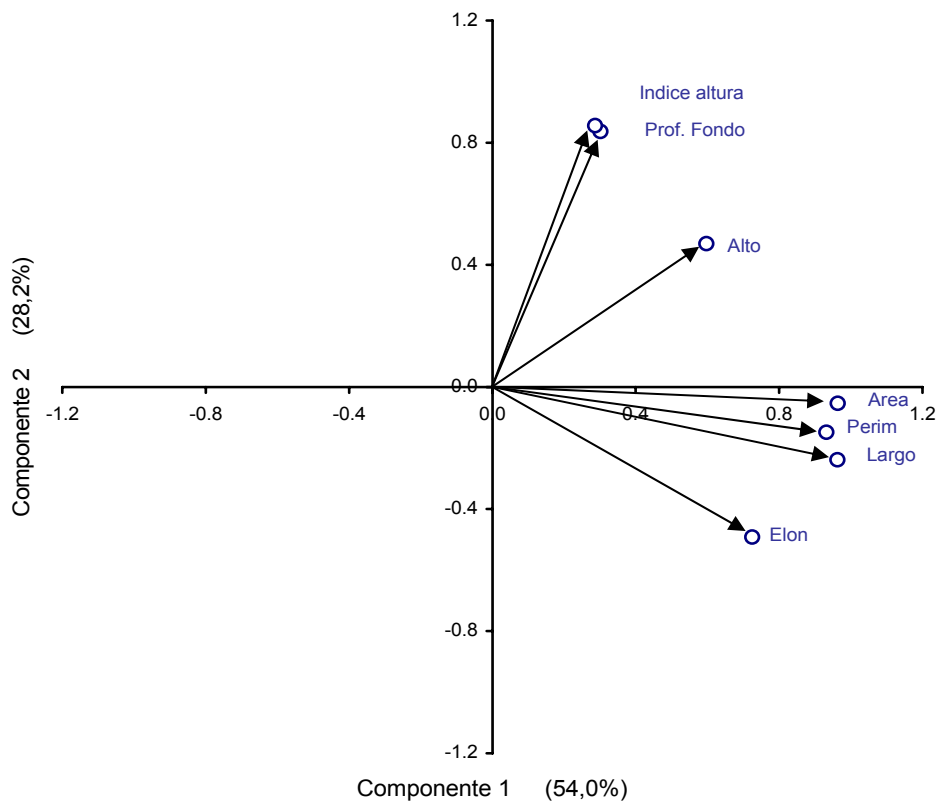
**Figura 46.** Profundidad promedio del fondo (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



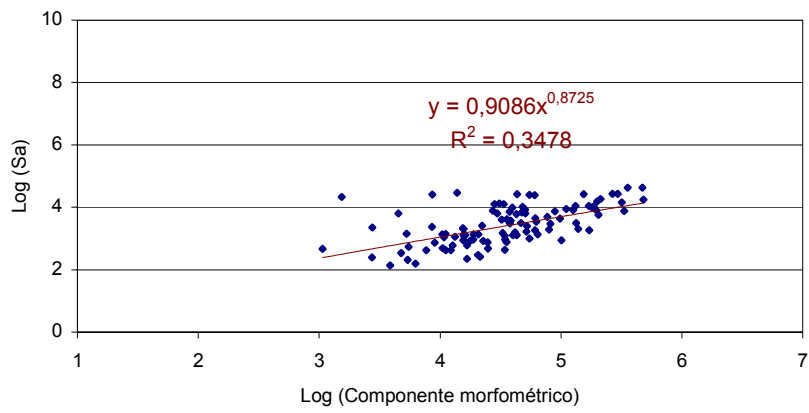
**Figura 47.** Índice altura promedio del fondo (izq.), mediana y cuartiles 25 y 75% de las agregaciones según latitud (der.).



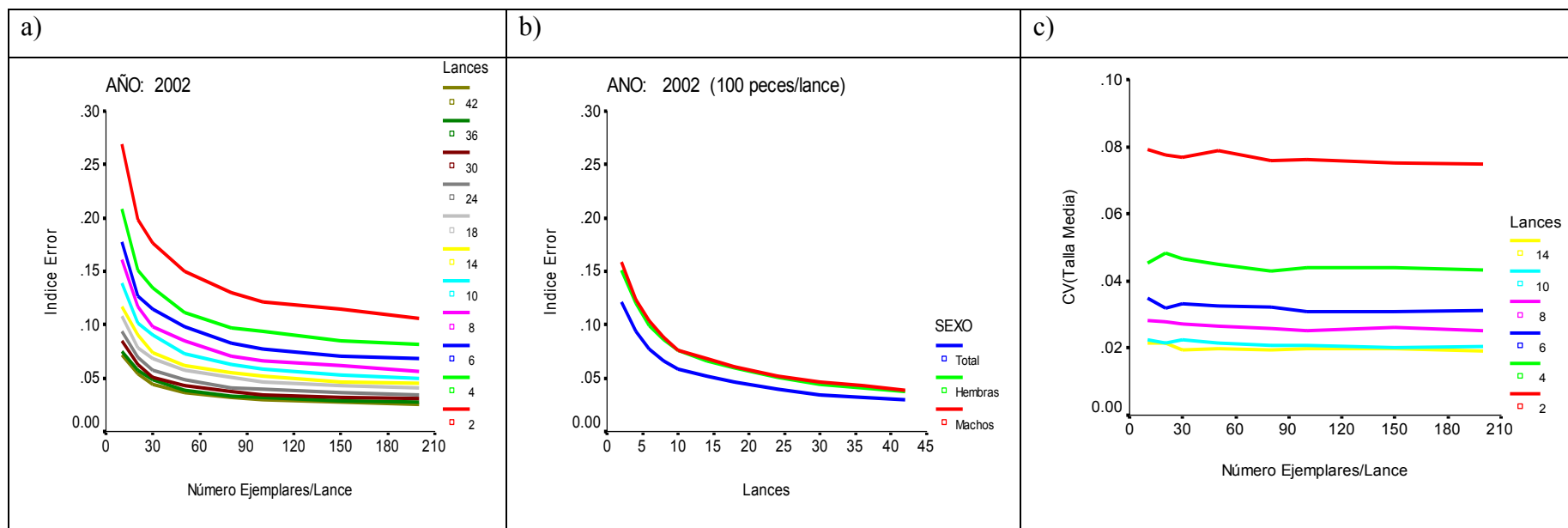
**Figura 48.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.



**Figura 49.** Correlación de las variables originales con los dos componentes.



**Figura 50.** Regresión lineal entre el componente morfométrico y energía retrodispersada (Sa).



**Figura 51.** Índice del error en la estimación de la composición de tallas de la captura de *M. australis* considerando: **a)** Diferentes combinaciones de tamaños de muestra de lances y ejemplares medidos sin diferenciar por sexo, **b)** Tendencia del índice de error para la estructura total y diferenciada por sexo frente a un aumento del número de lances y **c)** el número de ejemplares medidos al interior del lance. Crucero evaluación de merluza de tres aletas, 2002.



# **T A B L A S**

---

**Tabla 1**

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

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

**Tabla 2**

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

<b>Estadio</b>	<b>Denominación</b>	<b>Aspecto macroscópico</b>
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles.
II	Inmaduro	Peces pequeños (menores de 25 cm app.): Ovarios de reducido tamaño, ubicados en la parte posterior y superior de la cavidad abdominal; cilíndricos, turgentes y traslúcidos. Se diferencian fácilmente de los adultos por el delgado espesor de la túnica ovárica. Peces grandes (mayores de 25 cm app): Ovarios flácidos, de color blanco grisáceo, ocupan aproximadamente un tercio de la cavidad abdominal. Presentan la túnica notoriamente engrosada y se diferencian del estadio anterior por la falta de focos hemorrágicos y la ausencia de ovocitos vitelados residuales.
III	En maduración	Ovarios de color amarillento, cilíndricos y turgentes, con escasa irrigación sanguínea. Pueden ocupar hasta dos tercios de la cavidad abdominal. Los ovocitos se presentan opacos y son distinguibles a simple vista.
IV	En Desove	Es posible observar ovocitos libres en el lumen ovárico y en los canales de evacuación. Los ovarios ocupan la totalidad de la cavidad abdominal. Son fácilmente distinguibles del estadio anterior por la presencia de ovocitos hidratados, grandes y traslúcidos.
V	En Reposo (Post-desove)	Ovario de poco volumen, de coloración violácea, con focos hemorrágicos evidentes. Es factible observar ovocitos residuales a través de la túnica, la cual presenta estriaciones longitudinales debido a la disminución en volumen del parénquima ovárico.

**Tabla 3**

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

Lugar: Bahía de Puerto Ballena (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 4**

Relación longitud-TS, área prospectada ( $A$ ), constante de ecointegración ( $\hat{C}_b$ ) y su varianza ( $\hat{V}(\hat{C}_b)$ ), varianza del muestro ( $\hat{V}(Z_v^*)$ ), estimados de biomasa ( $\hat{B}_o$ ), varianza de varianza ( $\hat{V}(\hat{B}_o)$ ) y límites de confianza de la biomasa de merluza de tres aletas.

$$((\hat{Z}_v^* = 518)$$

Relación Longitud-TS	A (mn <sup>2</sup> )	( $\hat{C}_b$ )	( $\hat{V}(\hat{C}_b)$ )	( $\hat{V}(Z_v^*)$ )	$\hat{B}_o$ (t)	( $\hat{V}(\hat{B}_o)$ ) (t) <sup>2</sup>	Límites de confianza (t)	
TS=20*log(talla)-68,5 (Lillo <b>et al.</b> , 1996)	1.610	0,21	0,0001	10.100	174.379	1,21e9	116.933	231.837
TS= 21.7*log (talla) - 72.8 (Monstad <b>et al.</b> , 1992)	1.610	0,28	- (*)	10.100	237.229	2.1e9	162.163	314.873

(\*): sólo considera varianza del muestreo ( $\hat{V}(Z_v^*)$ )

**Tabla 5**

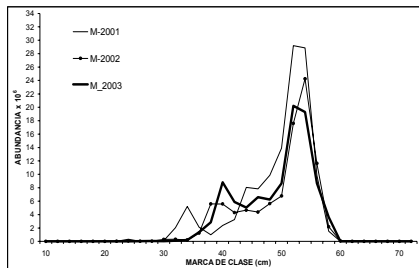
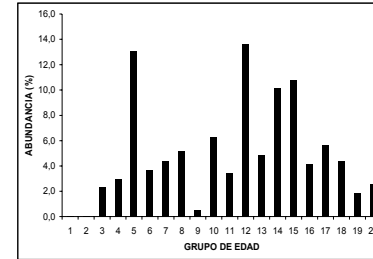
Parámetros de la relación peso - longitud de merluza de tres aletas,  
crucero de evaluación, Agosto del 2003

Sexo	Parámetros	Zona sur
Machos	a	0.0007878 (0,0003916 - 0,0011839)
	b	3.5367981 (3,4097759 - 3,6638203)
	N	222
	r <sup>2</sup>	0.9544
Hembras	a	0.0021798 (-0,0002153 - 0,0045749)
	b	3.2922254 (3,0209083 - 3,5635425)
	N	228
	r <sup>2</sup>	0.8655
Ambos	a	0.0009192 (0,0004242 - 0,0014142)
	b	3.5033933 (3,3696569 - 3,6371297)
	N	450
	r <sup>2</sup>	0.927

**Tabla 6**

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero 2003 (B=174.379)

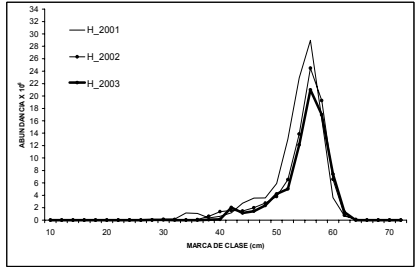
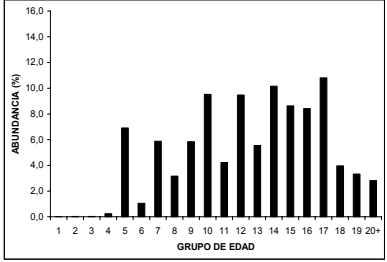
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20+
10 - 11																					
12 - 13																					
14 - 15																					
16 - 17																					
18 - 19																					
20 - 21																					
22 - 23	2935	2935																			
24 - 25	8806	8806																			
26 - 27	35225	35225																			
28 - 29	52837		46966	5871																	
30 - 31	35225		25618	9607																	
32 - 33	110075			110075																	
34 - 35	179790																				
36 - 37	1379293			1206881	172412																
38 - 39	2838174			774048	258016	1548095	258016														
40 - 41	8801274				1375199	6325916	550080	275040	275040												
42 - 43	5876435				419745	3567836	629618	629618	629618												
44 - 45	5055498				842583	1123444	1123444	842583	842583												
46 - 47	6595323						1014665	2536663	507333												
48 - 49	6248203									480631	1441893	480631	1441893	1441893							
50 - 51	8641445										1234492	1234492	3703476	1234492							
52 - 53	20215268										1555021	1555021	4665062	1555021	3110041	3110041					
54 - 55	19298448										839063	1678126	2517189	1555021	3110041	3110041					
56 - 57	8672283											1678126	2517189	1555021	3110041	3110041					
58 - 59	3599037												449880	2040537	1020269	1530403	839063	1678126	839063	1020269	510134
60 - 61	9488													449880	1020269	1020269	1020269	1020269	1020269	1020269	449880
62 - 63															9488						
64 - 65																					
66 - 67																					
68 - 69																					
70 - 71																					
72 - 73																					
74 - 75																					
76 - 77																					
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87																					
TOTAL	97655062	46966	72584	2286272	2895543	12737702	3575823	4283904	5044086	480631	6146168	3393249	13287634	4738738	9917972	10523814	4047592	5548603	4253415	1859331	2515035
PORCENTAJE		0,05	0,07	2,34	2,97	13,04	3,66	4,39	5,17	0,49	6,29	3,47	13,61	4,85	10,16	10,78	4,14	5,68	4,36	1,90	2,58
TALLA PROM. (cm)		25,88	29,21	36,78	41,78	41,12	43,67	45,13	48,17	48,50	49,49	52,19	52,24	50,12	53,88	54,62	55,26	54,07	54,25	55,60	54,38
VARIANZA		1,36	0,91	2,68	3,96	2,86	6,20	3,58	16,86	0,00	10,04	5,61	5,38	4,10	5,91	3,64	0,94	7,82	2,36	0,99	6,13
PESO PROM (g)		79,0	120,7	273,9	430,2	405,6	505,3	564,2	727,4	722,0	789,5	944,6	947,4	816,8	1.057,2	1.105,2	1.146,7	1.072,9	1.076,8	1.172,0	1.092,5



**Tabla 7**

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2003 (B=174.379)

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20+
10 - 11																					
12 - 13																					
14 - 15																					
16 - 17																					
18 - 19																					
20 - 21																					
22 - 23																					
24 - 25	1425	1425																			
26 - 27	7127	7127																			
28 - 29	25668		19243	6414																	
30 - 31	15680		4480	11200																	
32 - 33	1425		1425																		
34 - 35	7127		1425	5702																	
36 - 37	2851		2851																		
38 - 39					51919																
40 - 41	110803				27701	55401	27701														
42 - 43	2037983					2037983															
44 - 45	1138905				103537	828295	103537	103537													
46 - 47	1429759					794311	317724	317724													
48 - 49	2357083					1010179	336726	1010179													
50 - 51	4221246					469027		938055	938055	938055	938055										
52 - 53	5029096							838183	838183												
54 - 55	12108536							1210854	605427	3027134	1816280	1210854	1210854	605427	1210854	605427	605427				
56 - 57	21004835									428670	2143351	1714680	1286010	2572021	2572021	2572021	1714680	428670	857340	428670	
58 - 59	16965245									428670	585008			3217546	1462521	2340034	3510051	1462521	585008	877513	
60 - 61	7416394											247213	247213	494426	1236066	1236066	494426	1977705	247213	741639	494426
62 - 63	1262541															315635	315635			315635	315635
64 - 65																					
66 - 67																					
68 - 69																					
70 - 71																					
72 - 73																					
74 - 75																					
76 - 77																					
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87																					
TOTAL	75195638	8553	26574	26167	183157	5195195	785688	4418530	2381664	4393859	7159059	3172747	7127122	4161307	7631060	6481461	6327543	8123498	2976587	2499623	2116244
PORCENTAJE		0,01	0,04	0,03	0,24	6,91	1,04	5,88	3,17	5,84	9,52	4,22	9,48	5,53	10,15	8,62	8,41	10,80	3,96	3,32	2,81
TALLA PROM. (cm)		26,2	29,4	31,5	42,2	45,3	46,9	51,1	52,2	53,8	54,4	56,0	56,7	57,0	57,8	57,3	57,7	58,4	56,7	58,9	59,2
VARIANZA		0,56	2,70	7,32	7,31	8,08	3,36	7,70	2,51	3,37	5,53	2,57	3,40	3,98	2,82	3,99	3,56	3,63	7,76	4,41	3,70
PESO PROM (g)		102	150	193	496	627	695	928	990	1095	1138	1249	1295	1318	1384	1348	1372	1433	1304	1474	1493



**Tabla 8**

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

		Talla						Proporción Sexual	
		Minimo (cm)	Máximo (cm)	Promedio (cm)	Des. Estandar (cm)	Número Individuos	< 35 cm. %	Machos %	Hembras %
<b>Área Total</b>	Machos	23	60	45.88	7.94	787	7.62	56.50	43.50
	Hembras	25	62	53.06	8.04	606	6.11		
	Total	23	62	49.01	8.74	1393	6.96		
<b>Por Área</b>									
Area 1 Taitao 45°30' - 47°29' L.S.	Machos	37	60	51.93	4.75	310	0	48.1	51.9
	Hembras	40	62	55.60	4.21	334	0		
	Total	37	62	53.83	4.84	644	0		
Area 2 Penas-Ladrillero 47°30' - 48°59' L.S.	Machos	33	58	43.70	5.59	410	1.71	64.4	35.6
	Hembras	39	62	53.83	5.69	227	0		
	Total	33	62	47.31	7.43	637	1.1		
Area 3 Trinidad-Concepción 49° - 51 L.S.	Machos	23	51	31.25	5.73	67	79.1	59.8	40.2
	Hembras	25	41	30.40	3.37	45	82.2		
	Total	23	51	30.91	4.92	112	80.4		
<b>Por rango de profundidad</b> promedio de red (m)									
100-199 m	Machos	60	33	47.20	6.73	610	1.148	61.62	38.38
	Hembras	62	39	54.71	5.19	380	0		
	Total	62	33	50.08	7.18	990	0.707		
200-299 m	Machos	58	23	40.61	10.54	145	36.55	41.43	58.57
	Hembras	62	25	50.28	11.16	205	18		
	Total	62	23	46.28	11.89	350	26		
300-399 m	Machos	57	36	44.59	5.10	32	0	60.38	39.62
	Hembras	60	44	50.52	6.13	21	0		
	Total	60	36	46.94	6.21	53	0		

**Tabla 9**

Abundancia por grupos de edad y desviación estándar, merluza de tres aletas.  
Crucero de Evaluación, 2003

GE	Machos		Hembras	
	Número	s.d.	Número	s.d.
I	46,966	1,779	8,553	356
II	72,584	86,857	26,574	45,116
III	2,286,272	603,574	26,167	46,494
IV	2,895,543	854,964	183,157	116,156
V	12,737,702	1,446,057	5,195,195	969,641
VI	3,575,823	1,057,652	785,688	429,896
VII	4,283,904	1,179,896	4,418,530	1,467,909
VIII	5,044,086	2,155,404	2,381,664	1,221,477
IX	480,631	485,076	4,393,859	1,451,211
X	6,146,168	2,155,966	7,159,059	1,892,417
XI	3,393,249	1,769,279	3,172,747	1,209,220
XII	13,287,634	3,504,184	7,127,122	1,671,694
XIII	4,738,738	2,198,676	4,161,307	1,294,851
XIV	9,917,972	2,905,757	7,631,060	1,564,060
XV	10,523,814	2,965,678	6,481,461	1,540,333
XVI	4,047,592	1,630,608	6,327,543	1,485,289
XVII	5,548,603	2,351,610	8,123,498	1,561,249
XVIII	4,253,415	2,068,140	2,976,587	1,168,877
XIX	1,859,331	1,098,802	2,499,623	902,370
XX+	2,515,035	1,702,581	2,116,244	813,995
Total	97,655,062		75,195,638	



**Tabla 10**

Proporción de capturas (%) obtenidas en los lances de pesca de identificación.

Especie	Captura total		Captura fauna acompañante (%)
	(t)	(%)	
Merluza de tres aletas	23,7	78,9	
Merluza del sur	3,3	10,9	51,6
Merluza de cola	1,7	5,5	26,3
Jibia	1,2	4,0	18,9
Reineta	0,2	0,7	3,2
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>30,1</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 11**

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

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	252,6	420,5	112,5	85,3	107
Prof. Fondo (m)	413,6	1193,8	119,4	211,8	107
Largo (m)	1776,4	11104,7	37,0	1944,6	107
Alto (m)	31,2	66,7	9,1	12,9	107
Perímetro (m)	7721,6	56042,6	230,7	9627,4	107
Area (m <sup>2</sup> )	65831,5	444665,2	653,4	91377,6	107
Dim. Fractal	1,36	1,65	1,06	0,11	107
Elongación	56,5	374,3	1,2	56,9	107
Indice altura	30,4	88,1	1,2	21,6	107
Sa	9323,0	118893,1	138,6	17205,0	107

**Tabla 12**

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.

<b>LAT 47</b>	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	190,1	337,9	112,5	62,0	38
Prof. Fondo (m)	432,0	1193,8	119,4	288,1	38
Largo (m)	1551,5	7573,0	37,0	1856,0	38
Alto (m)	31,4	53,8	9,1	12,0	38
Perímetro (m)	6873,2	29315,0	230,7	7466,8	38
Area (m2)	52600,3	301855,2	1100,1	77473,2	38
Dim. Fractal	1,36	1,52	1,06	0,10	38
Elongación	53,3	206,2	1,2	53,4	38
Indice altura	41,7	88,1	1,2	25,3	38

<b>LAT 48</b>	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	285,1	420,5	142,3	82,1	55
Prof. Fondo (m)	411,0	986,0	178,7	168,3	55
Largo (m)	1850,6	11104,7	50,9	2018,8	55
Alto (m)	29,3	60,7	12,9	12,3	55
Perímetro (m)	8470,8	56042,6	320,6	10432,3	55
Area (m2)	70537,9	444665,2	653,4	101553,7	55
Dim. Fractal	1,39	1,65	1,19	0,10	55
Elongación	56,5	303,8	3,8	48,3	55
Indice altura	25,7	77,7	3,7	16,8	55

<b>LAT 50</b>	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Prof. Card (m)	294,8	387,1	227,2	50,9	14
Prof. Fondo (m)	373,7	636,9	250,6	94,9	14
Largo (m)	2095,5	6693,8	232,6	1954,4	14
Alto (m)	38,1	66,7	17,9	16,0	14
Perímetro (m)	7081,5	46594,6	491,3	11835,4	14
Area (m2)	83255,3	296027,3	5648,4	85023,9	14
Dim. Fractal	1,25	1,49	1,11	0,11	14
Elongación	65,0	374,3	9,4	92,2	14
Indice altura	18,6	62,6	6,9	13,6	14

**Tabla 13**

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

Variable	MST	MSE	F	Prob.	F crítico
Prof. Card.	2,205	0,085	26,094	6,5E-10	3,084
Prof. Fondo	0,081	0,248	0,329	0,721	3,084
Largo	2,710	1,288	2,103	0,127	3,084
Alto	0,388	0,183	2,121	0,125	3,084
Perimetro	1,407	1,211	1,162	0,317	3,084
Area	3,676	1,821	2,019	0,138	3,084
Dimensión Fractal	0,058	0,005	10,875	5,1E-05	3,084
Elongación	2,492	1,134	2,197	0,116	3,084
Indice Altura	2,914	0,643	4,529	0,013	3,084

**Tabla 14**

Matriz de correlaciones entre las variables originales.

	Prof card	Fondo	Largo	Alto	Perim	Area	Dfrac	Elon	Ind Alt
Prof card	1								
Fondo	0,350	1							
Largo	0,085	0,104	1						
Alto	0,097	0,370	0,432	1					
Perim	0,136	0,172	0,911	0,421	1				
Area	0,157	0,209	0,935	0,632	0,905	1			
Dfrac	0,008	-0,096	0,197	-0,360	0,373	0,106	1		
Elon	-0,010	-0,088	0,847	0,019	0,690	0,623	0,312	1	
Ind Alt	-0,177	0,774	0,094	0,417	0,141	0,164	-0,156	-0,089	1

**Tabla 15**

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	3,78	1,98	0,74	0,25	0,19	0,06	0,01
% variabilidad	54,04	28,22	10,57	3,61	2,65	0,82	0,09
% acumulado	54,04	82,26	92,83	96,44	99,09	99,91	100

**Tabla 16**

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	0,302	0,837	0,313	-0,277	0,183	0,015	-0,003
Largo	0,963	-0,239	0,058	0,038	0,034	-0,070	-0,063
Alto	0,597	0,469	-0,618	0,129	0,137	0,080	-0,001
Perimetro	0,932	-0,149	0,035	-0,169	-0,247	0,134	0,002
Area	0,964	-0,054	-0,179	-0,099	-0,031	-0,152	0,041
Elongación	0,725	-0,492	0,390	0,194	0,195	0,062	0,027
Indice altura	0,287	0,855	0,267	0,287	-0,178	-0,028	0,004

**Tabla 17**

Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. B/C A. Molina (agosto 2003)

N° estómagos muestreados	Número individuos	%
Evaginado	74	16,4
Vacío	252	55,8
Con contenido	110	24,3
Sin Inf.	16	3,5
Total	452	100
N° estómago laboratorio con contenido	98	21,7

**Tabla 18**

Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas por área y total.  
B/C A. Molina (agosto 2003).

NUMERICO				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	
Euphausia mucronata (eufáusido)	66,67	67,72	100,00	71,20
Restos de cefalópodos		1,27		1,05
Restos de peces	25,00	3,16		4,19
Restos de crustáceos		3,16		2,62
Diaphus sp. (mictófido)		18,35		15,18
Maurolicus muelleri	8,33	6,33		5,76
Total general	100	100	100	100
Total n° individuos	12	158	21	191

GRAVIMETRICO				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	
Euphausia mucronata (eufáusido)	47,06	36,69	100,00	42,19
Restos de cefalópodos		0,72		0,63
Restos de peces	17,65	1,80		2,50
Restos de crustáceos		4,68		4,06
Diaphus sp. (mictófido)		41,73		36,25
Maurolicus muelleri	35,29	14,39		14,38
Total general	100	100	100	100
Total en gramos	2	28	3	32

FRECUENCIA				
Item presa	Area 1	Area 2	Area 3	Total
	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	
Euphausia mucronata (eufáusido)	66,67	66,67	100,00	71,43
Restos de cefalópodos		2,78		2,04
Restos de peces	25,00	6,94		8,16
Restos de crustáceos		8,33		6,12
Diaphus sp. (mictófido)		22,22		16,33
Maurolicus muelleri	8,33	1,39		2,04
Total estómagos analizados en lab.	12	72	14	98

Nota: Area 1 Taitao 45°30' - 47°29' L. S.  
Area 2 G. Penas-Ladrillero 47°30' - 48°59' L. S.  
Area 3 Trinidad-Concepción 49°00' - 51°00' L. S.

**Tabla 19**

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

Item presa	IRI %			Total
	Area 1 Taitao	Area 2 G. Penas-Ladrillero	Area 3 Trinidad-Concepción	
Euphausia mucronata (eufáusido)	84,13	82,57	100,00	89,21
Restos de cefalópodos		0,07		0,04
Restos de peces	11,83	0,41		0,60
Restos de crustáceos		0,78		0,45
Diaphus sp. (mictófid)		15,84		9,25
Maurolicus muelleri	4,03	0,34		0,45
Total	100	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	12	72	14	98

Nota: Area 1 Taitao 45°30' - 47°29' L. S.  
Area 2 G. Penas-Ladrillero 47°30' - 48°59' L. S.  
Area 3 Trinidad-Concepción 49°00' - 51°00' L. S.

**Tabla 20**

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

Item presa	2001	2002	2003
	Ago-sep	agosto	agosto
N° indiv. biológico	2575	1796	452
N° estómago analizados lab.	213	224	98
% estómago vacío	31,7	74,7	55,8
% estómago c/contenido	7,6	12,5	24,3

Item presa	IRI %		
	2001 Ago-sep	2002 agosto	2003 agosto
Euphausia mucronata (eufáusido)	26,143	44,859	89,209
Gammaridae (amphipoda)	12,137		
Restos de crustáceos	0,026	30,305	0,450
Mictófid	0,423	14,663	
Diaphus sp. (mictófid)	21,948		9,249
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,756	7,739	
Siphonophora	16,579		
Hyperiidae (Amphipoda)	0,771	0,001	
Calanoideos (Copepoda)	0,175	0,008	
Restos de peces	0,025	2,320	0,601
Maurolicus muelleri	0,008		0,453
Ctenophora	0,007		
Salpa (Thaliacea)	15,690	0,078	
Restos de cnidarios	5,304		
Loligo sp.	0,009	0,027	
Restos de cefalópodos			0,038
Total	100	100	100
Total estómagos analizados en lab.	213	224	98

Grupo	IRI %		
	2001	2002	2003
Crustáceos	40,007	82,912	89,659
Peces	22,405	16,983	10,303
Salpa	20,993	0,078	
Ctenophora	0,007		
Siphonophora	16,579		
Cefalópodos	0,009	0,027	0,038
Total	100	100	100

# **ANEXOS**

---

# **ANEXO 1**

---

**Taller**

---



# PROGRAMA

## TALLER TÉCNICO DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN METODOLÓGICA

PROYECTO FIP 2003-10

JUEVES 04 DE MARZO 2004

---

**“Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas  
en su unidad de pesquería, 2003.**

---

**AUDITORIUM IFOP  
VALPARAÍSO**

---

- 14:30 hrs **Bienvenida a los asistentes**
- 14:40 hrs **Antecedentes del proyecto** (Sergio Lillo, 15')
- 14:50 hrs **Exposición de metodologías y resultados del proyecto.**
- Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas (S. Lillo, 15')
- Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas (R. Céspedes y V. Ojeda, 30').
- Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. (E. Díaz, 20').
- Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio (S. Lillo, 10').
- Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio (A. Saavedra, 15').
- Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio (R. Céspedes, 20').
- 16:50 hrs **Discusión de resultados**
- 18:30hrs **Consideraciones finales**
-

## TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN METODOLÓGICA

---

JUEVES 04 MARZO 2004

FIP 2003-10

“Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, 2003”.

NOMBRE	INSTITUCION
Adasme Luis	IFOP
Avilés Sergio	IFOP
Barbieri María Angela	IFOP
Caballero Leonardo	IFOP
Castillo Jorge	IFOP
Cerna Francisco	IFOP
Contreras Luis	IFOP
Espejo Víctor	IFOP
Farías Jorge	IFOP
García Marcelo	SUBPESCA
Gutiérrez Mariela	PUCV
Hunt Karen	IFOP
Lillo Sergio	IFOP
Ojeda Vilma	IFOP
Olivares Julio	EMDEPES
Payá Ignacio	IFOP
Pino Gregorio	IFOP
Pinochet Rubén	FIP
Quintana Cristóbal	PUCV
Renato Céspedes	IFOP
Roberto Licandeo	IFOP
Rubilar Pedro	CEPES
Saavedra Alvaro	IFOP
Wiff Rodrigo	IFOP
Zuleta Alejandro	CEPES



**EVALUACION  
HIDROACUSTICA STOCK  
PARENTAL DE MERLUZA  
TRES ALETAS EN SU  
UNIDAD DE PESQUERÍA,  
2003.**

**EJECUTOR:  
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**



## RESUMEN

El proyecto **FIP 2003-10**, "Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, 2003", tiene como objetivo principal evaluar el stock de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) a través del método hidroacústico, entre las latitudes 47° y 51° S.

Como parte del proyecto, se realizó entre el 2 y el 15 de agosto del 2003 a bordo del B/C "Abate Molina" un crucero de prospección dirigido a evaluar mediante un método de evaluación directa (evaluación acústica) su biomasa, abundancia y distribución, estimar la importancia relativa de la fauna acompañante, condiciones reproductivas y tróficas del stock. Durante el estudio se realizaron 13 lances de pesca y 49 transectas acústicas.

### Los principales resultados obtenidos fueron:

- 1) Los resultados muestran que la merluza de tres aletas se distribuyó asociada al borde la plataforma y talud continental, con una biomasa estimada en 174.379 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 119.423 y 229.334 toneladas. La composición de la biomasa estuvo comprendida por 161 toneladas de juveniles (<36 cm) y 174.218 toneladas de adultos, representando este último valor el 99,91% de la biomasa. La composición por sexo de la biomasa contempló a un 53,2% de hembras (92.770 t) y 46,8% de machos (81.609 t).
- 2) La abundancia de merluza de tres aletas alcanzó a 172.850.700 ejemplares, de los cuales 97.655.062 correspondieron a machos y 75.195.638 a hembras. La fracción parental (> 36 cm) alcanzó un total de 172.367.364 individuos que representaron el 99,7% del stock evaluado.
- 3) En la estructura de edades del stock de merluza de tres aletas estimada a partir de las claves edad-talla correspondiente al crucero de prospección, estuvieron presentes ejemplares pertenecientes a los grupos de edades 2 a 21, en un rango de tallas que fluctuaron entre 28 y 62 centímetros.
- 4) La estructura de talla del stock de merluza de tres aletas estuvo constituida principalmente por ejemplares adultos, manteniéndose relativamente estable una moda principal entre los 50 y 60 cm, con predominio de los machos (56%) respecto de las hembras situación que en términos generales se ha observado durante los cruceros efectuados en el período 2001-2003. La moda principal entre 50 y 60 cm corresponde a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar, pero cuya distribución espacial presenta variaciones entre años, así, el año 2003 la fracción adulta migratoria se localizó principalmente en un área reducida hacia el norte del área de estudio; situación diferente respecto de los años 2001 y 2002, donde la fracción migratoria se localizó en el centro del área de estudio.
- 5) La distribución de la merluza de tres aletas concentrada en una franja longitudinal centrada sobre el sector septentrional del área de estudio, entre las latitudes 47° a 48°S correspondió a una concentración de tipo reproductiva, con un centro de gravedad localizado en la latitud 47°45'S, levemente desplazada más al norte que los cruceros efectuados los años 2001 y



2002. El stock evaluado de merluza de tres aletas presentó una distribución altamente agregada, representada por un índice de Gini de 0,96.
- 6) El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etárea comprendida entre los 1 y 21 años. Dentro de ella se destacó la dominancia de los grupos de edades V, XII, XIV y XV, que contribuyeron con el 42,2% de la abundancia del stock.
  - 7) Durante el período y área del estudio, el stock se encontró en un proceso reproductivo activo con el 47% de los ejemplares en desove y el 51% en maduración tardía, pertenecientes a los estadios de madurez sexual 3, 4 y 5.
  - 8) La fecundidad total fluctuó entre 119.482 y 1.340.841 ovocitos para un rango de tamaño de 40 a 62 cm de longitud total, con un promedio de 733.540 ovocitos (d.s.307.669). La fecundidad relativa promedio fue de 703 ovocitos por gramo de peso corporal (d.s. 253), presentando un mínimo de 174 y un máximo de 1.981 ovocitos. La talla media de madurez sexual se estimó en 36,6 cm de longitud total.
  - 9) La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 77,1% de merluza de tres aletas, 11,8% de merluza del sur y 6% de merluza del cola, contribuyendo estos tres recursos con el 94,9% de la captura total. La fracción restante estuvo compuesta por un 4,3% de jibia (*Dosidicus gigas*), que no había estado presente en los estudios previos y un 0,7% de reineta (*Brama chilensis*).
  - 10) La merluza de tres aletas es una especie planctófaga tipo carcinófaga, su dieta estuvo compuesta de *Euphausia* (89,68% IRI) en crustáceos y *Diaphus* (9,26% IRI) en mictófidios. La merluza de tres aletas en el período de actividad reproductiva presenta una baja actividad alimentaria.
  - 11) Las agregaciones de merluza de tres aletas no 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.

## Consideraciones sobre los resultados

La evaluación de la merluza de tres aletas abarcó el área de la plataforma continental comprendida entre los 47° y 51° de latitud sur y aunque es posible suponer que una fracción del stock se hubiese encontrado fuera del área de estudio durante el período de la prospección, los registros de la principal nave comercial que participa en la pesquería señalan que ésta se mantuvo operando durante prácticamente el período del estudio en el sector comprendido entre las latitudes 47° y 48°S, lo que permitiría asumir que la fracción del stock al sur del área de estudio era de baja densidad representando una proporción marginal dentro de su tamaño.

Durante el presente estudio, se estimaron dos valores de biomasa a) 174.379 [119.423 – 229.334] y b) 237.229 [161.404-313.054] toneladas de merluza tres aletas. El primer estimado de biomasa se obtuvo a partir de la relación talla-fuerza de blanco estimada por Lillo *et al* (1996) para *Merluccius gayi*, mientras que la segunda fue a partir de la relación señalada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), relación esta última que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelandia y en Argentina. Sin embargo, esta última relación debe ser considerada con precaución, pues Hantchet (2000) citando a Rose (1998), señala que esta relación de fuerza de blanco sobreestimaría la biomasa en niveles del 30%.



Al comparar la biomasa estimada durante el presente estudio de 174 mil toneladas con valores de 196 mil t ( $\pm$  25 mil t) obtenidos en un estudio similar efectuado el año 2002 y los 218 mil t ( $\pm$  55 mil t) del año 2001, señalan una tendencia decreciente en los indicadores de biomasa, aunque la diferencia entre ellos no es significativa. Una tendencia similar se observa en las estimaciones de abundancia del período 2001-2003, esto es una disminución en su estimación de 269 millones de ejemplares el 2001 a 198 millones el 2002 y 173 millones de ejemplares el 2003, lo que importa una disminución de los indicadores del 19,7% en la biomasa y del 35,6% en la abundancia del stock evaluado en el período considerado.

En lo que se refiere a la distribución del recurso en el área y período de la prospección, esta mantiene las características observadas en estudios previos, como son conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (este-oeste) y mucho más extensas longitudinalmente, lo que favorece los altos rendimientos de pesca que se registran en esta pesquería y que justamente alcanzan su máximo anual durante el período reproductivo.

En relación con la estructura de edades y tallas del stock evaluado, el lento crecimiento de este recurso a partir de la edad 7, provoca que un grupo amplio de edades en el stock se concentren en un rango de tallas relativamente estrecho (50 – 60 cm), generando estructuras con la presencia de una moda principal de gran magnitud y que incorporan como en el presente estudio el 63% de la fracción de machos y el 90% de las hembras. Estos resultados confirman lo descrito en estudios que han evaluado la merluza de tres aletas en la misma área y mes de estudio, esto es una estructura dominada por ejemplares adultos pertenecientes a un rango relativamente estrecho de tallas y amplio en edades, asociadas a una actividad reproductiva intensa.

En la estructura de edades del stock obtenidas durante el presente estudio, situación también observada en la estructura de las capturas de la flota comercial, los grupos predominantes se corresponden con la estructura observada el año anterior, avanzando las modas en una clase de edad, lo que indica la regularidad en el proceso migratorio asociado al desarrollo reproductivo de este recurso y la estabilidad en la estructura demográfica del stock. Aunque la estructura de edades esté dominada por ejemplares adultos, se observa una alta variabilidad en la contribución de los diferentes grupos etáreos, con una presencia de clases anuales fuertes seguidas por otras débiles. Este tipo de variabilidad es similar al observado en el Atlántico suroccidental, quien la atribuye a variaciones en la fuerza del reclutamiento, dado que algunos grupos de clases anuales pueden ser seguidos durante varios años como clases anuales dominantes.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada en el presente estudio, como también en los dos cruceros de investigación realizados en los años 2001 y 2002, mantiene relativamente estable la característica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, y predominio de los machos (56%) respecto de las hembras. Confirmando en estos tres años de estudio la presencia en la composición de talla (llegada al área) de la fracción adulta de la población (50 y 60 cm) que participa en el proceso de desove y migratorio antes mencionado. Esta moda de ejemplares adultos se caracteriza por su alta concentración y dinamismo (desplazamiento) durante el proceso reproductivo. Por otro lado, los resultados de estos tres cruceros de investigación confirman en gran medida la estabilidad temporal del proceso migratorio de esta especie, aspecto que ha sido mencionado anteriormente por otros estudios. Estas conclusiones obtenidas en los cruceros de investigación también se confirman con las estructuras de tallas registradas en las capturas comerciales provenientes de la actividad de pesca de un buque arrastrero fábrica, que tiene como objetivo principal capturar merluza de tres aletas y cuya operación se caracteriza en desplazarse latitudinalmente de forma similar como ingresa y sale de aguas chilenas la fracción adulta migratoria, registrando los máximos rendimientos de pesca justo en el área y mes del desove.



En relación con los aspectos reproductivos, la merluza de tres aletas se caracteriza por ser un desovante parcial con fecundidad anual determinada, observación que es coincidente a lo encontrado en literatura, quienes lo señalan en base al análisis histológico y la distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos en ovarios maduros de ejemplares capturados en el Atlántico sur.

El análisis de los estadios de madurez sexual (EMS), mostró que la merluza de tres aletas se encontró en plena actividad reproductiva, con una mayor fracción de peces en una fase avanzada de desarrollo gonadal, observándose además procesos masivos de desove. Durante los cruceros realizados en el 2001 y 2002 en la misma zona y similar período, se evidenció la plena actividad reproductiva con desoves importantes a mediados de agosto y comienzo de septiembre, situación que es coincidente con lo señalado por otros investigadores, quienes describieron para la merluza de tres aletas en aguas del Atlántico sur oriental que la actividad reproductiva se desarrolla de agosto a octubre, con un máximo desove en septiembre.

El índice gonadosomático (IGS) reflejó el grado de desarrollo gonadal observado en el análisis de los estadios de madurez sexual. Los valores del IGS calculados en el presente estudio fueron más altos a los estimados en el 2001 y 2002 para hembras. El mayor valor reportado en el 2003 estaría asociado principalmente a un período de intenso proceso de hidratación y de liberación de gametos (mediados de agosto).

La escasa representatividad de hembras con tamaños bajo los 44 cm de longitud total no permitió el ajuste de la ojiva de madurez, por lo que fue necesario complementar la información de este estudio con los registros de madurez obtenidos para la misma zona y en similar período por los cruceros de investigación de 2001 y 2002. El estimado de la talla de primera madurez sexual correspondió a 36,6 cm de longitud total, valor similar a los 36,0 cm de longitud total reportado para esta zona en el año 2002. Para el área del Atlántico sur, se ha señalado para las hembras de merluza de tres aletas el comienzo de la maduración en el rango de 35,5 y 37,5 cm de longitud total, estando la totalidad madura a partir de los 46,5 cm. Posteriormente, basándose en un análisis histológico de los ovarios, se ha calculado en 38,0 cm y 37,8 cm de longitud total, respectivamente.

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

Estimaciones de fecundidad total en esta especie han sido estimadas para el Atlántico sur oriental por diferentes autores. Lisovenko *et al.* (1982), señalaron para 17 hembras una fecundidad que osciló de 137.000 a 948.000 ovocitos, Sánchez *et al.* (1986) reportaron una fecundidad promedio de 355.700 ovocitos con una mínima de 47.190 y una máxima de 1.945.130 ovocitos, mientras que Pájaro y Macchi (1999), indicaron para una hembra promedio de 51 cm de longitud total una fecundidad de 477.771 ovocitos.

En Chile, se han señalado para hembras entre 50 y 61 cm de longitud total una fecundidad que varió desde 119.479 a 1.110.293, con un promedio de 386.831 ovocitos (FIP 2001-20). Posteriormente, se reportó que en hembras de 37 a 63 cm de longitud total, la fecundidad total osciló entre 124.058 y 1.103.030 ovocitos, con un promedio de 523.125 ovocitos (FIP 2002-20). En el presente estudio, en hembras de 40 a 62 cm de longitud total, la fecundidad total varió de 119.842 a 1.340.841, con un promedio de 733.540 ovocitos. De igual forma, la fecundidad relativa promedio de 703 ovocitos por gramo de peso corporal, fue comparativamente mayor a los 392 ovocitos estimados durante el crucero efectuado el año 2001 y los 592 ovocitos del año 2002. También es superior a los 323 ovocitos estimados para el atlántico suroriental (Sánchez *et al.* (1986). Los



valores estimados para el año 2003 son superiores a los citados anteriormente en aguas argentinas, como también, a los calculados en Chile en similares zonas y temporadas.

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza de tres aletas confirman la característica zooplanctófaga del tipo carcinófaga de alimentación mencionada para esta especie. Entre sus presas principales se identifican los eufáusidos (89,68% IRI), presa mencionada por dichos estudios como la dieta principal en esta especie, seguido de los peces mictófidos (10,32% IRI) y que en el caso del presente estudio fue *Diaphus* (9,26% IRI) quien registró el mayor aporte a la dieta dentro del grupo peces.

En los tres años de estudio estomacal en merluza de tres aletas provenientes de los cruceros de investigación de los años 2001, 2002 y 2003, la cantidad de estómagos con contenido se ha mantenido escasa; con alta probabilidad de registrar estómagos vacíos en los muestreos biológicos de la captura. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada por otros estudios en este recurso. Pool *et al.* (1997), en un estudio anual en aguas chilenas, registró en merluza de tres aletas un 27% de estómagos con contenido, analizando 82 muestras. Otero (1977) en un estudio de merluza de tres aletas proveniente de aguas argentinas registró un 22% de estómagos con contenido (181 muestras). Córdova *et al.* (2003) sugiere que la baja presencia de estómagos con contenido y la alta presencia de estómagos vacíos registrado en los cruceros de investigación correspondería a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria. Otras razones que podrían explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies de zooplancton. Sin embargo, para dilucidar mejor el comportamiento de alimentación y los posibles cambios en la dieta de merluza de tres aletas se sugiere generar estudios orientados específicamente a estos temas, es decir donde el estudio trofodinámico sea el objetivo principal.

Por otra parte, los resultados obtenidos acerca de la caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, señalan en general, una buena relación entre las características morfométricas de las agregaciones y sus niveles de densidad ( $S_a$ ). Sin embargo, es interesante el hecho que las agregaciones presentan una tendencia a ser de menor tamaño hacia el sector norte del área de estudio, esta disminución en el tamaño de las agregaciones estaría asociada al proceso de desove, durante el cual la merluza de tres aletas conforma cardúmenes de menor tamaño pero de mayor densidad.



# **A N E X O 2**

---

**Posiciones geográficas lances y  
Muestreos por lance**

---

- **Datos de inicio y término de las transectas**

Transecta	DATOS DE INICIO				DATOS DE TÉRMINO			
	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Fecha	Hora	Latitud	Longitud
1	20030807	021653	5101,24	7553,88	20030807	034632	5100,74	7602,29
2	20030807	045850	5054,95	7555,05	20030807	055920	5055,05	7605,99
3	20030807	065909	5050,03	7600,60	20030807	075939	5050,00	7611,58
4	20030807	085128	5045,04	7613,17	20030807	092620	5045,09	7605,28
5	20030807	224029	5040,03	7616,69	20030807	235755	5040,08	7559,68
6	20030808	015252	5035,29	7611,84	20030808	024515	5035,43	7601,74
7	20030808	045953	5029,43	7611,47	20030808	061507	5032,22	7556,53
8	20030811	051504	5024,88	7610,70	20030811	065624	5025,32	7549,10
9	20030810	231434	5020,33	7543,72	20030811	042339	5019,62	7611,24
10	20030810	215709	5014,63	7556,08	20030810	225032	5016,84	7544,33
11	20030810	201445	5011,02	7544,58	20030810	212335	5009,93	7553,67
12	20030810	190556	5004,93	7553,83	20030810	194244	5006,20	7546,40
13	20030810	173724	5000,03	7545,24	20030810	182853	4959,62	7554,53
14	20030811	201428	4954,91	7545,14	20030811	214455	4955,20	7555,80
15	20030811	230111	4950,11	7559,54	20030811	235054	4950,05	7549,56
16	20030812	021422	4945,19	7601,10	20030812	031750	4945,02	7548,86
17	20030812	040321	4940,08	7548,00	20030812	051437	4940,08	7600,13
18	20030812	060850	4935,08	7601,08	20030812	065907	4934,98	7549,58
19	20030812	074355	4930,01	7549,45	20030812	084805	4929,47	7555,96
20	20030812	203605	4925,02	7600,52	20030812	212708	4925,05	7549,87
21	20030812	222123	4920,03	7551,41	20030812	224859	4920,08	7554,36
22	20030813	000117	4915,04	7558,06	20030813	004604	4914,99	7549,89
23	20030813	020056	4910,14	7553,89	20030813	031520	4910,07	7602,96
24	20030813	043305	4904,98	7606,46	20030813	052846	4904,85	7555,14
25	20030813	061116	4900,01	7555,20	20030813	071012	4859,86	7604,26
26	20030813	075044	4854,86	7603,42	20030813	083412	4855,09	7553,70
27	20030813	091539	4850,08	7554,07	20030813	102455	4850,00	7557,04
28	20030813	134336	4844,93	7600,39	20030813	141712	4844,98	7552,90
29	20030813	145720	4839,98	7551,20	20030813	154821	4839,91	7557,94
30	20030813	162602	4834,99	7558,06	20030813	170502	4835,02	7549,85
31	20030813	174558	4829,96	7550,13	20030813	192255	4830,05	7553,65
32	20030814	005400	4825,01	7603,08	20030814	021021	4824,99	7555,75
33	20030814	025851	4820,04	7551,38	20030814	034706	4819,98	7600,12
34	20030814	042402	4814,92	7559,96	20030814	050947	4815,03	7551,27
35	20030814	054955	4810,00	7548,92	20030814	065309	4810,14	7552,01
36	20030814	073323	4804,97	7555,06	20030814	081453	4805,04	7547,25
37	20030814	154922	4800,06	7552,90	20030814	162356	4800,12	7544,77
38	20030814	170504	4755,06	7539,86	20030814	175705	4754,95	7550,91
39	20030814	204717	4750,03	7547,80	20030814	213127	4750,07	7538,93
40	20030814	221330	4745,09	7536,91	20030814	223757	4745,05	7536,96
41	20030814	233142	4740,00	7543,47	20030815	002309	4740,12	7539,95
42	20030815	011512	4735,00	7532,95	20030815	015632	4735,00	7536,16
43	20030815	023659	4729,82	7538,66	20030815	030946	4730,00	7532,11
44	20030815	034737	4725,35	7529,12	20030815	042937	4724,61	7537,39
45	20030815	050333	4719,93	7538,35	20030815	055356	4719,99	7528,19
46	20030815	063336	4714,97	7529,95	20030815	071647	4715,07	7538,72
47	20030815	080041	4709,99	7540,01	20030815	084037	4710,01	7532,04
48	20030815	091936	4705,06	7529,81	20030815	100542	4705,08	7539,28
49	20030817	204208	4700,02	7543,00	20030817	212419	4700,02	7535,00

- **Posición de inicio y término de los lances de pesca**

LANCE	POSICIÓN DE INICIO				POSICIÓN DE TÉRMINO				captura	muestreo
	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Fecha	Hora	Latitud	Longitud		
1	20030807	114257	5052,78	7611,11	20030807	130716	5049,29	7610,78	✓	✓
2	20030807	191455	5051,74	7610,81	20030807	203930	5048,66	7610,97	✓	✓
3	20030812	083924	4930,13	7555,85	20030812	111723	4934,62	7555,82	✓	✓
4	20030812	145100	4950,30	7555,71	20030812	154120	4953,05	7554,13	✓	✓
5	20030813	110659	4847,47	7558,56	20030813	122754	4850,33	7600,61	✓	✓
6	20030813	210619	4832,84	7557,07	20030813	220140	4835,18	7556,31	✓	✓
7	20030813	091115	4809,12	7554,34	20030813	102805	4805,28	7553,92	✓	✓
8	20030814	123122	4814,85	7555,19	20030814	130710	4812,75	7555,56	✓	✓
9	20030814	185540	4800,75	7549,87	20030814	193322	4758,60	7548,90	✓	✓
10	20030814	104124	4704,79	7536,27	20030814	113505	4706,52	7538,74	✓	✓
11	20030815	102828	4714,23	7534,37	20030815	111551	4716,73	7535,14	✓	✓
12	20030815	124509	4705,40	7536,17	20030815	140551	4702,18	7536,44	✓	✓
13	20030815	183409	4700,13	7536,12	20030815	194129	4701,96	7535,06	✓	✓

- **Muestreos de merluza de tres aletas efectuados por lance.**

N° lance	Captura (Kg)	Longitud (N°)	Biológicos (N°)	Estómagos (N°)
1	1	2	2	
2	30	110	58	14
3	0			
4	0			
5	0			
6	4.999	240	90	34
7	34	51	51	4
8	2	2	2	
9	1.008	345	100	40
10	15.186	302	65	5
11	2.400	342	84	7
12	4			
13	0			
<b>TOTAL</b>	<b>23.664</b>	<b>1.394</b>	<b>452</b>	<b>104</b>

# **A N E X O 3**

---

**Personal participante  
por objetivo**

---



## PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO. FIP 2003-10

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo	120	127	127	126	500
María Angela Barbieri	9	43	75	63	190
Jorge Oliva	0	0	30	20	50
Ignacio Payá	0	0	36	18	54
Marcos Espejo	135	95	90	60	380
Hernán Miranda	0	0	36	18	54
Vilma Ojeda	10	44	76	48	178
Renato Céspedes	27	72	100	101	300
Álvaro Saavedra	9	171	128	72	380
Eduardo Díaz	0	100	80	80	260
Claudio Vera	0	190	48	24	262
Manuel Rojas	135	262	108	65	570
Lizandro Muñoz	0	240	0	0	240
Karen Hunt	0	200	0	0	200
Luis Adasme	130	80	42	48	300
Yasna Muñoz	0	190	130	0	320
Luis Contreras	135	0	0	0	135
Julio Uribe	135	0	0	0	135
Oscar Nancul .	135	0	0	0	135
Leopoldo Vidal	0	135	0	0	135
Cecilia Bravo	0	72	47	0	119
Demetrio Díaz	380	0	0	0	380
Andrés Flores	0	400	0	0	400
<b>TOTAL</b>	<b>1360</b>	<b>2301</b>	<b>1098</b>	<b>668</b>	<b>5677</b>



### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.1

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo	120	123	115	110	468
Marcos Espejo	135	95	90	60	380
Ignacio Payá		0	18	9	27
Hernán Miranda		0	18	9	27
María Angela Barbieri	9	18	36	36	99
Manuel Rojas	135	145	60	41	381
<b>TOTAL</b>	<b>399</b>	<b>381</b>	<b>337</b>	<b>265</b>	<b>1382</b>

### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Vilma Ojeda	10	44	76	48	178
Renato Céspedes	18	60	80	80	238
Hernán Miranda		0	18	9	27
Ignacio Payá			18	9	27
Luis Adasme	130	68	30	36	264
Lizandro Muñoz		240	0	0	240
Karen Hunt		200	0	0	200
Luis Contreras	135	0	0	0	135
Julio Uribe	135	0	0	0	135
Oscar Nancul	135	0	0	0	135
Demetrio Díaz	380	0	0	0	380
Leopoldo Vidal		135	0	0	135
Cecilia Bravo		72	47	0	119
<b>TOTAL</b>	<b>943</b>	<b>819</b>	<b>269</b>	<b>182</b>	<b>2213</b>



### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.3

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Jorge Oliva		0	30	20	50
Eduardo Díaz		100	80	80	260
Yasna Muñoz		190	130	0	320
Andres Flores		400	0	0	400
Renato Céspedes	9	0	0	9	18
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>690</b>	<b>240</b>	<b>109</b>	<b>1048</b>

### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo		4	4	6	14
Maria Angela Barbieri		9	12	9	30
Renato Céspedes		0	8	0	8
Alvaro Saavedra	9	24	48	24	105
Manuel Rojas		72	48	24	144
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>109</b>	<b>120</b>	<b>63</b>	<b>301</b>



### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.5

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo		0	4	4	8
María A. Barbieri		16	27	18	61
Alvaro Saavedra		147	80	48	275
Manuel Rojas		45	0	0	45
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>208</b>	<b>111</b>	<b>70</b>	<b>389</b>

### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.6

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo		0	4	6	10
Renato Céspedes		12	12	12	36
Luis Adasme		12	12	12	36
Claudio Vera		190	48	24	262
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>214</b>	<b>76</b>	<b>54</b>	<b>344</b>



# **A N E X O 4**

---

**CD con Informe Final  
FIP N° 2003-10 en PDF y  
Resumen Ejecutivo en Word**

---



**INFORME FINAL  
CORREGIDO  
FIP 2003-10**

**FIP 2003-10**

**FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2004**

**Evaluación hidrocústica del  
stock parental de merluza  
de tres aletas en su unidad  
de pesquería, año 2003**

Octubre, 2004

# **A N E X O 5**

---

**Base Datos Corregida**

---



**BASE DE DATOS  
CORREGIDA  
FIP 2003-10**

**FIP 2003-10**

**FONDO INVERSIÓN PESQUERA 2004**

**Evaluación hidrocústica del  
stock parental de merluza  
de tres aletas en su unidad  
de pesquería, año 2003**

Octubre, 2004



---

**Sección Documentación,  
Difusión y Bibliotecas**

---

**IFOP  
Valparaíso  
Chile**