



INFORME FINAL

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
Proyecto
FIP N° 2003-34

**Estimaciones *in situ* de
la fuerza de blanco (TS)
de merluza del sur y
merluza de cola**

SEPTIEMBRE
2005



INFORME FINAL

FIP N° 2003-34

Estimaciones *in situ* de la
fuerza de blanco (TS)
de merluza del sur y
merluza de cola

• Septiembre, 2005 •



REQUIRENTE

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

EJECUTOR

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



JEFE DE PROYECTO

SERGIO LILLO V.

AUTORES

- OBJETIVO 1

SERGIO LILLO V.
MARÍA ANGELA BARBIERI B.
MARCOS ESPEJO V.
JORGE CASTILLO P.
HERNÁN MIRANDA P.

- OBJETIVO 2

SERGIO LILLO V.
JOSÉ CÓRDOVA M.
MARÍA ANGELA BARBIERI
HERNÁN MIRANDA P.
ALVARO SAAVEDRA G.

- OBJETIVO 3

ÁLVARO SAAVEDRA G.
SERGIO LILLO V.
MANUEL ROJAS G.

- OBJETIVO 4

CECILIA CANCINO A.
FRANCISCO FLORES A.
SERGIO LILLO V.
HERNÁN REYES G

COLABORADORES

ANNE LEBOURGES
ROBERTO BAHAMONDE F.
LUIS CONTRERAS C.
OSCAR NANCUL P.

• Septiembre, 2005 •



RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe se entregan los resultados finales del proyecto FIP N° 2003-34 "Estimaciones *in situ* de la fuerza de blanco de merluza del sur y merluza de cola", cuyo objetivo general era estimar mediante métodos *in situ*, la fuerza de blanco de las especies merluza del sur y merluza de cola (*Merluccius australis* y *Macruronus magellanicus*)

En primer lugar durante el desarrollo del proyecto, se debió proponer un enfoque metodol3gico dirigido a efectuar las mediciones de fuerza de blanco considerando las caracteristicas del recurso y los medios tecnol3gicos disponibles. En segundo t3rmino, se procedi3 a definir el sistema ac3stico a emplear para lo cual se analizaron diferentes alternativas, seleccion3ndose un sistema compuesto de un transductor de profundidad que era desplegado en las profundidades de distribuci3n de los recursos objetivos y unido al buque mediante un cable de se1al, adem3s de un cable de soporte.

El enfoque metodol3gico utilizado correspondi3 al m3todo de estimaci3n de TS *in situ*, m3todo en el cual las mediciones se realizan con los peces en su ambiente natural y su identificaci3n es desconocida hasta que se realizan los lances de pesca y se obtienen muestras biol3gicas. Para el desarrollo de las mediciones, se localizaron zonas con peces en baja densidad y condiciones meteorol3gicas adecuadas luego de lo cual se detuvo la marcha del barco y se procedi3 a bajar el transductor hasta la profundidad de distribuci3n de los peces y proceder al registro de sus caracteristicas ac3sticas (fuerza de blanco).



Una vez realizada la selecci3n del sistema ac3stico y efectuadas las adquisiciones correspondientes, se revis3 la informaci3n disponible acerca de la biología espacial de los recursos en estudio con el objeto de definir la zona de operaci3n para el crucero de investigaci3n. Este crucero de investigaci3n se efectu3 a bordo del B/C “Abate Molina” en la zona del mar interior y exterior de la XI Regi3n, donde se realizaron 10 experimentos de medici3n de fuerza de blanco, cinco en cada una de las zonas. Conjuntamente con las mediciones de fuerza de blanco se realizaron 10 lances de identificaci3n de ecotrazos y recolecci3n de muestreos biol3gicos, muestras de vejiga natatoria y 10 estaciones oceanogr3ficas donde se registraron los perfiles verticales de salinidad y temperatura.

Los principales resultados obtenidos en el estudio son los siguientes:

- Un enfoque metodol3gico para la medici3n de la fuerza de blanco de los recursos objetivo, el cual debiera ser complementado con diferentes m3todos de modo de robustecer sus resultados.
- Se obtuvieron relaciones de fuerza de blanco a la talla (TS-talla) para la merluza de cola, las que son similares a las utilizadas en los actuales estudios de evaluaci3n ac3stica de esta especie.
- El impacto de la aplicaci3n de los resultados obtenidos en el presente estudio, a las evaluaciones de merluza de cola efectuadas en la zona sur austral de Chile, varía la biomasa entre 0% y un 20,1% superior, dependiendo de la relaci3n utilizada.
- Se efectu3 por primera vez en Chile mediante m3todos de modelaci3n una caracterizaci3n de vejigas natatorias en peces, específicamente de la merluza de cola y merluza del sur.



- Las condiciones biológicas en que se registró el recurso no permitió medir la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las mediciones de fuerza de blanco.
- La merluza de cola predominó por sobre un 90% a la merluza del sur impidiendo estimar relaciones a la talla de la fuerza de blanco de la *M. australis*. Sólo en un experimento se pudo medir y asumiendo una relación cuadrática entre la TS y la talla estimar una relación. Sin embargo, no se recomienda su aplicación hasta que se obtengan resultados que permitan su validación.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 De los recursos	1
1.2 De las mediciones de fuerza de blanco	4
2. OBJETIVO GENERAL	7
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. METODOLOGÍA	8
4.1 Proponer una metodología estandarizada para estimar la relaci3n fuerza de blanco (TS) v/s longitud, asociada a las especies en estudio	8
4.2 Estimar la relaci3n de fuerza de blanco (TS) de las especies merluza del sur y merluza de cola en funci3n a la talla	10
4.2.1 Área y período de estudio	10
4.2.2 Embarcaci3n y equipos acústicos	10
4.2.3 Mediciones de fuerza de blanco	11
4.2.4 Lances de pesca de identificaci3n y muestreo biol3gico	12
4.2.5 Estaciones oceanográficas	12
4.2.6 Procesamiento y análisis de los datos	13
4.3 Caracterizar las agregaciones sobre las cuales se efectuaron las mediciones	14



4.4	Estimar la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco -----	16
4.4.1	Caracterización de las vejigas natatorias -----	16
4.4.2	Estimar la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco -----	20
5.	RESULTADOS -----	22
5.1	Proponer una metodología estandarizada para estimar la relación fuerza de blanco (TS) v/s longitud, asociada a las especies en estudio -----	22
5.1.1	Conocimiento previo -----	22
5.1.2	Diseño de muestreo para la medición de TS <i>in situ</i> -----	27
5.1.3	Estimación de la fuerza del blanco -----	29
5.2	Estimar la relación de fuerza de blanco (TS) de las especies merluza del sur y merluza de cola en función a la talla -----	30
5.2.1	Calibración del sistema acústico -----	30
5.2.2	Mediciones de fuerza de blanco -----	31
5.3	Caracterizar las agregaciones sobre las cuales se efectuaron las mediciones -----	33
5.4	Estimar la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco -----	38
5.4.1	Caracterización de la vejiga natatoria -----	38
5.4.2	Estimación de la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de la fuerza de blanco -----	42
6.	TALLERES DE DIFUSI3N Y DISCUSI3N METODOL3GICA -----	46
6.1	Taller de presentación del proyecto -----	46
6.1.1	Panel de discusión -----	47
6.2	Taller de presentación de resultados -----	53
6.2.1	Presentación del proyecto -----	53
6.2.2	Panel de discusión -----	53



7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	55
8. CONCLUSIONES	59
9. BIBLIOGRAFÍA	60

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

ANEXO 1. Report on merluza del sur and merluza de cola target strength research.

ANEXO 2. Talleres.

ANEXO 3. Plan de asignaci3n de personal profesional y t3cnico (HH) por objetivo.

ANEXO 4. CD con Informe Final FIP N° 2003-34 en PDF.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Distribuci3n de frecuencia relativa de la talla de a) merluza del sur, b) merluza de cola (sur austral) y c) merluza de cola (centro sur).
- Figura 2. Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). (Fuente: Sernapesca, 1990, 2004)
- Figura 3. Localizaci3n geogr3fica de las mediciones de fuerza de blanco.
- Figura 4. Condiciones meteorol3gicas de intensidad del viento y altura de olas presentes en la zona del mar exterior durante el per3odo de estudio.
- Figura 5. Características técnicas del transductor Simrad modelo ES38DD.
- Figura 6. Características del cable de comunicaci3n entre el transductor ES38DD y el ecointegrador.
- Figura 7. Transductor ES38DD en su armaz3n.
- Figura 8. Figura de un esotrazo en tres niveles de ampliaci3n.
- Figura 9. Morfolog3a transversal de una vejiga natatoria de merluza del sur.
- Figura 10. Clasificaci3n de métodos para estimar la fuerza de blanco (de Foote, 1991).
- Figura 11. Esquema de metodolog3a para mediciones de fuerza de blanco de merluza del sur y merluza de cola
- Figura 12. Ecogramas registrados en la zona de la isla Guamblin en el per3odo reproductivo. a) Concentraci3n reproductiva y b) Ejemplares dispersos.
- Figura 13. Distribuci3n de las estructuras de talla de merluza de cola por lance.



- Figura 14. Distribuci3n de las mediciones de fuerza de blanco (TS) de merluza de cola por lance
- Figura. 15. Valores estimados de fuerza de blanco (TS) de merluza de cola (Pulso medio)
- Figura 16. Relaciones de TS – talla para *Macruronus magellanicus* estimadas en el presente estudio y de Macaulay et al. (2003) y Doi y Surti (1993).
- Figura 17. Factores de correcci3n de las diferentes relaciones TS-tallas utilizando como patr3n la relaci3n de Doi y Surti (1993) de $TS=20*\log(\text{talla})-72,7$.
- Figura 18. Valor promedio y desviaci3n est3ndar de TS de merluza de cola seg3n hora de detecci3n.
- Figura 19. Valor promedio e intervalo de confianza de velocidad de merluza de cola seg3n hora de detecci3n
- Figura 20. Valor promedio e intervalo de confianza de la direcci3n vertical de merluza de cola seg3n hora de detecci3n
- Figura 21. Valor promedio e intervalo de confianza de la profundidad de merluza de cola seg3n hora de detecci3n
- Figura 22. Valor promedio e intervalo de confianza de la velocidad de merluza de cola seg3n rango de TS detectado.
- Figura 23. Mediana, cuartil 25 cuartil 75 y dispersi3n de datos de direcci3n vertical de merluza de cola seg3n rango de TS.
- Figura 24. Valor promedio y desviaci3n est3ndar de TS de merluza austral seg3n hora de detecci3n.
- Figura 25. Valor promedio e intervalo de confianza de la velocidad promedio de desplazamiento de la merluza austral seg3n hora de detecci3n.



- Figura 26. Valor promedio e intervalo de confianza de la direcci3n vertical de merluza austral seg3n hora de detecci3n.
- Figura 27. Valor promedio e intervalo de confianza de la profundidad de merluza austral seg3n hora de detecci3n.
- Figura 28. Valor promedio e intervalo de confianza de la velocidad de merluza del sur seg3n rango de *TS* detectado.
- Figura 29. Mediana, cuartil 25 cuartil 75 y dispersi3n de datos de direcci3n vertical de merluza austral seg3n rango de *TS*.
- Figura 30. LC v/s LS. Merluza del Sur
- Figura 31. Longitud Vejiga v/s proporci3n LC/LS. Merluza del Sur
- Figura 32. Longitud vejiga v/s LS. Merluza del Sur.
- Figura 33a. Ubicaci3n de la vejiga gaseosa. Merluza del Sur
- Figura 33b. Moldes de vejiga obtenidos de Merluza del Sur.
- Figura 34a. Longitud de las v3rtebras relacionadas con la vejiga gaseosa. Merluza del Sur (● : machos; x : hembras).
- Figura 34b. Promedio de la longitud de las v3rtebras normalizado a LS. Merluza del Sur.
- Figura 35a. Longitud de las ap3fisis laterales ($L1+L2$)/2. Merluza del Sur.
- Figura 35 b. Promedio de la longitud de las ap3fisis laterales normalizado a LS. Merluza del Sur
- Figura 36a. Longitud L3 de las v3rtebras. Merluza del Sur
- Figura 36b. Promedio Normalizado ($L3/LS$) por v3rtebra. Merluza del Sur
- Figura 37a. Valor del 3ngulo α Merluza del sur



- Figura 37b. Promedio de valores de ángulo $\tilde{\alpha}$ Merluza del Sur
- Figura 38. Volumen máximo del segmento de vejiga correspondiente a las vértebras 10,12 y 15. Merluza del Sur
- Figura 39. Volúmenes mínimos, de llenado y total de vejiga v/s LS. Merluza del Sur.
- Figura 40a. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS en hembras. Merluza del Sur.
- Figura 40b. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS a machos. Merluza del Sur.
- Figura 41. LC v/s LS. Merluza de Cola.
- Figura 42. Longitud vejiga (mm) v/s proporción LC/LS. Merluza de Cola.
- Figura 43. Longitud vejiga v/s LS. Merluza de Cola.
- Figura 44a. Imagen de vejiga gaseosa en Merluza de Cola (LS = 71,9 cm).
- Figura 44b. Porciones de vejiga para mostrar diseño de sección transversal. Merluza de Cola.
- Figura 45a. Longitud de las vértebras relacionadas con la vejiga gaseosa. Merluza de Cola.
- Figura 45b. Promedio de la longitud de las vertebras normalizado a LS. Merluza de Cola.
- Figura 46a. Longitud Apófisis Laterales (L1 + L2) / 2. Merluza de Cola.
- Figura 46b. Promedio Longitud Apófisis laterales normalizado a LS. Merluza de Cola.
- Figura 47a. Longitud L3 de las vértebras. Merluza de Cola.
- Figura 47b. Promedio Normalizado (L3 / LS) por vértebra. Merluza de Cola.



Figura 48a. Valor del ángulo α Merluza de Cola.

Figura 48b. Promedio de valores de ángulo α Merluza de Cola

Figura 49. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS.Merluza de Cola.

Figura 50a. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS en hembras. Merluza de Cola.

Figura 50b. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS a machos. Merluza de Cola

Figura 51. Perfiles verticales de distribución de la temperatura, salinidad y densidad en la zona de desarrollo de las mediciones.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Datos registrados por sistema acústico.
- Tabla 2. Bitácora de los lances de pesca efectuados durante el crucero. a) Operacional y b) Capturas.
- Tabla 3. Calibración EK
- Tabla 4. Valores estimados de la fuerza de blanco de merluza de cola (pulso medio).
- Tabla 5. Valores promedio, máximo, mínimo, desviación estándar y número de observaciones para los descriptores de las marcas individuales de merluza de cola.
- Tabla 6. Valores promedios y desviación estándar de los descriptores por rango de hora, de las marcas individuales de merluza de cola.
- Tabla 7. Valores críticos y calculados en el test F de un factor para la comparación de valores medios de los descriptores por rango de hora, valores de MST (suma de cuadrados del tratamiento) y MSE (suma de cuadrados del error) para los descriptores de las marcas individuales de merluza de cola.
- Tabla 8. Valores promedio, máximo, mínimo, desviación estándar y número de observaciones para los descriptores de las marcas individuales de merluza austral.
- Tabla 9. Valores promedios y desviación estándar de los descriptores por rango de hora, de las marcas individuales de merluza austral.
- Tabla 10. Valores críticos y calculados en el test F de un factor para la comparación de valores medios de los descriptores por rango de hora, valores de MST (suma de cuadrados del tratamiento) y MSE (suma de cuadrados del error) para los descriptores de las marcas individuales de merluza austral.



Tabla 11. Datos merísticos y morfométricos de los ejemplares de merluza del sur. a) Machos y b) Hembras.

Tabla 12. Datos merísticos y morfométricos de los ejemplares de merluza de Cola. a) Machos y b) Hembras.

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1.** Report on merluza del sur and merluza del cola target strength research.
- ANEXO 2.** Talleres.
- ANEXO 3.** Plan de asignaci3n de personal profesional y t3cnico (HH) por objetivo.
- ANEXO 4.** CD con Informe Final FIP N° 2003-34 en PDF.



1. ANTECEDENTES

1.1 De los recursos

Nombre com3n	Merluza del sur	Merluza de cola
Nombre cient3fico	<i>Merluccius australis</i>	<i>Macruronus magellanicus</i>
Familia	Merlucciidae	Merlucciidae
Orden	Gadiformes	Gadiformes
Clase	Actinopterygii	Actinopterygii

a) Merluza del sur

Es una especie demersal cuya distribuci3n longitudinal abarca desde la latitud 35°S al extremo sur del pa3s (57°S) y latitudinalmente est3 asociada a la plataforma continental y zona del mar interior de las regiones X a XII. Batim3tricamente, ha sido registrada en profundidades entre 100 y 800 metros. Es una especie longeva, la cual ha dado cuenta de individuos de 30 a3os de edad, con crecimiento diferenciado entre sexos, alcanzando las hembras edades y tallas mayores que los machos. Las estructuras de tallas (longitud total) de las capturas de merluza del sur muestran en las capturas de la flota industrial una moda principal centrada entre los 75 y 85 cm, en tanto en las capturas de la flota artesanal (aguas interiores) registra una distribuci3n bimodal con un m3ximo centrado entre los 70 y 80 cm de longitud total y otra moda de car3cter secundario entre los 60 y 70 (**Fig. 1a**), situaci3n descrita por C3spedes *et al.* (1996), Reyes *et al.* (1995) y Rubilar *et al.* (1999).



Su actividad reproductiva se concentra en el trimestre julio-septiembre alcanzando su m3ximo nivel en el mes de agosto (Lillo *et al.*, 2005). La principal 3rea de desove se localiza principalmente en las zonas cercanas a la isla Guamblin (44°S-46° S), aunque se ha observado la presencia de focos secundarios al sur del paralelo 52°S (Aguayo, 1995).

En lo que respecta al reclutamiento, se han observado dos 3reas de reclutamiento (juveniles sobre 30 cm de longitud total), localizadas ambas en la zona de aguas interiores de la X y XI Regi3n, Seno del Reloncav3 y sectores al sur del Seno Ays3n (C3spedes *et al.*, 1996, Lillo *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos durante los cruceros de investigaci3n dan cuenta de una dieta icti3faga y, basada principalmente en la presa merluza de cola, registr3ndose 3ndices de importancia relativa (IRI) del 99% en aguas exteriores y 87% en aguas interiores, con caracter3stica de estenofagia en ambos sectores.

La pesquer3a de este recurso se desarroll3 durante la d3cada del 80, elev3ndose su desembarque de 14 mil a 70 mil toneladas anuales en el per3odo 1978-1988, iniciando luego una ca3da que se detuvo en 1993 y, a partir de entonces, no ha superado las 30 mil toneladas (Aguayo, 1995; Sernapesca, 2003). La ca3da mostrada por algunos indicadores como la biomasa del stock, CPUE, desembarques y talla de los ejemplares, desemboc3 en una situaci3n de sobrepesca a partir de 1986, como consecuencia del incremento del esfuerzo de pesca aplicado en toda el 3rea de la pesquer3a (Aguayo, 1995).

b) Merluza de cola

Presenta una amplia distribuci3n geogr3fica, registr3ndose a lo largo de la costa chilena desde Coquimbo (30° LS) al extremo sur (57°S) y latitudinalmente se ha



registrado su distribuci3n hasta una distancia de 200 millas n3uticas de la costa. Tambi3n se la encuentra en aguas interiores de los canales y fiordos australes. Batim3tricamente se localiza entre los 50 y 700 metros de profundidad.

La merluza de cola es una especie que posee una longevidad que se extiende hasta el grupo de edad XIV, siendo los grupos et3reos m3s frecuentes los pertenecientes a las edades del rango de III a VIII. La estructura de tama3os en aguas exteriores presenta una distribuci3n desplazada hacia ejemplares adultos a diferencia de la distribuci3n registrada para aguas interiores donde predominan los individuos juveniles (**Fig. 1b**), situaci3n que se repite en la zona centro sur (**Fig. 1c**).

La actividad reproductiva de esta especie se manifiesta con mayor intensidad en el trimestre junio-agosto, disminuyendo r3pidamente a fines de agosto. Su principal 3rea de desove se ha registrado en ca3ones submarinos cercanos a las islas Guafo y Guamblin (44°S – 46°S), aunque es posible que existan focos de desove secundario fuera del 3rea antes se3alada (Lillo *et al.*, 2005).

En lo que respecta al reclutamiento, la merluza de cola se recluta a la pesquer3a a los dos a3os de edad formando concentraciones de gran densidad.

La dieta de la merluza de cola est3 compuesta principalmente por zooplancton (euf3usidos), Necton (peces juveniles) y canibalismo.

En la pesquer3a de la merluza de cola, hist3ricamente los mayores niveles de desembarques han correspondido al aporte de la pesquer3a pel3gica de la zona centro sur (**Figura 2**), mientras que los desembarques anuales de la pesquer3a sur austral se hab3an mantenido por bajo las 20 mil t, pero en los 3ltimos a3os la captura de la pesquer3a sur-austral ha experimentado un significativo aumento, alcanzando las 45 mil toneladas en el 2004 (Sernapesca, 2003; Subpesca, 2004).



Lo anterior permiti3 que por primera vez los desembarques provenientes de esta pesquería sur austral superarán a los desembarques de merluza de cola de la zona centro sur.

1.2 De las mediciones de fuerza de blanco

Cuando un pulso de energía acústica es transmitido por el transductor de un buque este viaja por el agua e insonifica a un pez, una parte de esta energía es reflejada como un eco que es captado por el transductor, entregando informaci3n, de la profundidad, densidad, tamaño, velocidad y direcci3n del pez. El empleo de métodos de ecointegraci3n en el estudio de los recursos pesqueros es tambi3n conocido como “acústica pesquera” (MacLennan y Simmonds, 1992) o bioacústica (Medwin y Clay, 1998) y se basa en la transmisi3n de un pulso s3nico que viaja a trav3s del agua y que cuando en su trayectoria existe un objeto de densidad distinta al agua, una parte del sonido es reflejado conteniendo la informaci3n del objeto o pez detectado. El avance experimentado por los sistemas de detecci3n acústica ha incrementado su uso en la investigaci3n de ecosistemas acuáticos y en la evaluaci3n de recursos pesqueros, mediante el desarrollo de prospecciones, las que permiten cuantificar su abundancia, biomasa, comportamiento y distribuci3n espacio-temporal de los peces sobre grandes extensiones geográficas (Bertrand *et al.*, 2002).

La evaluaci3n directa de un stock pesquero mediante métodos de ecointegraci3n requiere combinar informaci3n de muestras biol3gicas obtenidas mediante lances de pesca de identificaci3n e informaci3n acústica de los peces obtenida mediante la operaci3n de ecosondas científcos, siendo el conocimiento de la fuerza de blanco (TS) o índice de reflexi3n individual un factor clave en la estimaci3n de la abundancia e identificaci3n de los recursos pesqueros y corresponde a la fracci3n de la energía acústica incidente (I_i) que es reflejada (I_r) por un pez insonificado por un pulso acústico.



$$TS = 10 \log (I_r/I_j)$$

La fuerza del blanco (TS) se relaciona con la densidad promedio de peces insonificados (ρ_a) y al coeficiente de dispersi3n por unidad de 1rea (S_A) (McLennan y Simmonds, 1992), como sigue:

$$S_A = \rho_a * 4\pi * 10^{0,1*TS}$$

Para relacionar los datos ac3sticos con los peces que lo generan es necesario realizar lances de pesca de identificaci3n. La captura de los lances de pesca permite conocer la composici3n y estructura de los tama1os de las especies que originaron esos datos ac3sticos, lo que sumado al conocimiento de la relaci3n fuerza de blanco- TS permite estimar la proporci3n ac3stica (contribuci3n de cada especie al S_A). La TS generalmente es expresada en t3rminos de una dependencia con el tama1o del pez (L) mediante una relaci3n del tipo “ $TS=m\log L+b$ ”, donde m y b son coeficientes particulares para cada especie. Para obtener esta relaci3n, se efect1an observaciones sobre un grupo de peces de los cuales se estima su fuerza de blanco, la que es asociada a la longitud media de esos peces. Cuando se dispone de varias mediciones de este tipo, realizadas sobre grupos de peces cuyas tallas medias abarcan un rango amplio de valores, es posible ajustar una relaci3n estadística entre ellos. (McLennan y Simmonds, 1992).

Durante la 1ltima d3cada, se han efectuado en Chile una serie de estudios destinados a estimar el tama1o de los stocks de merluza del sur (***Merluccius australis***) y merluza de cola (***Macruronus magellanicus***). En estos estudios se han efectuado algunas mediciones de fuerza de blanco, cuyos resultados no se han considerado confiables, especialmente por la gran distancia entre el transductor y los blancos lo que sumado a la altas densidades de las



agregaciones, hace altamente probable que se incorporen ecos m3ltiples en los datos (Lillo *et al.*, 2005). Debido a lo anterior, en las estimaciones de la abundancia de ambos stocks el escalamiento de las lecturas ac3sticas a los estimados de biomasa se han realizado para el caso de la merluza del sur mediante la relaci3n planteada por Lillo *et al.* (1996) para *Merluccius gayi*, relaci3n que presenta valores similares a los obtenidos para otras especies de merluzas en el mundo como *Merluccius capensis* (Svellinge y Ona, 1999), *Merluccius productus* (Kieser *et al.*, 1998), *Merluccius australis* (McClatchie *et al.*, 2003); mientras que, para la merluza de cola, se han utilizado relaciones *TS*-talla estimadas para el hoki (*Macruronus novazelandiae*) por Do y Surti (1993), O'Driscoll *et al.* (2004).

En este contexto, el Consejo de Investigaci3n Pesquera consider3 necesario realizar los estudios que permitan efectuar estimaciones de fuerza de blanco de las especies *Merluccius australis* y *Macruronus magellanicus*, de modo de mejorar las estimaciones directas que se efectúan sobre ellas.



2. OBJETIVO GENERAL

Estimar mediante m3todos *in situ*, la fuerza de blanco de las especies merluza del sur y merluza de cola.

3. OBJETIVOS ESPEC3FICOS

- 3.1 Proponer una metodolog3a estandarizada para estimar la relaci3n fuerza de blanco (*TS*) v/s longitud, asociada a las especies en estudio.
- 3.2 Estimar la relaci3n de fuerza de blanco (*TS*) de las especies merluza del sur y merluza de cola en funci3n a la talla.
- 3.3 Caracterizar las agregaciones sobre las cuales se efectuaron las mediciones.
- 3.4 Estimar la importancia relativa de los factores que incidir3an en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco.



4. METODOLOGÍA

4.1 Proponer una metodología estandarizada para estimar la relación fuerza de blanco (TS) v/s longitud, asociada a las especies en estudio.

De acuerdo a Foote (1991) los métodos de estimación de fuerza de blanco se pueden clasificar en:

- Métodos *in situ*: se realizan sobre peces en su ambiente natural, sin perturbarlos hasta que las mediciones acústicas hayan sido completadas.
- Métodos *ex situ*: se aplican sobre peces que son removidos de su ambiente y las mediciones se realizan en un ambiente controlado, lo anterior permite obtener la identificación del pez y monitorear su comportamiento durante el experimento. También se clasifica dentro de este método las estimaciones de fuerza de blanco basados en el uso de modelos, lo que hace necesario conocer la forma y tamaño de la vejiga natatoria, ya sea mediante la obtención de un molde a través de inyección de resinas gelificantes; radiografías o ecotomografías.

El presente proyecto convoca a presentar una propuesta metodológica para la aplicación de métodos acústicos en la medición de la fuerza de blanco aplicando métodos *in situ* en las dos especies de la familia Merlucciidae en estudio: (*Merluccius australis* y *Macruronus magellanicus*). En dicha proposición, se consideran tres etapas.

1^{ra}. Etapa: Es denominada de conocimiento previo está constituida por tres materias:

- la relacionada con las especies o recurso en estudio, considera la biología espacial, los desplazamientos (migraciones reproductivas y tróficas) en



diferentes escala temporales (estacionales y nictemerales). Toma en cuenta el ciclo de vida de la especie: periodos reproductivos, tasa de crecimiento, 3reas de: reproducci3n, crianza y reclutamiento. El comportamiento gregario y estado fisiol3gico.

- La denominada del equipamiento, considera los recursos tecnol3gicos disponibles y susceptibles a ser empleados; como son la plataforma de muestreo (embarcaci3n y equipamiento); el sistema ac3stico: equipos (ecosondas, frecuencias, posici3n transductor, plataforma); y software (adquisici3n y proceso de informaci3n), adem3s del sistema de pesca a utilizar (tipo de red y su operatividad).
- La llamada del muestreo considera el dise1o experimental, tanto del punto de vista ac3stico (insonificaci3n de los peces en la columna de agua respecto al transductor) y de la pesca para la obtenci3n de los ejemplares que son efectivamente insonificados (selectividad y operatividad del arte de pesca). Asimismo, se deben considerar las condiciones meteorol3gicas del 3rea donde se realizan los experimentos.

2^{da}. Etapa: Se denominada crucero de medici3n de fuerza del blanco y es la que se determina la estrategia y dise1o experimental para la de obtenci3n de la informaci3n ac3stica y de pesca en el medio natural.

3^{ra}. Etapa: Esta es la de estimaci3n la fuerza de blanco y de validaci3n la informaci3n.



4.2 Estimar la relaci3n de fuerza de blanco (TS) de las especies merluza del sur y merluza de cola en funci3n a la talla.

4.2.1 1rea y per3odo de estudio

El crucero dirigido a efectuar las mediciones de fuerza de blanco se realiz3 entre el 20 y 29 de septiembre del a1o 2004. Los experimentos de medici3n de fuerza de blanco se efectuaron seg1n la siguiente distribuci3n(**Fig. 3**).

- 4 en el canal Moraleda ($44^{\circ}11' - 44^{\circ}36'S$);
- 1 en el canal Costa;
- 4 en el sector de isla Guamblin; y,
- 1 en el sector de isla Guafo

Para el desarrollo de las mediciones de fuerza de blanco, se buscaron 1reas que cumplieran con las condiciones adecuadas para efectuar los experimentos, esto es, los recursos disponibles al sistema ac1stico, distribuidos como blancos individuales y condiciones meteorol3gicas adecuadas. Con respecto a lo 1ltimo, cabe se1alar que las condiciones meteorol3gicas imperantes en la zona del mar exterior durante el per3odo del crucero fueron de vientos que fluctuaron entre 25 y 35 nudos y altura de ola de 3 a 5 metros, lo que no hac3a aconsejable el operar en dicha zona. Lo anterior, forz3 necesariamente a efectuar las actividades en la zona de canales y s3lo una vez que hubo cierta mejor3a en las condiciones de la zona exterior se pudo navegar y efectuar mediciones experimentales en dicha zona (**Fig. 4**).

4.2.2 Embarcaci3n y equipos ac1sticos

El crucero de prospecci3n se efectu3 a bordo del B/C "Abate Molina", nave de investigaci3n pesquera que efectu3 las tareas de medici3n de fuerza de blanco y



los lances de identificaci3n. Esta embarcaci3n corresponde a una del tipo arrastrero, tiene una eslora de 43,6 metros y est1 equipada con un sistema de especializado de evaluaci3n ac3stica y redes de arrastre de mediagua.

El sistema ac3stico utilizado correspondi3 a un sistema marca Simrad modelo EK500, conectado mediante un cable de transmisi3n de 500 metros de longitud a un transductor de profundidad de la misma marca modelo ES38DD, el que fue alojado en un canastillo met1lico con una veleta estabilizadora (**Fig. 5 a 7**). Para desplegar el transductor a la profundidad requerida por la distribuci3n de los peces, se utiliz3 un winche oceanogr1fico y un cable de acero de 4 mil3metros de di1metro.

4.2.3 Mediciones de fuerza de blanco

Durante el crucero se efectuaron 10 experimentos de medici3n de fuerza de blanco con el transductor de profundidad ES38DD con las longitudes de pulso de corto (0,6 ms) y medio (1,0 ms), respectivamente. Asociados a ellos, se efectuaron 10 lances de pesca de identificaci3n y 10 estaciones oceanogr1ficas.

Una vez localizada una zona adecuada para este tipo de trabajo, el buque detena su marcha y el transductor era bajado por un costado del buque hasta la profundidad de distribuci3n de los peces. Una vez que se estabilizaba el sistema a la profundidad deseada, con el buque derivando con la corriente y el sistema ac3stico operando a la m1xima potencia y raz3n de sondeo, se iniciaba el registro de datos (“ping a ping”).

Los datos de cada pulso fueron recopilados: fecha, hora, n3mero del pulso, posici3n geogr1fica, profundidad del blanco, distancia angular del blanco al centro del haz, profundidad del fondo. Estos datos fueron almacenados en archivos magn3ticos para su posterior proceso.



4.2.4 Lances de pesca de identificaci3n y muestreo biol3gico

Al t3rmino de cada medici3n de fuerza de blanco, se realizaron lances de pesca para la obtenci3n de muestras biol3gicas que permitieran estimar la estructura de tallas y caracter3sticas de los peces que fueron insonificados y cuya posici3n se entrega en la **Tabla 2**. Los lances de pesca fueron realizados con una red de arrastre de mediagua marca Motueka que desarrollaba una altura de boca de 35 metros a una velocidad de arrastre de 3 a 3,3 nudos. Para disminuir el efecto selectivo el t3nel de la red estuvo armado con una cubierta interior de 50 mil3metros de tama1o de malla.

Al terminar el lance y virar la red, la captura era depositada en la cubierta y se proced3a a su muestreo biol3gico el que consist3a en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de ambas especies. En los casos que las capturas fueron escasas, se cens3 toda la captura. Esta actividad de muestreo consisti3 b3sicamente en registrar los datos operacionales del lance (fecha y hora del lance, posici3n, profundidad y captura) y los datos del muestreo biol3gico como: talla, peso, sexo, estado de madurez sexual macrosc3pica y presencia de contenido estomacal.

4.2.5 Estaciones oceanogr3ficas

Una vez finalizadas las mediciones de fuerza de blanco, se realizaron estaciones de muestreo oceanogr3fico donde se registr3 la distribuci3n en la columna de agua de la salinidad, temperatura y contenido de ox3geno. En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se obtuvieron perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu) y ox3geno disuelto (ml l^{-1}) mediante un CTDO marca Neil Brown, modelo Mark III.



4.2.6 Procesamiento y an3lisis de los datos

El procesamiento de los datos comprendi3 los siguientes pasos:

- Una inspecci3n de los datos y ecogramas, para remover aquellos datos que no correspondieran a las especies objetivo, como plancton, interferencias ac3sticas u otras.
- Utilizaci3n de un software de seguimiento de blancos (Sonardata®) el que a partir de los datos ac3sticos de fuerza de blanco y mediante el m3dulo “Fish tracking”, permite detectar blancos individuales de peces. Estos 3ltimos son reconocidos como ecotrazos, si cumplen con un patr3n de movimiento sistem3tico, definido por un n3mero m3nimo de pings positivos dentro de un track determinado (**Fig. 8**). En el seguimiento de los blancos se consider3 que calificaban para su procesamiento aquellos blancos que eran insonificados a lo menos en tres pulsos y su variaci3n de profundidad entre pulsos consecutivos, no excediera a 1 metro.
- Se registraron los datos de la fuerza de blanco, profundidad, distancia del blanco al transductor, direcci3n y velocidad en los planos horizontal y vertical y el n3mero de veces insonificado.
- Para estimar la fuerza de blanco promedio de un grupo de blancos individuales (pez), se estim3 su coeficiente individual de retrodispersi3n promedio ($\overline{\sigma_{(j)}}$) a partir de los valores de fuerza de blanco (TS_i) estimada para cada ping que insonific3 ese pez (Medwin y Clay, 1998):



$$\sigma_{(i)} = 10^{(0,1*TS_i)}$$

$$\overline{\sigma_{(j)}} = \frac{\sum \sigma_{(i)}}{n}$$

La fuerza de blanco promedio del pez “j” se estim3 como:

$$\overline{TS_j} = 10 * \log(\overline{\sigma_{(j)}})$$

De manera an3loga se calcul3 la fuerza de blanco promedio de las mediciones asociadas a los diferentes lances y su respectivas varianzas.

Luego, la fuerza de blanco promedio de cada medici3n o experimento fue asociada a la talla promedio estimada para las capturas obtenidas en los lances de pesca de identificaci3n y sometida a un an3lisis estad3stico para lograr un ajuste de la relaci3n talla-TS.

4.3 Caracterizar las agregaciones sobre las cuales se efectuaron las mediciones

La imposibilidad de caracterizar las agregaciones de merluza austral y de merluza de cola sobre las cuales se efectuaron las mediciones de TS, debido al estado disperso en que necesariamente debe encontrarse el recurso para efectuar dicha medici3n, se procedi3 a caracterizar y analizar los ecotrazos individuales registrados para cada especie.



Tratamiento y an3lisis de la informaci3n

De los datos registrados se realiz3 un an3lisis general de los ecotrazos resultantes de los experimentos de detecci3n, aplicando estadística descriptiva referida a los valores promedios, máximos, mínimos desviaci3n est3ndar y coeficientes de variaci3n para las variables descriptivas de:

- Profundidad (m)
- Fondo (m)
- TS (Db ref 1m²)
- Velocidad (m/s)
- Direcci3n vertical (°)

De acuerdo a la siguiente formulaci3n:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$CV = \frac{s}{|\bar{x}|}$$

Donde:

- \bar{x} = promedio de la variable en estudio
 x_i = valor observado "i" de la variable en estudio
 N = n3mero de observaciones de la variable en estudio
 s = Desviaci3n est3ndar de la variable en estudio
 CV = Coeficiente de variaci3n de la variable en estudio



Las variables se agruparon de acuerdo a la hora de detecci3n, determinándose valores promedio e intervalos de confianza por rango de hora, lo cual fue analizado gráficamente y estadísticamente mediante un análisis de varianza, a fin de determinar la existencia de diferencias significativas en los valores de estas variables durante períodos del día y que pudieran influir en los valores de *TS*.

Se estimó el Índice de altura (%), como la medida porcentual de ubicaci3n en la columna de agua del ecotrazo con respecto al fondo, con valores entre 0 y 100 significando valores altos cuando el pez se encuentra cercano a la superficie y, valores bajos, que se encuentra más cercano al fondo.

Finalmente, se analizó las variaciones en la velocidad promedio con respecto a los rangos de *TS* observados y se graficó la dispersi3n de los datos de la direcci3n vertical y de velocidad con respecto a los mismos rangos de *TS*.

4.4 Estimar la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco.

4.4.1 Caracterizaci3n de las vejigas natatorias

a) Toma de muestras

La caracterizaci3n de las vejigas natatorias de las dos especies de merluza en estudio se efectuó mediante metodología y supuestos que se detallan a continuaci3n:

Se tiene en consideraci3n la diferencia en la estructura gonádica de ambos sexos, su disposici3n en la cavidad cel3mica y las diferencias en el estado de desarrollo de las mismas de acuerdo al estado de madurez sexual de los especímenes, la morfología de las vejigas de ambas especies, se analizaron por separado y por talla. Para lo



anterior se consider3 un total de 17 ejemplares de merluza del sur (9 machos y 8 hembras) y 13 ejemplares de merluza de cola (6 machos y 7 hembras).

a) **Procesamiento de los datos**

Los caracteres externos medidos para los especimenes de ambas especies estudiadas fueron: longitud total (LT) longitud estandar (LS), longitud cefalica (LC) altura m3xima (Hm3x) y altura m3nima (Hm3n). Las medidas fueron tomadas por un mismo observador con icti3metro y pie de metro con precisi3n 0,02 mm., tres veces consecutivas, de tal manera que los datos utilizados en el an3lisis corresponden al promedio de las medidas. Posteriormente, los ejemplares fueron eviscerados y se extrajo la columna vertebral con la vejiga gaseosa efectu3ndose las siguientes mediciones de acuerdo a los protocolos establecidos por Hubbs y Lagler (1947), que fueron:

- Longitud Cuerpo Vertebral (**L_{cv}**). Medido con un pie de metro con precisi3n 0,02 mm, lo que permite conocer la longitud total de la vejiga
- N3mero de v3rtebras (**N^o_{ver}**). Por conteo visual. Se determin3 el n3mero de v3rtebras que conforman la vejiga, como tambi3n la v3rtebra de inicio y final de la vejiga.
- Dise1o de las v3rtebras. Para cada una de las v3rtebras se defini3 el punto central del cuerpo vertebral y los puntos distales de las ap3fisis vertebrales. La figura geom3trica obtenida en base a la definici3n de dichos puntos en la v3rtebra (tri3ngulo), fue ingresada como imagen a un computador y analizada en AutoCad, a partir del cual se midi3:



- Longitud del cuerpo vertebral (L_{cv}); distancia entre los puntos distales de las ap3fisis vertebrales (D_{apo}); el 3ngulo formado entre las ap3fisis y cuerpo vertebral (**3ngulo α**).
- Volumen m3nimo (Vol_{m3n}): estimado matem3ticamente a partir de los resultados del dise1o de la cara anterior de las v3rtebras y longitud del cuerpo vertebral, como:

$$Vol_{m3n} = \Sigma \text{3rea vertebral anterior} \times \text{longitud del cuerpo vertebral } (L_{cv})$$

- Volumen m3ximo (Vol_{m3x}): estimado a partir de la obtenci3n de los moldes del volumen m3ximo que soporta la vejiga.
- $Vol_{m3x} = \Sigma$ 3rea secci3n transversal de cada corte \times longitud del cuerpo vertebral (L_{cv})

Para determinar los vol3menes se inyect3 a la vejiga gaseosa una soluci3n gelificante coloreada, hasta que el tejido de la pared ventral se encontrara tensionado al m3ximo posible. Posteriormente, se separaron los cuerpos vertebrales y se cort3 en las zonas de articulaci3n, obteni3ndose las porciones de volumen de vejiga con sus correspondientes v3rtebras. La secuencia ordenada de secciones transversales anteriores fueron escaneadas, utilizando un scanner AGFA SNAPSCAEN E40. Las im3genes fueron digitalizadas con AutoCad, a partir de las cuales se obtuvo el 3rea de secci3n transversal anterior de cada porci3n de vejiga, as3 como tambi3n la longitud de las ap3fisis laterales, la distancia (longitud L_3) entre los puntos distales anteriores de las ap3fisis y el 3ngulo α , que corresponde al 3ngulo formado por las l3neas proyectadas desde el centro de crecimiento de la v3rtebra hasta el extremo distal de las ap3fisis laterales (**Fig. 9**).



A cada v3rtebra constituyente de la vejiga se le midi3 la longitud del cuerpo vertebral y el ancho de la ap3fisis derecha en el punto medio, con pie de metro (precisi3n 0,02 mm.).

La longitud de la vejiga se estim3 a partir de la sumatoria de la longitud de los cuerpos vertebrales que la componen. Los vol3menes m3nimo y m3ximo de cada segmento de vejiga fueron estimados multiplicando el 3rea de secci3n transversal por la longitud del cuerpo vertebral, mientras que la diferencia entre ambos corresponde al volumen de llenado. Por lo tanto los vol3menes m3nimo, m3ximo y de llenado de la vejiga, corresponden a la sumatoria de los vol3menes de todos los segmentos.

b) An3lisis de los datos

Se calcul3 la proporci3n entre la longitud cef3lica y longitud est3ndar (LC/LS) para ambas especies por sexo y sus estadisticos correspondientes (promedio, varianza y coeficiente de determinaci3n).

Se estimaron los valores de alometr3a entre la proporci3n LC/LS y la longitud de la vejiga, como tambi3n el valor de alometr3a entre LC/LS y el volumen m3nimo y m3ximo.

Se model3 la variaci3n del volumen de la vejiga por especie y por sexo, utilizando los resultados obtenidos entre los vol3menes m3nimos y m3ximos de las tallas analizadas, en base a la simplificaci3n de los par3metros estructurales.

A trav3s del modelo se evalu3 cual de los par3metros estructurales de la vejiga present3 la m3s alta correlaci3n con la variaci3n volum3trica entre el m3nimo y el m3ximo te3rico de la misma, dentro del rango de tallas analizadas por sexo y por especie.



4.4.2 Estimar la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco.

a) Toma de datos

En el proyecto, se efectuaron experimentos donde se recolectó datos de la *TS in situ*, datos de salinidad y temperatura e informaci3n biol3gica mediante lances de pesca de identificaci3n donde se recopilaron datos: profundidad de los peces, direcci3n vertical (tilt), estadio de madurez sexual, peso de las g3nadas y estado de repleci3n estomacal.

b) Procesamiento de los datos

Los datos provenientes de los muestreos acústicos y biol3gicos fueron inspeccionados para verificar la ausencia de datos atípicos e ingresados a una base de datos.

De los datos biol3gicos se procedió a estimar: el índice gonádico (IGS) por lance y un indicador de masa corporal como:

$$\overline{IGS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Pg_i}{(Pc_i - Pg_i)} \quad ; \quad \overline{ICE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Pe_i}{(Pc_i - Pe_i)}$$

siendo Pg_i el peso de la g3nada, Pc_i el peso total del pez y , Pe_i el peso del contenido estomacal, todos expresados en gramos.

Para evaluar el efecto de los factores biol3gicos sobre las mediciones de fuerza de blanco se estimó una raz3n adimensional, que permite comparar la influencia de factores con unidades de medici3n diferentes (Hazen y Horne, 2003). Para



estimar la raz3n de cambio, se convierte la variaci3n absoluta de la fuerza de blanco ($|\Delta TS|$) y la variaci3n absoluta unitaria de un factor ($|\Delta F_i|$) en unidades comparables como:

$$|\Delta TS| = \left(\frac{|TS_1 - TS_2|}{\max(TS_1, TS_2)} \right) ; |\Delta F_i| = \left(\frac{|f_1 - f_2|}{\max(f_1, f_2)} \right)$$

Para comparar el impacto de diferentes factores (F_A y F_B) sobre la fuerza de blanco se calcul3 la raz3n:

$$\left[\left(\frac{\Delta TS}{\Delta F_A} \right) / \left(\frac{\Delta TS}{\Delta F_B} \right) \right]$$

donde si el resultado es mayor que uno, se interpreta como que el factor A tiene una mayor influencia sobre la TS que el factor B.



5. RESULTADOS

5.1 Proponer una metodologfa estandarizada para estimar la relaci3n fuerza de blanco (TS) v/s longitud, asociada a las especies en estudio.

La proposici3n metodol3gica considera esencialmente materias o aspectos relacionados con la especie a estudiar, el ambiente y los recursos tecnol3gicos para realizar las mediciones (**Fig. 11**). En ella se consideraron como los elementos m3s importantes aquellos asociados a los recursos, pues son 3stos los que con su distribuci3n y comportamiento dan viabilidad a un experimento orientado a la medici3n de fuerza de blanco. El equipamiento se consider3 como secundario, pues su disponibilidad generalmente depende m3s bien de factores econ3micos.

5.1.1 Conocimiento previo

En esta etapa se deben recopilar los antecedentes disponibles con respecto a los recursos pesqueros, los m3todos de medici3n de la fuerza del blanco y los recursos tecnol3gicos disponibles. En la planificaci3n prospecci3n ac3stica pesquera se deben considerar tres elementos como son: **(a)** un sistema ac3stico calibrado, **(b)** un dise1o de muestreo asociado a las escalas espaciales y temporales del recurso, de manera que 3ste se encuentre en la condici3n m3s favorable para su detecci3n con sistemas ac3sticos con respecto a sus desplazamientos horizontales y batim3tricos y **(c)** un conocimiento de las propiedades ac3sticas (TS), biol3gicas y fisiol3gicas del recurso a estudiar.



- **DEL RECURSO**

Aqu3 se consideraron dos aspectos, como son las caracter3sticas biol3gicas y la biolog3a espacial del recurso pesquero (peces).

- a) **Caracter3sticas biol3gicas**: per3odos reproductivos, migraciones (temporales y nictemerales), tipo de alimentaci3n, segregaci3n espacial (geogr3fica o batim3trica), estructura de tallas, tipo de vejiga natatoria.

Entre los aspectos que han sido identificados en la estimaci3n *in situ* de fuerza de blanco y su variabilidad, se tiene un grupo de factores intr3secos y extr3secos. Entre los primeros se consideran el tama3o, anatom3a y fisiolog3a, concurriendo su talla, peso, tipo de vejiga (fis3stomos/fisoclistos), composici3n bioqu3mica, estadio de madurez y estado de repleci3n estomacal. Los factores extr3secos se asocian a su distribuci3n espacio-temporal y su comportamiento como son la orientaci3n con respecto al haz ac3stico, su profundidad, per3odo del d3a y el grado de agregaci3n (Abe *et al.*, 2002; Kloser y Horne, 2003; Ona, 2003, 1990; McQuinn y Winger, 2003; Vabo *et al.*, 2002; ICES, 2001, 1999; Gorska y Ona 2003; Foote, 1980a, 1980b, 1991). Por otra parte, Hazen y Horne (2004) se3alaron que la influencia en la TS por variaciones de la frecuencia del transductor y el 3ngulo de inclinaci3n del pez con respecto al haz ac3stico son mayores que el efecto producido por la variaci3n de la longitud del pez y que se puede resumir como: Inclinaci3n > Frecuencia >Talla > Profundidad.

En relaci3n a los aspectos biol3gicos es de primera importancia caracterizar la vejiga natatoria pues en los peces que la poseen es la responsable del 90% de la energ3a reflejada por un pez cuando es insonificado (Foote y Traynor, 1988; MacLennan y Simmonds, 1992; Medwin y Clay, 1998). La vejiga natatoria es un



órgano ubicado en la cavidad celómica que deriva del tramo anterior del tracto digestivo y se encuentra delimitada por las vértebras abdominales, tanto por los cuerpos vertebrales, como por las apófisis que dan forma al techo y a las paredes de la misma, respectivamente. La pared ventral está formada por tejido conectivo, **rete mirabile** y fibras colágenas que la hacen resistente a tensiones de tracción (Wainwright *et al.*, 1980, Zwerger *et al.*, 2002) e impermeable a los gases, incluso a altas presiones (Eckert *et al.*, 1988) y su posición en relación al centro de gravedad constituye un factor de importancia en la locomoción y la flotabilidad neutra del pez.

El Grupo de Estudio de Estimación de Fuerza de Blanco en el Mar Báltico (SGTSEB), propuso una relación funcional de fuerza de blanco en la cual reconocía una serie de factores que incidían en ella, algunos inherentes al equipo (frecuencia y longitud del pulso), otros al recurso (talla, comportamiento, alimentación, reproducción) y otros a las condiciones del medio (salinidad y temperatura), (ICES, 2001). Sin embargo, la dificultad de poder efectuar estudios que permitieran respaldar todos los factores incorporados, llevó al mismo grupo de estudio dos años más tarde, recomendar una relación con menos términos en la que se consideraba sólo la talla, frecuencia y profundidad, las que deben ser expresadas en términos de las características de la distribución del recurso y las condiciones hidrográficas presentes en el momento del estudio (ICES, 2003; Korneliussen y Ona, 2003).

- b) **Biología espacial**: distribución de los recursos objetivos en las escalas espacial, temporal y batimétrica de los recursos en estudio: merluza del sur y merluza de cola, tipo de distribución (mono o multiespecífica, individual o agregado).



La definici3n del 1rea y per3odo de estudio en la estimaci3n de la relaci3n fuerza de blanco-talla, implica la selecci3n y definici3n de las escalas temporal y espacial en las cuales resulten pertinentes los resultados de las mediciones de fuerza de blanco que se efect3en (Simmonds *et al.*, 1992). En el presente proyecto, ambos recursos (merluza de cola y merluza del sur) presentan una estrecha relaci3n entre ellos de car1cter espacial ya que comparten el 1rea de distribuci3n, de car1cter tr3fico puesto que la merluza de cola representa el principal 3tem alimentario de la merluza del sur y sus procesos reproductivos (desove) se producen en ventanas temporales y espaciales similares (Lillo *et al.*, 2005). En este escenario, la definici3n de las escalas espacio-temporal del estudio pueden ser definidas como comunes para ambos recursos.

- **DE LOS EQUIPOS AC3STICOS Y SISTEMAS DE PESCA**

- a) **Sistema ac3stico**: se debe recopilar informaci3n de: frecuencia, potencia, longitud del pulso, tipo de transductor, profundidad de trabajo del transductor y alcance.

En el sistema ac3stico el transductor puede ser montado en el casco (sistema fijo) o sobre un cuerpo sumergible (de ca3da o remolcable) conectado al buque mediante un cable de se1al. En este sistema son elementos cruciales el tipo de transductor (haz compartido), los programas computacionales y algoritmos detectores de blancos resueltos que permiten seleccionar blancos aislados y hacer su seguimiento mientras se encuentran bajo el haz ac3stico.

Debido a que las mediciones de TS *in situ* requieren que un s3lo pez se encuentre dentro del volumen del pulso, el que aumenta exponencialmente con la distancia del transductor, se requiere disminuir la probabilidad de



incorporar ecos mltiples en la medici3n de la fuerza de blanco. Para esto, se recomienda disminuir el volumen de reverberaci3n, para lo cual se debe disminuir la distancia transductor-blanco (cuerpos sumergibles), emplear longitudes de pulso acsticos de corta duraci3n y aumentar la raz3n seal/ruido (Ona, 1999). Es recomendable adem1s disponer de equipos o sistemas acsticos que operen simult1neamente en distintas frecuencias, de modo de mejorar la definici3n de los blancos acsticos presentes en la zona de estudio.

- b) **Red de arrastre de mediaqua**: Se debe contar con el desarrollo vertical y horizontal, rango de tallas en que opera la red, profundidad m3nima de trabajo, velocidad de arrastre.

El arte de pesca a emplear est1 asociado al comportamiento y la biolog3a espacial del recurso y en su selecci3n se debe considerar la disponibilidad espacial y batim3trica del recurso, su estructura de tallas y las capacidades del sistema de pesca de operar en dichas condiciones.

- **DEL MUESTREO**

Aqu3 se consideran los siguientes aspectos:

- a) **Objetivo y resultados esperados**: permite definir y acotar el diseo de muestreo, datos a recopilar, su procesamiento y an1lisis.
- b) **Definici3n de las escalas espaciales y temporales**: permite establecer el 1rea y per3odo del estudio de acuerdo al objetivo de las prospecciones acsticas, es decir, sobre que fracci3n del stock se efectuan las prospecciones (juvenil, adulto, desovante).



- c) Distribuci3n batim3trica: se relaciona con la disponibilidad del recurso objetivo a los equipos ac3sticos y est3 asociada a la distribuci3n batim3trica de los recursos en la columna de agua, la que debe estar acotada al espacio existente entre el l3mite del campo cercano del transductor y el l3mite de la zona ciega del pulso ac3stico en el fondo.

- d) Tipo de agregaci3n del recurso: distribuci3n de tipo individual o gregaria (**Fig. 12**).

- e) Condiciones meteorol3gicas: estado de mar y viento que generen condiciones no adecuadas para las mediciones de fuerza de blanco (excesivo rolido o cabeceo de la embarcaci3n).

- f) Calibraci3n del sistema ac3stico: el sistema ac3stico debe ser calibrado al inicio del crucero de manera de verificar su rendimiento. En los sistemas instalados en cuerpos sumergibles se debe aumentar la frecuencia de calibraci3n.

- g) Muestreo biol3gico: Establecer el n3mero de lances, tipos y dise1o de los muestreo de las capturas.

5.1.2 Dise1o de muestreo para la medici3n de *TS in situ*

a) **Definici3n de la escala espacial (3rea de estudio)**

El 3rea de estudio se ubic3 en la zona del mar interior y exterior de la XI Regi3n entre los 44° y 46° de latitud sur (**Fig. 3**). Esta 3rea fue definida en base a la disponibilidad de ambos recursos en condiciones adecuadas para las mediciones de fuerza de blanco, a las condiciones meteorol3gicas y a la cercan3a entre ambas zonas, lo que permit3a de acuerdo al estado meteorol3gico operar en una u otra zona, disminuyendo de esta manera la p3rdida de d3as de operaci3n.



b) Definici3n de la escala temporal (per3odo del estudio)

Cuando el objetivo de una prospecci3n ac3stica es estimar el tama1o de la fracci3n adulta de un stock o de la fracci3n desovante, como es el caso de la merluza del sur y merluza de cola, es necesario que las mediciones de fuerza de blanco reflejen las caracter3sticas fisiol3gicas del stock. Aunque pueden existir diferencias interanuales de algunas semanas en la fecha de m3xima actividad reproductiva, temporalmente, tanto la merluza del sur como la merluza de cola presentan su 3poca de desove durante el per3odo de invierno (Aguayo *et al.*, 1987; Balbont3n y Bravo, 1993, 2003; Aguayo *et al.*, 2001; C3spedes *et al.*, 2000).

En el caso de la merluza del sur, el an3lisis de los datos provenientes de los muestreos biol3gicos realizados durante el per3odo 1982-1997 (Aguayo *et al.*, 2001), muestran para el cuatrimestre junio-septiembre la presencia de ejemplares en proceso reproductivo en un 3rea que se extiende entre las latitudes 41° y 57°, con una fuerte concentraci3n hacia el final del per3odo asociada a una mayor actividad reproductiva en el 3rea aleda1a a las islas Guafo y Guamblin (44°-46°S); as3 como la presencia de un ciclo de madurez gon3dica que se inicia en febrero y abril con el desarrollo de ovocitos previtelog3nicos y vitelog3nicos, siendo estos 3ltimos preponderantes en mayo y junio, culminando la madurez y produci3ndose desoves masivos en el trimestre julio-septiembre. Balbont3n y Bravo (1993) se1alan tambi3n la existencia de un desove masivo en agosto y que el desove fraccionado y la correspondiente recuperaci3n del ovario ser3a muy r3pido, por lo que el 3ndice gonadosom3tico no disminuir3a a pesar de haberse producido un desove.

Con respecto a la merluza de cola, 3sta muestra un per3odo bien definido de maduraci3n que se inicia en mayo, alcanza su madurez en julio y culmina con un



corto período de desove durante los meses de agosto y septiembre (Young *et al.*, 1998), aunque es posible también observar variaciones temporales en el período en que se alcanza la mayor actividad reproductiva. Chong (2000), estimó los mayores valores del índice gonadosomático (IGS) en julio-agosto y una rápida disminución en septiembre. Balbontín y Bravo (2001) señalaron que en agosto las hembras de merluza de cola en proceso activo de desove y en maduración sexual representaron el 55% del total de las hembras muestreadas, reflejando un activo proceso reproductivo, mientras que en julio sólo el 1% de las hembras estaba en proceso de desove.

Reconociendo la existencia de variabilidad intra-anual en los procesos biológicos-espaciales de ambos recursos (distribución), se definió que el período adecuado para la realización del estudio correspondía al trimestre julio-septiembre. La selección de este período debiera permitir que las mediciones de fuerza de blanco reflejen las características fisiológicas que los peces presentan durante los períodos en que se efectúan las prospecciones, que en el caso de los recursos objetivos de este estudio, generalmente se orientan hacia el stock desovante.

5.1.3 Estimación de la fuerza del blanco

En el procesamiento y análisis de los datos se desarrollan las siguientes etapas:

- a) **Análisis exploratorio**: inspección, revisión y selección de los datos acústicos y biológicos.

- b) **Procesamiento de los datos**: de acuerdo a modelos estadísticos y técnicas aceptadas por los especialistas. El procesamiento y análisis de los datos contempla:



- o Una inspecci3n de los datos y ecogramas, para remover aquellos datos que no correspondieran a las especies objetivos, como plancton, interferencias ac3sticas u otros.
- o Adquirir los datos de la fuerza de blanco, profundidad, distancia del blanco al transductor, direcci3n y velocidad en los planos horizontal y vertical y el n3mero de veces insonificado, mediante el empleo de software especializados como Sonardata, Movies, Target tracking.
- o Se estima el coeficiente individual de retrodispersi3n promedio ($\sigma_{(i)}$), fuerza de blanco promedio (\overline{TS}_j) de cada medici3n o experimento fue asociada a la talla promedio y si los datos lo permiten, se ajusta una relaci3n TS-talla como:

$$\widehat{TS} = a + b * \log(talla)$$

- c) Validaci3n de los datos: an3lisis comparativo con estudios efectuados sobre especies similares.

5.2 Estimar la relaci3n de fuerza de blanco (TS) de las especies merluza del sur y merluza de cola en funci3n a la talla.

5.2.1 Calibraci3n del sistema ac3stico

Una primera calibraci3n del sistema de ac3stico fue realizada al inicio del crucero con el transductor localizado a 4 metros de la superficie. Posteriormente, se efectuaron cinco calibraciones con el transductor localizado entre 280 y 310 metros de profundidad, los resultados se entregan en la **Tabla 3**.



5.2.2 Mediciones de fuerza de blanco

a) Análisis exploratorio de los datos

Una vez obtenido los datos de fuerza de blanco promedio individual, estimados mediante el módulo de seguimiento de peces (fish tracking) del programa Sonardata, se procedió a realizar un análisis exploratorio de los datos. En primer lugar se procedió a graficar las distribuciones de fuerza de blanco de las diferentes mediciones y la distribución de la estructura de talla asociada a las mismas (**Fig. 13 y 14**)

En ellas se puede apreciar que las distribuciones de *TS* presentan un rango amplio de valores, con la recurrencia de valores en torno al nivel de -50 decibeles, valor que puede ser atribuido a la presencia de peces pequeños (forraje), los que aparecen sólo de manera marginal en las capturas obtenidas con la red de mediagua.

Frente a la situación anterior, para efectuar las estimaciones de la fuerza de blanco se estimó la componente modal presente en torno a los -50 dB y se calculó la fuerza de blanco promedio de la especie merluza del sur o merluza de cola, con los valores de *TS* observados que no estaban comprendidos en la componente asociada a los -50 dB.

b) Resultados de las mediciones de fuerza de blanco

En la **tabla 4** y **figura 15** se entregan los valores de fuerza de blanco promedio y la desviación estándar estimados a partir de las mediciones de fuerza de blanco efectuados durante el crucero de investigación.



Para la merluza del sur, su fuerza de blanco s3lo se pudo estimar en el lance 5 (pulso medio), en el que para una talla promedio de 37 cm se obtuvo una $TS \pm 2$ desviaciones est3andar de $-39,4 (\pm 1,2 \text{ dB})$, que expresado en t3rminos de una relaci3n cuadr3tica ($20\log$) entre la talla y la TS entrega una relaci3n de:

$$TS = 20 * \log(\text{talla}) - 70,7.$$

Los resultados obtenidos para la relaci3n longitud $-TS$ muestran un comportamiento normal para este tipo de mediciones, con una relaci3n cuadr3tica entre la talla y la longitud de la merluza de cola de:

$$TS = 20,2 * \log(\text{talla}) - 73,1 \quad (R^2 = 0,87).$$

Al inspeccionar la **figura 15** aparece un par (L7) que muestra un valor de TS aparentemente alto para la talla que lo genera. Frente a esto se estim3 una nueva relaci3n TS -talla sin incluir el valor L7 resultando en una relaci3n de:

$$TS = 15,8 * \log(\text{talla}) - 66,0 \quad (R^2 = 0,86).$$

En la **figura 16** se graficaron las curvas correspondientes a cuatro relaciones de TS -talla correspondientes a:

Doi y Surti (1993)	$TS = 20,0 * \log(\text{talla}) - 72,7$	<i>Macruronus novaezelandiae</i>
Macaulay <i>et al.</i> (2003)	$TS = 16,9 * \log(\text{talla}) - 69,4$	<i>Macruronus novaezelandiae</i>
Presente informe (1)	$TS = 20,2 * \log(\text{talla}) - 73,1$	<i>Macruronus magellanicus</i>
Presente informe (2)	$TS = 15,8 * \log(\text{talla}) - 66,0$	<i>Macruronus magellanicus</i>

Las relaciones obtenidas en el presente informe muestra que una ($TS = 20\log(L) - 73,1$) es similar a la propuesta por Doi y Surti (1993), mientras que la otra ($TS =$



15,8*log(L)-66,0)) presenta un comportamiento similar aunque con un intercepto mayor que la relaci3n estimada para hoki en Nueva Zelandia (O'Driscoll *et al.*, 2004).

Por otra parte, al considerar cada medici3n de manera individual y asumir una relaci3n cuadrática entre la fuerza de blanco y la talla, la curva que se obtuvo fue de:

$$TS = 20*\log(talla)-72,6.$$

Para comparar la diferencia en la *TS* estimada con las diferentes relaciones antes señaladas se estim3 un factor de escala considerando como patr3n la relaci3n de Doi y Surti (1993) y cuyos resultados se entregan en la **figura 17**. En dicha figura se puede apreciar que al utilizar la relaci3n $TS= 15,8*\log(L)-66,0$ el factor de escala varía entre 0,95 y 1,27, mientras que al emplear la relaci3n $TS=16,9*\log(L)-69,4$ el factor fluctúa entre 1,4 y 1,75 y es unitario para la relaci3n $TS=20,2*\log(L)-73,1$; considerando en los tres casos un rango de tallas comprendido entre los 35 y 70 cm de longitud total.

De acuerdo a lo anterior, la relaci3n de *TS*-talla utilizada en las evaluaciones hidroacústicas realizadas sobre merluza de cola presentarían una subestimaci3n, la que dependerá de la estructura de tallas del stock evaluado y la relaci3n *TS*-talla utilizada.

5.3 Caracterizar las agregaciones sobre las cuales se efectuaron las mediciones.

Para el análisis de los ecotrazos de merluza del sur, se utilizaron los datos del experimento posterior al lance 5, en donde esta especie particip3 con el 87% en númerode la captura, lográndose 222 observaciones. Para merluza de cola, se



utilizaron los datos registrados en los experimentos correspondientes a los lances 1, 2, 3 y 4, en donde esta especie participó con valores por sobre el 96% de la captura en número, obteniéndose un total de 2.974 registros.

Merluza de cola

Los valores promedio, máximos, mínimos y desviación estándar de los descriptores de los ecotrazos de merluza de cola se presentan en la **Tabla 5**. Esta especie presentó valores de *TS* en un rango entre -29,0 y -50,9 DB, con un promedio de -38,26. Se debe considerar que estos valores no reflejan la moda de la distribución de frecuencia de este descriptor, sólo una media aritmética.

La velocidad promedio de merluza de cola registrada fue de 0,5 m/s con valores que fluctuaron entre 0,06 y 2,97 m/s. La dirección vertical promedio alcanzada fue de -1,6°, con rangos entre -90° y 86° reflejando con lo anterior, que esta especie posee una alta capacidad de movilidad vertical, presentando ecotrazos dirigidos directamente hacia abajo (-90°) y casi directamente hacia arriba (86°).

La profundidad promedio de las agregaciones registradas fue de 329,4 m con valores que oscilaron entre 209,2 y 529,5 m. Sin embargo se debe considerar que al efectuarse el experimento con un transductor remolcado, estos valores corresponden a la distribución de los peces bajo el transductor.

Los valores de desviación estándar de estos descriptores según rango de hora se presentan en la **Tabla 6**. Para el caso de merluza de cola se tienen observaciones durante casi las 24 horas, faltando los rangos de hora correspondientes a las 6:00, 10:00 y 20:00 horas, pudiendo apreciarse algunas tendencias durante ciertos períodos del día.



Observando la **Tabla 6**, se aprecia que los valores más altos de *TS* se presentaron en ambiente nocturno, especialmente entre las 22:00 horas y 05:00 horas de la mañana, lo que se corrobora gráficamente en la **Figura 18**, visualizando que entre las 07:00 y 19:00 horas, los valores de *TS* son menores que el resto del día. La velocidad promedio o movilidad de merluza de cola presenta diferencias durante el día, observándose una mayor actividad durante el período diurno desde las 07:00 de la mañana hasta las 19:00 horas, para disminuir y volver a las 21:00 horas a valores similares a los observados entre las 00:00 horas y 05:00 horas de la madrugada (**Fig. 19**). De acuerdo a lo anterior se podría inferir una asociación entre la movilidad del pez y los valores de *TS* promedio observados, los cuales indicarían que a una mayor movilidad del pez resulta un valor menor promedio de *TS*.

La dirección vertical promedio se mantiene en valores similares durante el día, no observándose grandes diferencias entre rangos de horas (**Fig. 20**). Respecto a la profundidad del ecotrazo, se observa una mayor profundidad en el período entre las 07:00 y 12:00 horas (**Fig. 21**).

A fin de determinar estadísticamente diferencias significativas entre los períodos del día, se realizó un análisis de varianza cuyos resultados se aprecian en la **Tabla 7**. En ella, se aprecia que todos los descriptores presentan diferencias entre rangos de hora excepto la dirección vertical que caería en la zona de indecisión. Lo anterior, corrobora lo observado respecto a las diferencias de *TS* y de velocidad promedio

La **Figura 22** muestra la velocidad promedio según rango de *TS*, observándose que a menor movilidad se aprecia un mayor valor de *TS*.



Las **Figura 23** muestra la mediana y cuantiles 25 y 75 junto a la dispersi3n de los datos de la direcci3n vertical segun rangos de *TS*, en ella se aprecia una mayor dispersi3n de datos a valores menores de *TS*, lo que indicaría que en los rangos inferiores de *TS* podemos encontrar peces de menor tama1o o peces de mayor tama1o pero con mayor inclinaci3n.

Merluza del sur

Los valores promedio, máximos, mínimos y desviaci3n estándar de los descriptores de los ecotrazos de merluza austral se presentan en la **Tabla 8**. Esta especie presentó valores de *TS* en un rango entre -29,1 y -51,0 DB, con un promedio de -39,22.

La velocidad promedio de merluza del sur registrada fue de 0,66 m/s con valores que fluctuaron entre 0,11 y 2,52 m/s. La direcci3n vertical promedio alcanzada fue de $-0,78^\circ$, con rangos entre $-45,2^\circ$ y $27,5^\circ$. Los rangos en que fluctuó la direcci3n vertical de merluza austral fue bastante más reducido que el de merluza de cola, lo que implicaría que la merluza del sur, aún cuando presenta una mayor velocidad promedio, sería más limitada en sus movimientos verticales, lo cual favorecería a la merluza de cola en la relaci3n predador-presa, ya que aumentaría las posibilidades de escape.

La profundidad promedio en que se registró esta especie fue de 312,8 m con valores que oscilaron entre 218,0 y 438,3 metros. Sin embargo, al igual que en el caso de merluza de cola, se debe considerar que al efectuarse el experimento con un transductor remolcado, los valores de profundidad del pez pueden estar sesgados por la profundidad a que se encuentra el transductor, debido a la imposibilidad de detectar peces que se encuentren sobre éste.



Los valores de desviaci3n est3ndar de estos descriptores seg3n rango de hora se presentan en la **Tabla 9**. Para el caso de merluza del sur se tienen observaciones s3lo para un rango de 6 horas, siendo 3stas entre las 02 y 04 horas (ambiente nocturno) y entre las 08 y 09 horas (ambiente diurno). A pesar del bajo rango de tiempo de los datos, se puede inferir alg3n tipo de tendencia d3a-noche.

Observando la **Tabla 9** se puede apreciar que los valores de *TS* se mantuvieron a niveles similares en los rangos de hora en que se desarroll3 el experimento, no observ3ndose cambios importantes en sus valores en ambiente diurno y nocturno, excepto en el horario de las 10 horas, lo que se corrobora gr3ficamente al observar la **Figura 24** donde se aprecia el valor medio y el intervalo de confianza para el *TS*. La velocidad promedio de merluza del sur por rango de hora s3 presenta diferencias notables, observ3ndose al igual que merluza de cola un aumento en la velocidad promedio y por ende en la movilidad en ambiente diurno (**Fig. 25**), a3n cuando es bajo el rango de horas que se posee.

La direcci3n vertical promedio se mantiene en valores similares no observ3ndose grandes diferencias entre rangos de horas (**Fig. 26**). Respecto a la profundidad del ecotrazo, se observa entre las horas diurnas de 8:00 y 9:00 horas una tendencia a aumentar la profundidad promedio (**Fig. 27**).

A fin de determinar estad3sticamente diferencias significativas entre los rangos de hora muestreados se realiz3 un an3lisis de varianza cuyos resultados se aprecian en la **Tabla 10**. En ella se aprecia que la direcci3n vertical no presenta diferencias significativas en las horas analizadas, mientras que el resto de las variables s3 caen en la zona de rechazo. En el caso del *TS* promedio, la diferencia viene dada exclusivamente por el valor observado en el rango de las 10:00 horas, ya que al eliminar ese dato, se acepta la hip3tesis.



La **Figura 28** muestra la velocidad promedio segun rangos de *TS*, no observándose diferencias notables en sus valores a diferentes rangos de *TS*. Respecto a la direcci3n vertical segun rangos de *TS*, la **Figura 29** muestra una tendencia a aumentar la dispersi3n de los datos a valores menores de *TS*, así como también muestra el estrecho rango de variaci3n de esta especie con respecto a su movilidad vertical con respecto a lo observado en merluza de cola.

5.4. Estimar la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de las estimaciones de fuerza de blanco.

5.4.1 Caracterizaci3n de la vejiga natatoria

a) Merluza del sur

Los datos merísticos y morfométricos de los ejemplares utilizados para la caracterizaci3n de la vejiga natatoria de la merluza del sur se entregan en la **Tabla 11**.

La alometría calculada para los caracteres morfométricos longitud cefálica y longitud estándar es de aproximadamente un 30% y la correlaci3n calculada en base a la ecuaci3n de la recta es 0,9912 (**Tabla 11; Fig. 30**), lo que indica que es posible utilizar cualquiera de ambas longitudes en la búsqueda de correlaciones con las estructuras que definen vejiga así como también con los volúmenes mínimo, máximo y de llenado. A pesar de que la desviaci3n estándar para la proporci3n longitud cefálica / longitud estándar (LC/LS) es sólo del 0,9% esta no es utilizada en la búsqueda de correlaciones, ya que la correlaci3n obtenida respecto de la longitud de la vejiga es baja (**Fig. 31**).

La longitud de la vejiga se encuentra definida principalmente por la cantidad de vértebras que la componen, cantidad que fluctúa entre 16 y 20 vértebras. También



son variables las v3rtebras de inicio y final y no es posible establecer tendencia alguna para macho y hembras en cuanto a la cantidad de v3rtebras que componen la vejiga ni a la posici3n de inicio y t3rmino de la misma. La correlaci3n entre la longitud de la vejiga y la longitud est3ndar se estim3 en $R^2 = 0.9547$ (**Fig. 32**)

Tanto el cuerpo vertebral como las ap3fisis laterales dan forma al techo y a las paredes de la vejiga, mientras que la porci3n ventral est3 constituida s3lo por tejido blando, que incluye tejido conectivo con abundantes fibras col3genas y la *rete mirabile*, que abarca los dos tercios anteriores. La estructura de la pared ventral de la vejiga se observa bastante uniforme y restringida a los extremos distales de las ap3fisis, aunque no firmemente unida a ellos, lo que posibilita un movimiento ventral del tejido cuando alcanza el volumen m3ximo, de tal manera que la secci3n transversal adquiere un dise1o elipsoidal (**Fig. 33**)

El dise1o de las v3rtebras que sostienen la vejiga es uniforme, un cuerpo vertebral cil3ndrico, espina neural con arco neural y dos ap3fisis laterales claramente desarrolladas. El an3lisis de los resultados indica que pr3cticamente no hay variaci3n en la longitud de los cuerpos de las v3rtebras que constituyen la vejiga (**Fig. 34**). En cuanto a las ap3fisis laterales, se observ3 variaci3n en la longitud de 3stas, raz3n por la cual se trabaj3 con el valor promedio de ambas longitudes. En la **figura 35** se puede observar un aumento del tama1o de las ap3fisis desde la v3rtebra de inicio de la vejiga hasta la v3rtebra 10, a partir de la cual se observa una estabilizaci3n hasta la v3rtebra 15 y luego una disminuci3n sostenida de la longitud de las ap3fisis. La misma tendencia y comportamiento se observa en la **figura 36a** que muestra la distancia entre los puntos distales de las ap3fisis vertebrales (L3) y la longitud 3 normalizada a la longitud est3ndar (**Fig. 36b**), respecto de cada v3rtebra que constituyen la vejiga gaseosa.



El ángulo α formado entre el centro de origen del cuerpo y el extremo distal anterior de las apófisis laterales (**Fig. 37a, 37b**) muestra un comportamiento similar al descrito para la longitud de los cuerpos vertebrales, es decir el ángulo no presenta mayores variaciones a lo largo de las vértebras de la vejiga, excepto para las últimas 2 vértebras posteriores que frecuentemente se presentan como constituyentes de la vejiga en machos.

Debido a que los máximos valores estructurales de la vejiga son alcanzados entre las vértebras 10 y 15, se analizó la correlación entre el volumen de vejiga que cada una de ellas define (volumen máximo) y la longitud estándar, para los especímenes macho y hembras juntos (**Fig. 38**). Los resultados indican que la vértebra 12 es la que presenta la mejor correlación con la longitud estándar ($R^2 = 0,943153$).

Al correlacionar los volúmenes mínimo, máximo y de llenado con la longitud estándar de todos los especímenes, se obtiene que los valores de R^2 son 0.977078 para el volumen mínimo, 0.929841 para el volumen máximo y 0.795559 (**Fig. 39**). Al separar machos de hembras (**Fig. 40**) nuevamente se obtuvo muy buenas correlaciones, especialmente para el volumen mínimo, siendo mejor el R^2 de hembra (0,985509) que el de machos ($R^2 = 0,964620$).

b) Merluza de cola

Los datos merísticos y morfométricos de los ejemplares utilizados para la caracterización de la vejiga natatoria de la merluza del sur se entregan en la **Tabla 12**.

La alometría calculada para los caracteres morfométricos longitud cefálica y longitud estándar es de aproximadamente un 16% y la correlación es 0,9871 (**Fig. 41**). La desviación estándar para la proporción longitud cefálica / longitud estándar (LC/LS) es 0,8 % (**Tabla 12**) y a pesar de que la correlación entre la



proporci3n LC/LS y la longitud de la vejiga es mejor que la obtenida para merluza del sur, sigue siendo considerablemente m1s baja que la obtenida entre la longitud de la vejiga y la longitud est1ndar, $R^2 = 0,4818$ y $R^2 = 0,8799$, respectivamente. (**Figs. 42 y 43**).

La vejiga gaseosa est1 menos restringida por la estructura de las v1rtebras que la constituyen, ya que si bien el techo de la vejiga queda definido por los cuerpos vertebrales y sus ap3fisis, la pared ventral es bastante m1s laxa, tanto as1 que cuando la vejiga se encuentra vac1a se puede incluso observa algunos pliegues (**Fig. 44**). El dise1o de la vejiga no es uniforme ya que el tercio posterior corresponde a una prolongaci3n digitiforme en cuyo interior se encuentra abundante tejido blanco, que en algunos casos puede ocupar la totalidad del volumen del segmento de vejiga (**Fig. 44**). Esta porci3n digitiforme de la vejiga se encuentra sostenida a los cuerpos vertebrales por tejido conectivo, de tal manera que la determinaci3n de la longitud de la vejiga y el an1lisis de los resultados es equivalente al realizado para la merluza del sur.

La cantidad de v1rtebras que componen la vejiga fluct1a entre 8 y 14, observ1ndose tambi3n variabilidad en la v1rtebra como tambi3n en la v1rtebra final. Se observa que el rango de variabilidad en machos es constante a diferencia de las hembras, lo que pudiera estar influenciado por la talla de los especimenes analizados (**Tabla 12**).

El dise1o de las v1rtebras que sostienen la vejiga es uniforme; cuerpo vertebral cil1ndrico, espina neural con arco neural y dos ap3fisis laterales claramente desarrolladas. El an1lisis de los resultados muestra que la longitud del cuerpo vertebral se mantiene pr1cticamente constante en toda la extensi3n de la vejiga (**Fig. 45**).



En cuanto al promedio de la longitud de las ap3fisis laterales como a la longitud entre los puntos distales de las ap3fisis (L3), la tendencia de estas longitudes respecto de cada v3rtebra es aumentar lentamente hasta aproximadamente la mitad de la vejiga para luego disminuir tambi3n lentamente (**Fig. 46 y 47**), raz3n por la cual no se evalúa por separado ninguna v3rtebra en relaci3n al volumen que su estructura define.

El ángulo α muestra una disminuci3n paulatina desde el inicio de la vejiga (**Fig. 48**) que se relaciona con la disminuci3n del tamaño de las v3rtebras y secci3n corporal de los ejemplares analizados.

Al correlacionar los volúmenes m3nimos, m3ximo y de llenado con la longitud est3ndar de todos los espec3menes (**Fig. 49**), se obtiene que los valores de R^2 son 0,946462 para el volumen m3nimo, 0,943498 para el volumen m3ximo y 0,933984 para el volumen de llenado. Al separar machos de hembras (**Fig. 50**) nuevamente se obtuvieron muy buenas correlaciones, siendo el R^2 de hembras para el volumen m3nimo de 0,917789 muy similar al volumen m3ximo (0,918366). Los valores de correlaci3n para los machos son; 0,994392 para el volumen m3nimo y 0,989587 para el volumen m3ximo.

5.4.2 Estimaci3n de la importancia relativa de los factores que incidirían en la variabilidad de la fuerza de blanco.

a) Factores oceanogr3ficos

Los datos recolectados durante las 10 estaciones oceanogr3ficas efectuadas durante el crucero y que estaban asociadas a los lances de pesca se presentan en la **figura 51**.



Los perfiles verticales de temperatura muestran en las estaciones asociadas a los lances 1 a 5 (aguas interiores), una estructura t3rmica homog3nea con una temperatura en torno a los 10°C, mientras que en el mar exterior (estaciones 6 a 10), la temperatura presenta un aumento monot3nico con la profundidad alcanzando una temperatura m3nima de 6°C a la profundidad de 385 metros.

Con respecto a los perfiles verticales de salinidad s3lo en los niveles superficiales (< 150 m) se observaron diferencias entre los valores registrados en los canales y el mar exterior. Hacia los niveles m3s profundos en cambio se observa en ambos sectores una estructura salina mucho m3s homog3nea (33,0-33,3 psu).

Al considerar el rango batim3trico en que se efectuaron las mediciones, 200-400 metros, se puede considerar que las condiciones ambientales en que se efectuaron los trabajos de medici3n de fuerza de blanco, en el mar interior y exterior, fueron similares al interior de cada zona y permanecieron estables durante el per3odo de desarrollo de los mismos.

b) Factores biol3gicos

Entre los factores biol3gicos que se hab3an considerado como fuente de variabilidad en la estimaci3n de la fuerza de blanco se encontraban los relacionados al desarrollo gonadal y contenido estomacal de los peces de los peces presentes en la zona en que se efectuaron las mediciones de *TS*.

- **Estadios de madurez sexual e 3ndices gon3dicos**

Los muestreos biol3gicos realizados a los ejemplares capturados en los lances de pesca de identificaci3n muestran la presencia dominante de ejemplares inmaduros (EMS 1), cuyo aporte fluctu3 entre el 47% y el 93% y de ejemplares



desovados (EMS 6) que constituyeron entre el 3% y 37%, las que en conjunto representaron entre el 60% y 97% de los individuos capturados en los lugares donde se efectuaron las mediciones de *TS* (**Fig. 52a**). Por otra parte, la participaci3n de ejemplares maduros (EMS 4+5) se mantuvo en niveles inferiores al 13%, a excepci3n del lance 10 donde constituyeron el 40% de los ejemplares capturados.

La distribuci3n observada en los estados de madurez se reflej3 en un bajo valor del 3ndice gonadosom3tico (IGS) que present3 valores promedios inferiores a 0,01 y estad3sticamente similares (**Fig. 52 b**).

En consideraci3n a lo anterior, se puede se1alar que el IGS present3 un valor pr3cticamente constante en todos lances de pesca, lo que no permite atribuir a esta condici3n la variabilidad en la estimaci3n de la fuerza de blanco calculada en cada lance.

- **Volumen de la vejiga natatoria y talla del pez**

La importancia relativa de la vejiga natatoria y la talla del pez en la estimaci3n de la fuerza de blanco se efectu3 mediante el c3lculo de la raz3n de cambio entre la fuerza de blanco con la talla y el volumen de la vejiga natatoria, respectivamente. En la **figura 53** se entregan los resultados de la estimaci3n de la raz3n de cambio de la *TS* frente a la talla del pez (53a) y del volumen de la vejiga natatoria (53b), este 3ltimo estimado a partir del volumen de llenado, la relaci3n para las dos regresiones estimadas de *TS*-talla. En ellas se puede apreciar que la variaci3n de la $\Delta TS/\Delta$ talla permanece pr3cticamente en todo el rango de tallas considerado.



Al estimar la raz3n de entre ambos factores ($\Delta TS/\Delta \text{talla}$ / $\Delta TS/\Delta \text{volumen}$ de la vejiga natatoria), en ambas relaciones se obtuvo un valor promedio de 3,6. Lo anterior, implica que las variaciones en la talla de los peces son mucho m1s relevantes (3,6 veces) en la variaci3n de la fuerza de blanco que la variaci3n del volumen de la vejiga natatoria.



6. TALLERES DE DIFUSI3N Y DISCUSI3N METODOL3GICA

El proyecto contemplaba la realizaci3n de dos talleres, uno de presentaci3n del proyecto y el otro de difusi3n y entrega de resultados. Para dar cumplimiento a estas actividades se cursaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema tanto del sector p3blico institucional como el de la investigaci3n. El 25 de junio se efectu3 el taller de presentaci3n del proyecto y discusi3n metodol3gica, denominado Taller N31 el cual tuvo una asistencia compuesta 3nicamente por profesionales del IFOP, por lo cual la Secretar3a Ejecutiva del Consejo de Investigaci3n Pesquera solicit3 su repetic3n, repiti3ndolo el d3a 11 de agosto de 2004, denominado Taller N32. El taller de presentaci3n de resultados se desarroll3 el 5 de mayo del a3o 2005. Los tres talleres se efectuaron en el auditorium "Marcos Espejo Vidal" del Instituto de Fomento Pesquero, en Valpara3so.

6.1 Taller de presentaci3n del proyecto

El Jefe de Proyecto ingeniero pesquero Sergio Lillo efectu3 una presentaci3n del proyecto en la cual describi3 la importancia que representa la fuerza de blanco en el estudio de los recursos pesqueros cuando se emplean m3todos ac3sticos.

Se describieron los dos grandes grupos de clasificaci3n de los m3todos utilizados para efectuar las mediciones de fuerza de blanco (*TS*), como son los llamados "*in situ*" como se clasifican aquellos que se realizan sobre peces en su ambiente natural, sin perturbarlos hasta que las mediciones ac3sticas hayan sido completadas y, los m3todos *ex situ*, que se efect3an sobre peces que despu3s de ser removidos de su ambiente natural, las mediciones se efect3an en un ambiente controlado.



Luego se refiri3 a las relaciones de fuerza de blanco utilizadas en las evaluaciones de merluza del sur y merluza de cola realizadas durante la 3ltima d3cada en Chile, indicando que para la merluza del sur se ha utilizado una relaci3n *TS*-longitud estimada por Lillo *et al.* (1996) que entrega valores similares a los estimados mediante mediciones “*in situ*” para especies como *Merluccius capensis* (Svellinge y Ona, 1999), *Merluccius productus* (Kieser *et al.*, 1998). Adem3s, se han utilizado relaciones *TS*-longitud reportadas para *Merluccius australis* por McClatchie *et al.* (2003) y Macaulay *et al.* (2002) estimadas mediante la modelaci3n de vejigas natatorias, pero cuyos resultados entregan una biomasa que alcanza 65% y 45% de las obtenidas mediante los m3todos *in situ*.

A continuaci3n se present3 cada uno de los objetivos espec3ficos, describi3ndose las metodolog3as de trabajo, configuraci3n del equipo y recolecci3n de datos.

6.1.1 Panel de discusi3n

- Taller N3 1

Posterior a la presentaci3n oral del proyecto se efectu3 un panel de discusi3n general con especial relevancia en los aspectos metodol3gicos a desarrollar durante el proyecto.

a) Aspectos operacionales

Se consult3 acerca de la capacidad operativa del B/C “Abate Molina” para efectuar el crucero de evaluaci3n hidroac3stica y el impacto que puede tener en los resultados las condiciones meteorol3gicas que podr3an imperar en la zona durante el desarrollo del crucero. Se se3al3 que cuando en el mar exterior no existan las



condiciones adecuadas, la nave se dirigirá a la zona del mar interior, donde de acuerdo a los antecedentes recopilados en cruceros previos, también es posible efectuar este tipo de mediciones.

También se discutió acerca de la configuración del sistema de ecointegración que se empleará en los experimentos, señalando que las mediciones serán prácticamente estáticas (deriva del buque) y se utilizará un sistema en el cual se bajará el transductor, almacenado en una armazón similar al empleado con la roseta oceanográfica, hasta la profundidad de distribución de los peces. El sistema estará compuesto por un transductor de profundidad (ES38DD), un cable transmisor (16 awg) y un cable umbilical de acero de 4 mm.

Se propuso que en la armazón se almacenará el transductor en un bote con un sistema de suspensión del tipo cardán, de manera que la cara radiante estuviese siempre apuntando hacia el fondo. Además, se planteó la posibilidad, de incorporar un sensor de rolido y cabeceo, lo que dependerá de la disponibilidad de presupuesto.

Se discutió acerca del período de duración del crucero (8 días) y si estaba considerado algún tiempo de afinamiento o puesta en marcha a punto del sistema a bordo, indicándose que debería dejarse constancia de la probabilidad de que parte del tiempo del crucero se tenga que orientar a esta actividad, lo que redundará en un menor número de experimentos.

b) Diseño de muestreo

En lo referente al diseño de muestreo, se señaló la necesidad de efectuar las mediciones en períodos cercanos a la ejecución del crucero de prospección.



Se consultó si la vejiga, como responsable principal de la fuerza de blanco, se mantiene en igual proporción a lo largo de la vida del pez, a lo cual se respondió que de acuerdo a la bibliografía, dependería de factores tales como: estadios de madurez sexual, talla, llenado del estómago, entre otros.

c) Aspectos biológicos

En relación a los muestreos biológicos, éstos se efectuarán con una red de mediagua una vez finalizadas las mediciones de fuerza de blanco. Estos muestreos se efectuarán con el objeto de estimar la estructura de las concentraciones de peces sobre las cuales se están efectuando las mediciones de fuerza de blanco.

También se consultó acerca de la manera en que serán fijadas las muestras de merluza del sur y merluza de cola, para su posterior caracterización de la vejiga natatoria. Se señaló que éstas serán congeladas y trasladadas en ese estado a los laboratorios de la PUCV. Se propuso, la posibilidad de utilizar algún tipo de congelado rápido de modo de obtener la mínima alteración de los tejidos de los peces.

- **Taller N° 2**

a) Aspectos operacionales

Las consultas versaron acerca de la configuración del sistema a utilizar, ya sea mono o multifrecuencia, señalándose que la utilización de sistemas del tipo multifrecuencia no estaban considerados dentro del proyecto. Aclarando, que este sistema de multifrecuencia es utilizado para la identificación de agregaciones antes que para la estimación de fuerza de blanco.



Frente a las limitantes operativas que podrían presentarse en la zona de estudio debido a las condiciones meteorol3gicas, se seáló que en tal caso se operaría en la zona de aguas interiores.

b) Aspectos metodol3gicos

En lo referente al procesamiento de la informaci3n, el Sr. Darío Rivas (Subpesca), consultó acerca de la metodol3gía que se empleará para reducir el “ruido” generado por el macroplancton. Para evitar lo anterior, primeramente se debían buscar zonas adecuadas para el desarrollo de los experimentos y, luego, las posibles interferencias generadas por el macroplancton serían filtradas mediante los umbrales de ganancia del software de procesamiento de los datos.

El Sr. Ignacio Payá, IFOP, requirió de la metodol3gía para la determinaci3n del blanco resuelto, enunciándose los conceptos de blancos múltiples e individuales. A continuaci3n consultó por la factibilidad de emplear cámaras de video submarino. De lo último el Sr. Dante Queirolo indicó que la experiencia de la PUCV en el empleo de este tipo de cámaras les hace concluir que su uso se encuentra limitado para trabajar en aguas profundas, pues su alcance se extiende a sólo tres metros.

Con respecto a una consulta sobre la calibraci3n del sistema de eointegraci3n (Dante Queirolo, PUCV), seáló que ésta se haría en superficie y luego se mediría a diferentes profundidades. También, seáló que en Australia se han desarrollado diferentes sistemas para la determinaci3n de la TS, como el empleo de tres frecuencias y el uso de paravanes. Acotándose que su empleo requiere de sistemas acústicos de última generaci3n y embarcaciones especialmente habilitadas. No obstante, agregó que el uso de sistemas de multifrecuencia



responde a la necesidad de tener una mejor identificaci3n de los blancos, especialmente en 1reas de mezcla de especies.

El Sr. Darío Rivas (Subpesca) consult3 acerca de la manera en que se compatibilizarán los datos entre el perío3o de realizaci3n del crucero de estimaci3n de fuerza de blanco y los cruceros de prospecci3n. Al respecto, se indica que las mediciones de fuerza de blanco deben convertirse en una tarea de rutina en los cruceros de prospecci3n de manera de permitir una actualizaci3n permanente de las relaciones de *TS*-Talla que se obtengan.

A su vez el Sr. Darío Rivas, seña3a que la Subpesca considera que el crucero de prospecci3n debe cubrir adecuadamente el 1rea de distribuci3n del recurso, que en el caso de la merluza del sur son la cuatro unidades en que se ha dividido la pesquería. Adem1s, recalca la importancia de la evaluaci3n acústica debido al cuestionamiento de los indicadores provenientes de la actividad pesquera.

Acerca de la factibilidad t3cnica de aplicar esta metodología a otras especies, el Sr. Marcelo García (Subpesca) indica que podría usarse tambi3n en merluza de tres aletas. Se responde que habiendo las condiciones adecuadas, esta metodología se puede aplicar en diversas especies, debido a que el transductor remolcado se puede introducir en las agregaciones de peces, pero que en el caso de la merluza de tres aletas, donde el crucero de prospecci3n se efectúa en un perío3o donde el stock presenta un rango estrecho de tallas, la estimaci3n de una relaci3n de *TS*-Talla puede verse limitada y talvez se podrían obtener estimaciones de *TS* sólo para la talla principal que componen el stock evaluado. Frente a lo último, se seña3ó que este método puede ser utilizado en este recurso.

Finalmente, se hicieron una serie de comentarios y consultas relacionadas al uso de sensores de orientaci3n del transductor (pitch/roll), profundidades de operaci3n



del transductor, mediciones de velocidad de los peces, las cuales fueron respondidas por el encargado de proyecto.

c) Consideraciones finales

El Sr. Darío Rivas (Subpesca) señala que actualmente la política de financiamiento de la investigación pesquera por parte de Estado se orienta sólo al aspecto de la consultoría, propendiendo que el sector privado, que opera sobre los respectivos recursos se asocien y apoyen la investigación, citando como ejemplo el caso de los proyectos de investigación en orange roughy. También consultó sobre su aplicabilidad en el caso de los proyectos efectuados sobre la merluza de tres aletas, respondiendo que hasta el año 2001 se aplicó dicha modalidad, sin embargo, a partir del año 2002 las empresas no aportaron de una embarcación para orientar la evaluación hidroacústica al periodo en que se efectúa el estudio. Las empresas prefirieron subsidiar el proyecto mediante el pago directo de la fracción del proyecto no cubierta por el presupuesto asignado por el Fondo de Investigación Pesquera. En relación a la observación anterior, el Sr. Jorge Farías (IFOP) precisó que el Estado apoya la investigación financiando las embarcaciones a través de una cuota de captura. El Sr. Rivas, agrega que el interés del Estado es que el costo sea mínimo.

Se consulta sobre cuales son los criterios para definir un proyecto exitoso en término de la evaluación de la TS. El jefe del proyecto, Sr. Lillo, considera que en el presente trabajo es acercar el transductor hasta unos 100 m de los peces. Así también en términos generales sería obtener información de un amplio rango de talla de peces, pero esto depende de la presencia al azar de diferentes tallas de los recursos objetivos en el momento de efectuar el crucero. El Sr. D. Rivas (Subpesca) considera que la metodología se irá perfeccionando, lo que permitirá



la reducci3n del sesgo y la incertidumbre. A la administraci3n pesquera, le interesa que esta incertidumbre pueda ser dimensionada y sea la menor posible.

6.2 Taller de presentaci3n de resultados

6.2.1 Presentaci3n del proyecto

El jefe de Proyecto, ingeniero Pesquero Sergio Lillo, presenta el proyecto y sus objetivos, efectuando a continuaci3n una presentaci3n donde describe los diferentes m3todos empleados en la estimaci3n de la fuerza de blanco y los resultados obtenidos en el proyecto para la merluza del sur y la merluza de cola.

La bi3loga, Sra. Cecilia Cancino (PUCV) expuso el trabajo efectuado sobre la caracterizaci3n morfol3gica de la vejiga gaseosa de merluza del sur y merluza de cola; y, el Ingeniero Pesquero Sr 3lvaro Saavedra (IFOP) relat3 una completa caracterizaci3n de las agregaciones muestreadas.

El Dr. Gavin Macaulay (NIWA) efectu3 una completa presentaci3n sobre los m3todos empleados para la estimaci3n de la fuerza del blanco en recursos pesqueros de Nueva Zelanda.

6.2.2 Panel de discusi3n

Inicialmente se indic3 que el presente proyecto TS presenta una alta complejidad por las condiciones particulares que deben presentar los recursos al ser insonificados, la capacidad del arte de pesca de capturar esos ejemplares, los aspectos operativos en el trabajo con el transductor de profundidad, el proceso y an3lisis de la informaci3n, la estimaci3n y validaci3n de la relaci3n longitud/TS.



El Sr. Luis Pichot (FIP) reconoce el avance logrado con este proyecto, efectuando s3lo una observaci3n, en un enfoque m3s amplio, indica una interrogante si con el empleo de esta tem3tica y de estos m3todos se puede disminuir el error de las estimaciones, que actualmente es cercana al 15%.

El Sr. H3ctor Bacigalupo considera (SONAPESCA) satisfactorios los resultados del proyecto, encuentra particularmente interesantes los alcanzados sobre la caracterizaci3n de las agregaciones y las estimaciones de las TS. Manifiesta la preocupaci3n por la ausencia de especialistas tanto del 3mbito institucional (Subsecretar3a de Pesca) como investigaci3n en el taller. Considera que el debate debe centrarse sobre la continuaci3n que deben tener esta l3nea de investigaci3n, asimismo se3ala la importancia de manifestar los requerimientos de este tipo de proyectos para que efectivamente sean canalizados por el FIP y llamados a concurso p3blico.

El Sr. Lillo, se3ala que la estimaci3n de la relaci3n longitud-TS obtenida para la merluza de cola es similar a la empleada en las cuantificaciones hidroac3sticas de biomasa que anteceden al proyecto. En este contexto los niveles de biomasa estimados no difieren significativamente al utilizarse la relaci3n longitud-TS estimada en el presente proyecto. Adem3s, los resultados alcanzados en Nueva Zelanda son el resultado de 15 a3os de investigaci3n continua en el tema y proyectan siempre seguir avanzando en esta l3nea. Asimismo, indica que para las especies en estudio, en el caso chileno el m3todo empleado en el proyecto denominado TS *in situ* es el adecuado.



7. AN3LISIS DE LOS RESULTADOS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante el presente estudio revelan por una parte, la factibilidad de efectuar estimaciones de la fuerza de blanco (*TS*), pero tambi3n la dificultad para obtener datos que permitan cumplir a cabalidad con los resultados esperados del proyecto. Lo anterior, especialmente en lo relativo a la amplitud de la distribuci3n de la estructura de tallas, que durante el estudio se concentraron en un rango relativamente estrecho de tallas, como tambi3n la homogeneidad de factores asociados al desarrollo gonadal, contenidos estomacales y condiciones oceanogr3ficas, no permitiendo medir el impacto que las variaciones de estos factores tendr3an sobre la variabilidad en las mediciones de fuerza de blanco.

En lo que respecta al enfoque metodol3gico propuesto, se recogen los principales procedimientos para las mediciones de fuerza de blanco *in situ* se3alados por los principales grupos de trabajo de evaluaci3n ac3stica que operan en las principales pesquer3as del mundo como el *Working Group on Fisheries Acoustic Science and Technology* (WGFAST) y el *Study Group of Target Strength Estimation in the Baltic Sea* (SGTSEB) (ICES, 2003) y Macaulay *et al.* (2002).

A3n cuando el m3todo *in situ* aparece como el m3todo m3s recomendado para mediciones asociadas a las evaluaciones de la abundancia y biomasa de los recursos pesqueros (Ona, 2002), su implementaci3n y aplicaci3n est3 sujeta a factores asociados a los recursos pesqueros que se desean evaluar y al equipamiento tecnol3gico disponible o factible de incorporar en el estudio. Este tipo de estudios necesita incorporar en su proceso de desarrollo todo el conocimiento previo que se tenga del recurso pesquero, pero tambi3n deben complementarse aquellos niveles deficitarios que se requieran para el logro de los resultados esperados. En el caso de algunas de las especies objetivo es necesario



reforzar los estudios referidos a su conocimiento, sin embargo, estas actividades podrían requerir el uso de enfoques diferentes, como podrían ser los métodos **ex situ** o mediante la modelación matemática, que permitan complementar las mediciones **in situ**, y por ende lograr una mejor interpretación de los resultados de las evaluaciones acústicas de los recursos pesqueros.

En lo que respecta a las estimaciones de fuerza de blanco realizadas durante el presente estudio, en primer lugar cabe mencionar que debido a la alta participación de la merluza de cola, especie que constituyó sobre el 82% de la captura en número en nueve de los diez lances efectuados y en siete de ellos sobre el 90%, no fue posible efectuar estimaciones de fuerza de blanco sobre la merluza del sur, Frente a este escenario, la relación TS-talla se estimó solamente para la merluza de cola, obteniéndose resultados de $TS = 20,2 * \log(talla) - 73,1$ y $TS = 15,8 * \log(talla) - 66,0$, la primera ecuación resulta en valores de fuerza de blanco similares a los obtenidos al utilizar la relación de Doi y Surti (1993), valor que ha sido aplicado en todas las evaluaciones de merluza de cola efectuadas en Chile, lo que no impactaría grandemente en los resultados obtenidos. Sin embargo, al utilizar la ecuación $TS = 15,8 * \log(talla) - 66,0$ las estimaciones de biomasa de merluza de cola resultan ser un 20,1% más altas que las estimadas con la relación de Doi y Surti (1993), pero que estadísticamente se ubican dentro del intervalo de confianza de los resultados.

Es importante señalar que las curvas de TS-talla estimadas, presentaron un comportamiento similar con la estimada para hoki por Doi y Surti (1993) y la otra, aunque con diferente intercepto con la estimada también para hoki por Macaulay **et al.** (2003) y esta última es la utilizada en las evaluaciones acústicas de Nueva Zelanda (O'Driscoll **et al.**, 2004).

Lo anterior, refuerza la necesidad de continuar efectuando mediciones de este tipo como parte integral de los cruceros de evaluación acústica y trae aparejado



efectuar actualizaciones del equipamiento, como sería incorporar un sensor de inclinación (cabeceo y roldo) del transductor, el uso de sistemas de video submarino, sistemas de multifrecuencia, mediciones *ex situ* y modelación matemática, como lo señala en su informe el Dr. Gavin Macaulay (Anexo 1) y también fue recomendada por la Dra. Anne Lebourges, durante su estadía en el IFOP en el marco del presente proyecto, permitirían robustecer las estimaciones de fuerza de blanco.

En lo que respecta a los factores que incidirían en la variabilidad de la fuerza de blanco, los datos obtenidos no permitieron efectuar estimaciones de su impacto sobre la variabilidad de la fuerza de blanco, pues factores como estadios de madurez, índices gonádicos, contenido estomacal o condiciones oceanográficas permanecieron prácticamente constantes entre los diferentes lances o zonas de operación cubiertas por el estudio. Como una manera de mejorar el conocimiento de estos factores, es recomendable que estas mediciones se efectúen en escalas temporales más amplias.

Un aspecto que incide en la variabilidad de la fuerza de blanco es la profundidad de los peces (Hazen y Horne, 2003), sin embargo considerando el rango de profundidad en que fueron efectuadas las mediciones durante el presente estudio y de acuerdo a Mukai e Iida (1996) el impacto sobre la fuerza de blanco sería del -10%, valor que sería necesario incorporar en las estimaciones de la variabilidad de las futuras estimaciones de biomasa de merluza de cola.

Con respecto a la merluza del sur, sólo se estimó su fuerza de blanco en un lance y donde, asumiendo una relación cuadrática entre la talla y la fuerza de blanco, se estimó una relación de $TS = 20 * \log(talla) - 70,7$, la cual no se recomienda utilizar hasta que no se obtengan estimaciones más confiables para este recurso.



Finalmente, es recomendable que los futuros experimentos dirigidos a estimar la fuerza de blanco de ambas especies, consideren en su planificaci3n e implementaci3n el contar con los medios t3cnicos y econ3micos necesarios para su desarrollo como son la disponibilidad de: d3as/buque, equipamiento t3cnico y equipo t3cnico, que permitan implementar un sistema de mediciones de fuerza de blanco en una escala espacial y temporal amplia, de modo que se incorpore la variabilidad que pudiera experimentar un recurso en los diferentes estadios de vida.



8. CONCLUSIONES

- El enfoque metodol3gico propuesto es factible de ser aplicado, a3n cuando es necesario que sea robustecido mediante el uso complementario de m3todos *ex situ* de estimaci3n de fuerza de blanco.
- La aplicaci3n del enfoque metodol3gico permiti3 estimar relaciones de fuerza de blanco-talla s3lo para la merluza de cola, especie que represent3 en promedio sobre el 90% de la capturas en n3mero.
- Se estimaron tres relaciones TS-talla para la merluza de cola. Ser3a recomendable seguir utilizando como base la relaci3n utilizada en las evaluaciones realizadas hasta ahora ($TS = 20 * \log(talla) - 72,7$). La aplicaci3n de las otras relaciones permitir3a obtener mediante procedimientos estad3sticos pertinentes una estimaci3n de la variabilidad de la estimaci3n de la biomasa.
- Factores como el estadio de madurez sexual, 3ndices gon3dicos, contenido estomacal y condiciones oceanogr3ficas, estimados a partir de los lances de pesca de identificaci3n y estaciones oceanogr3ficas, permanecieron pr3cticamente constantes, lo que impidi3 estimar el impacto de su variabilidad sobre las estimaciones de fuerza de blanco.
- En Chile, por primera vez se caracteriz3 con esta metodolog3a la vejiga natatoria de la merluza del sur y merluza de cola; trabajo que deber3a continuarse en una escala temporal m3s amplia.



9. BIBLIOGRAFÍA

- Abe, K., Honda, S., Oshima, T., Nakano, K., Miyashita, K., Iida, K., y Mukai, T. 2002. *In situ* target strength measurement and diurnal observation of walleye pollock. ICES Journal of Marine Science.
- Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*). En: Alheit J & TJ Pitcher (eds) Biology, fisheries and markets: 305-338. Chapman & Hall, Great Britain.
- Aguayo, M., R. Céspedes, F. Balbontín, R. Bravo, V. Catasti, P. Gálvez, y L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe final proyecto FIP 99-15.
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, T. Peñailillo, V. Ojeda, C. Vera, H. Hidalgo y I. Céspedes. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 87/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 209 p. + 1 anexo.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28:111- 132.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 2003. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Lillo, S. y colaboradores. Evaluación hidroacústica de



merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Informe Final FIP 2002-19.

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

Bertrand, A., E. Josse, P. Bach y L. Dagorn. 2002. Acoustic for ecosystem research, lessons and perspectives from scientific programs focusing on the tuna- environment relationships. ICES Symposium on acoustic and fisheries aquatic ecology. Montpellier, France.

Céspedes, R., L. Adasme, H. Reyes, M. Braun, E. Figueroa, V. Valenzuela, V. Ojeda y R. Roa. 1996. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza del sur en la zona sur austral. Informe final IFOP (proyecto FIP), 145 p. (tablas y figuras).

Chong, J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lônnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biología Pesquera 28: 3-13.

Doi, M. y A. Surti. 1993. Estimation of dorsal aspect target strength of deep water fish using a model of swimbladder backscattering. Journal of the Acoustical Society of America. 87:1588-1596.

Eckert R., D. Randall y G Augustine. 1988. Fisiología Animal. Mecanismos y Adaptaciones. Interamericana. McGraw-Hill.



- Foote, K.G., y Traynor, J.J. 1988. Comparison of walleye Pollock target strength estimates determined from *in situ* measurements and calculations based on swimbladder form. *J. Acoust. Soc. Am.*, 83: 9-17.
- Foote K. G. 1980a. Effect of fish behaviour on echo energy: the need of measurements of orientation distribution. *Journal de Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39: 193 – 201.
- Foote K. G. 1980b. Importance of the swimbladder in acoustic scattering by fish: a comparison of gadoid and mackerel target strengths. *Journal of the Acoustical Society of America*, 67: 2084-2089.
- Foote, K. 1991. Summary of methods for determining fish target strength at ultrasonic frequencies. *ICES J. mar. Sci.* 48:211-217.
- Foote, K., A. Aglen y O. Nakken. 1986. Measurements of fish target strength with split beam echosounder. *J. Acoust. Soc. Am.* 80(2):612-621.
- Gorska N. y E. Ona. 2003. Modelling the acoustic effect of swimbladder compression in herring. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 548-554.
- Hazen E.L. y J.K. Horne. 2003. A method for evaluating the effects of biological factors on fish target-strength. *Journal of Marine Science*. 60: 555-562
- Honda, S., Abe, K., Oshima, T., Nakano, K., Miyashita, K., Iida, K., y Mukai, T. 2002. *In situ* TS measurement by adjusting distance between transducer and the target. –*ICES Journal of Marine Science*, : 223-237.



- Horne, J., y C. Clay, 1998. Sonar systems and aquatic organism: matching equipment and models parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1296-1306.
- Hubbs, C. y K. Lagler. 1947. *Fishes of the great lake region*. Cranbook Institute of Science. 26:1-186.
- ICES, 1999. Methodology for target strength measurements (with special references *in situ* techniques for fish and mikronekton). ICES Coop. Res. Rep. 235.
- ICES 2001. Report of the Study Group on Target Strength Estimation in the Baltic Sea Seattle, ICES CM 2001/B:02, USA 22–23 April 2001
- ICES 2003. Report of the Study Group on Target Strength Estimation in the Baltic Sea Bergen, Norway ICES CM 2003/B:05, 17–18 June 2003
- Kieser, R., W. Saunders y K. Cooke. 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific kake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. *can. Stock. Asses. Res. Ecret. Res. Doc.* 99/15. 53 p.
- Kloser, R. J. y Horne, J. K. 2003. Characterizing uncertainty in target-strength measurements of a deepwater fish: orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*).-*ICES Journal of Marine Science*, 60: 516-523.
- Korneliussen, R. J., y Ona, E. 2003. Synthetic echograms generated from the relative frequency response.-*ICES Journal of Marine Science*, 60:636-640.
- Lillo, S., R. C3spedes, F. Balbont3n, V. Ojeda y A. Saavedra. 2005. Evaluaci3n del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-



austral, a1o 2004. Informe Final (FIP 2004-07), IFOP, 94 p. (+ figuras, tablas y anexos).

Lillo S., C3rdova J. y Paillaman. 1996. A. Target Strength measurement *TS* of hake and Jack mackerel ICES Journal of Marine Science Vol 53: 267-271 pp.

Macaulay, G., Hart, A. y Grimes, P. 2002. Target strength of fish from swimbladder models using a 3D laser scanner. ICES Symposium: "Acoustics in fisheries and Aquatic Ecology", ICES Journal of Marine Science, Montpellier, France.

Macaulay, G., Hart, A., Grimes, P., Diggles, B. y B. Bull. 2002. Target strength estimates of hoki and associated species. Final Research Report for Ministry of Fisheries. HOK2000/03.

McClatchie, S., G.J., Macaulay y R. F. Coombs. (2003). A requiem for the use of $20\log_{10}$ length for acoustic target strength with special reference to deep-sea fishes. ICES Journal of Marine Science 60(2): 419-428.

MacLennan, D. y J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustic. Chapman y Hall, 325 p.

McQuinn, I.H., y Winger, P. D. 2003. Tilt angle and target strength: target tracking of Atlantic cod (*Gadus morhua*) during trawling.-ICES Journal of marine Science, 60:575-583.

Medwin, H. y C. Clay.1998. Fundamentals of Acoustical Oceanography. Academic Press. San Diego 712 pp.



- Mukai, T. y K. Iida. 1996. Depth dependence of target strength of live kokanee salmon in accordance with Boyle's law. ICES Journal of Marine Science, 53: 245-248.
- O'Driscoll, R. L., Rose, G. A. 2001. *In situ* target strength of juvenile capelin. ICES Journal of Marine Science 58: 342-345.
- O'Driscoll, R. L., Bagley, N. y Dunn, A. 2004. Acoustic survey of spawning hoki *Macruronus novaezelandiae* in Cook Strait during winter 2003. New Zealand Fisheries Assessment Report. ICES Journal of Marine Science 58: 342-345.
- Ona, E., y Barange, M. 1999. Single-target recognition. ICES Cooperative Research Report, 235:28-43.
- Ona, E. 2003. An expanded target strength relationship for herring.-ICES Journal of Marine Science, 60: 493-499.
- Reyes, A., L. Adasme y A. Mu0oz. 1995. Pesca de investigaci3n de merluza del sur en aguas interiores de la X y XI Regi3n. Informe final de la I Etapa (requirente SUBPESCA). IFOP, 40 p.
- Rubilar, P., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Cerna, G. Ojeda, L. Adasme y A. Cuevas. 1999. An3lisis de la estructura y condici3n biol3gica de los recursos merluza del sur y congrio dorado en aguas interiores de la X; XI y XII Regiones. FIP 98-02. Informe Final. IFOP, 73 p. (38 figuras; 105 tablas y Anexo).
- SERNAPESCA, 1990-2003. Anuarios Estadisticos de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Econom3a, Fomento y Reconstrucci3n, Chile. (<http://www.Sernapesca.cl/publicaciones/anuarios>).



- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 pp.
- SUBPESCA, 2004. Informe sectorial pesquero. Noviembre 2004. [Http://www:Subpesca.cl/Informes sectoriales](http://www.Subpesca.cl/Informes sectoriales).
- Svellinge, I. y E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. Target strength conference. Berlin 1999. 4 pp.
- Vabo, R., Olsen, K., y Huse, I. 2002. The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring-spawning herring. *Fisheries Research*, 58:59-77.
- Wainwright S.A., W.D. Biggs, J.D. Currey y J.M. Gosline. 1980. Dise1o Mec1nico en Organismos. H. Blume Ediciones. Madrid. pags. 481.
- Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. G1lvez y H. Gonz1lez. 1998. An1lisis de la pesquer1a de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37.
- Zwenger P., K. Nimeth, J. W1rTS, W. Salvenmoser y B. Peltzer. 2002. Development of the swimbladder in the European eel (*Anguilla anguilla*). *Cell Tissue Research* 307:155-164.

FIGURAS

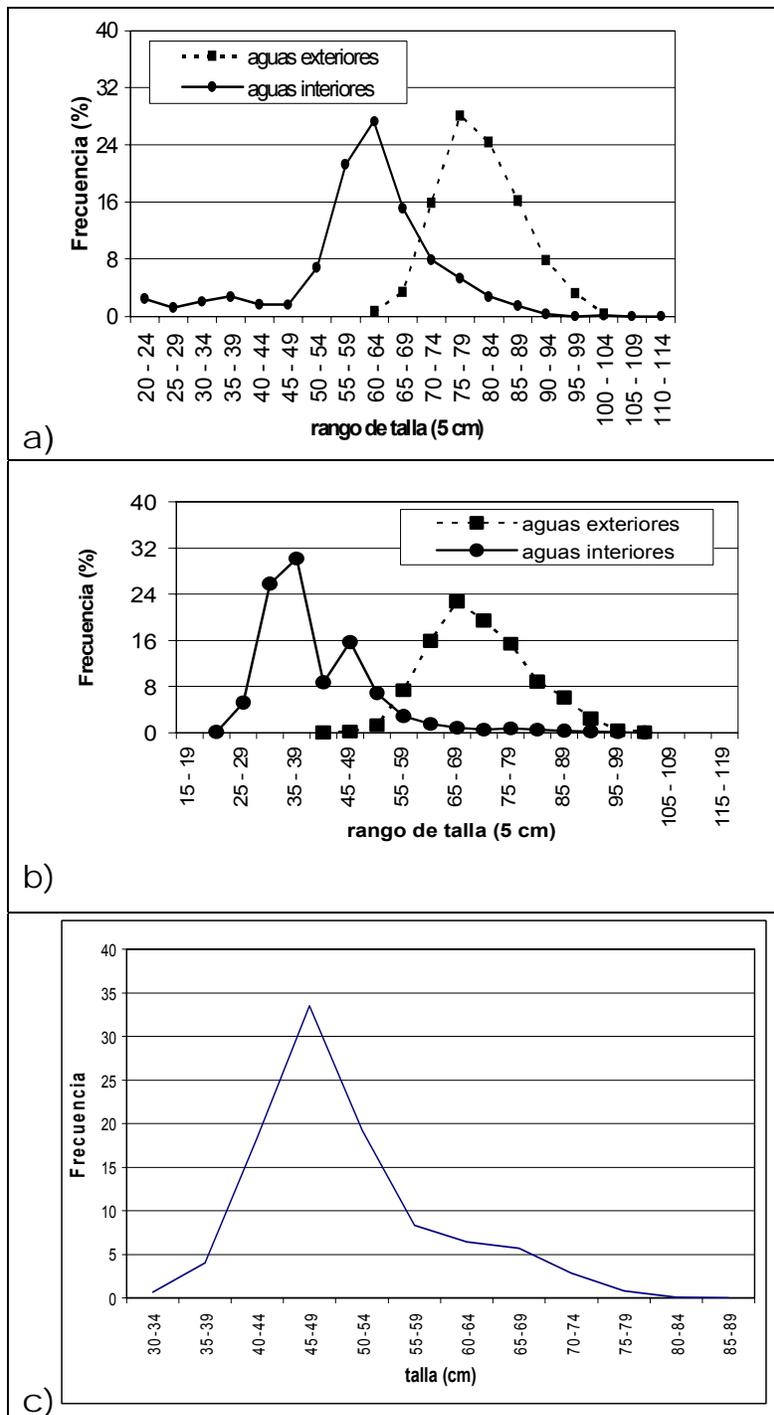


Figura 1. Distribución de frecuencia relativa de la talla de a) merluza del sur, b) merluza de cola (sur austral) y c) merluza de cola (centro sur). (Lillo et al. 2003; Barbieri *et al.*, 2000)

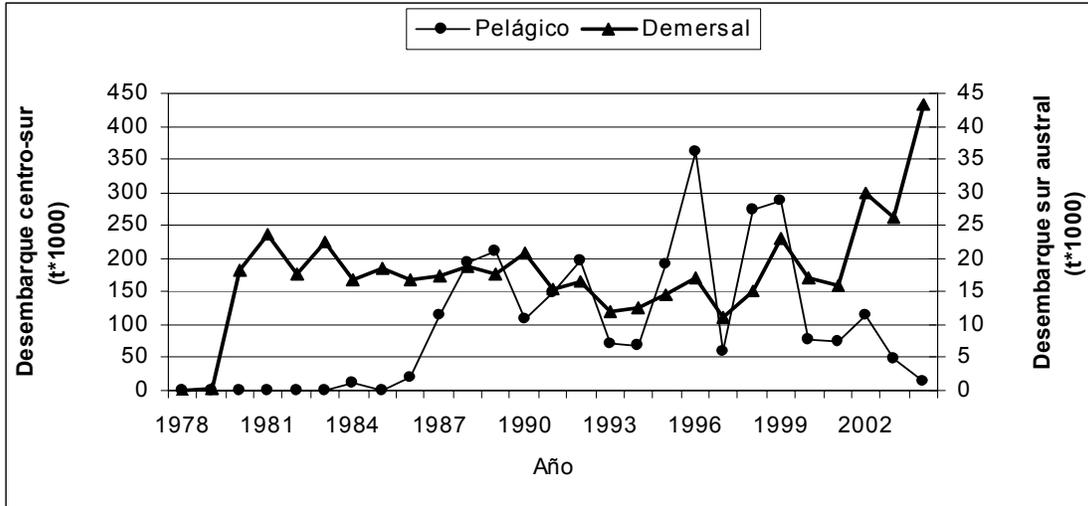


Figura 2. Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*).
 (Fuente: Sernapesca, 1990, 2004)

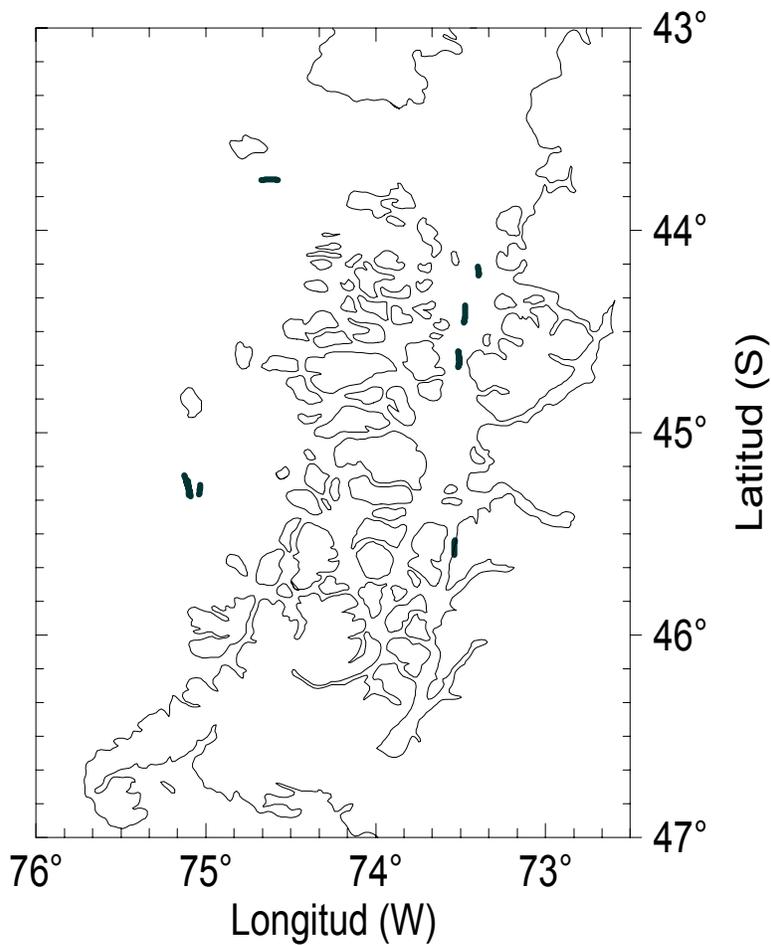


Figura 3. Localización geográfica de las mediciones de fuerza de blanco.

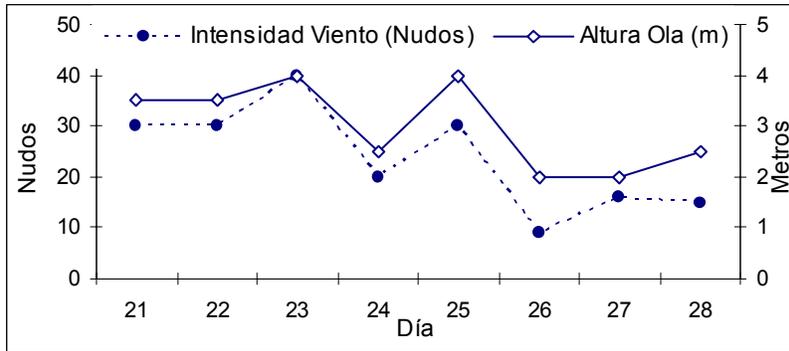


Figura 4. Condiciones meteorológicas de intensidad del viento y altura de olas presentes en la zona del mar exterior durante el período de estudio.

TRANSDUCER
Simrad ES 38DD

SIMRAD

38 kHz Split-beam transducer



Introduction

The ES 38DD is a split-beam transducer incorporating 88 Tonpizl elements distributed over four quadrants. It is liquid-filled enabling it to be used at a depth of up to 1500 meters. The Tonpizl elements used in the ES 38DD are identical to those found in the ES 38B and therefore generate similar data with the exception of higher back radiation and lower efficiency. The following specifications are valid when all four quadrants are connected in parallel.

Order number
KSV-113392

Technical specifications

Resonant frequency..... 38 kHz	Receiving sensitivity, open circuit-202.5 dB
Circular beamwidth..... 7 deg	re 1V per μ Pa
Directivity D630	Electro-acoustic efficiency0.40
DI = 10 log D 28 dB	Maximum pulse power input 4000 W
Equivalent two-way beam angle Ψ0.009	Maximum continuous input40 W
10 log Ψ-20.5 dB	Maximum transducer depth 1500 m
Side lobesless than -14 dB	Cable length, four pairs..... 1 m
Back radiationless than -14 dB	Connector..... 8-pin Burton female
Angle sensitivity12.5	Cable diameter 11 mm
Nominal impedance 15 ohm	Weight without cable18 kg
Maximum variation in Z 11 to 20 ohm	Weight with cable 60 kg
Maximum variation in phase angle \pm 30 deg	Storage temperature -20° to 70°C
Transmitting response183 dB re 1 μ Pa per V	

SIMRAD
A KONGSBERG Company

ALWAYS AT THE FOREFRONT OF TECHNOLOGY

Figura 5. Características técnicas del transductor Simrad modelo ES38DD.

FALMAT, Inc.		THE CABLE CONNECTION	
1873 Diamond Street San Marcos, CA 92069 USA Tel: (760) 471-5400 (800) 848-4257 Fax: (760) 471-4970			
F almat T echnical D ata S heet			
P/N:	FM050604AA-1	ISSUED ON:	5/20/04
DESC:	Custom Underwater Cable		
CUSTOMER:	Instituto de Fomento Pesquero		
SCOPE:	The cable consists of 4ea. Twisted Shielded Pair 16awg, Kevlar Strength Member, and Polyurethane Jacket.		
CONDUCTORS:	16awg, Stranded Tinned Copper.		
INSULATION:	Polypropylene.		
COMPONENTS:	4ea. Twisted Pair 16awg. Each Pair to have an individual Aluminum + Drain Wire + Clear Adhesive Tape for isolation.		
CABLE LAY:	All Twisted Shielded Pairs cabled planetary together with Water Block in all interstices.		
BINDER:	An overall Clear Tape.		
STRENGTH MEMBERS:	Kevlar Served with 1000 Kg of Breaking Strength.		
JACKET:	Black Flexible Grade Polyurethane Jacket.		
OD:	14.7mm nominal		
BEND RADIUS:	20cm.		
COLOR CODE:	Optional from Falmat Stock		

Figura 6. Características del cable de comunicación entre el transductor ES38DD y el ecointegrador.



Figura 7. Transductor ES38DD en su armazón.

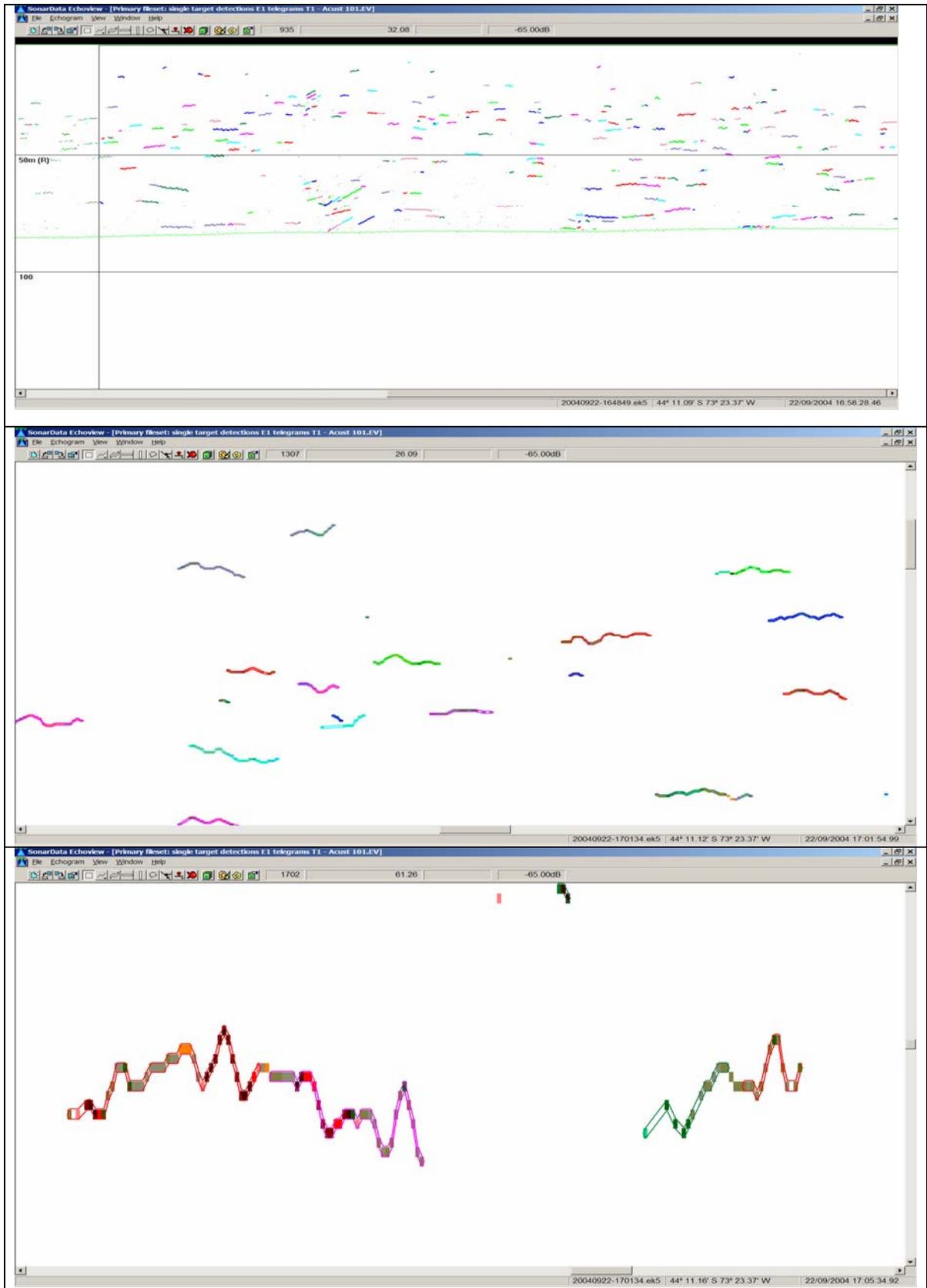


Figura 8. Figura de un esotrazo en tres niveles de ampliación.



Figura 9. Morfología transversal de una vejiga natatoria de merluza del sur.

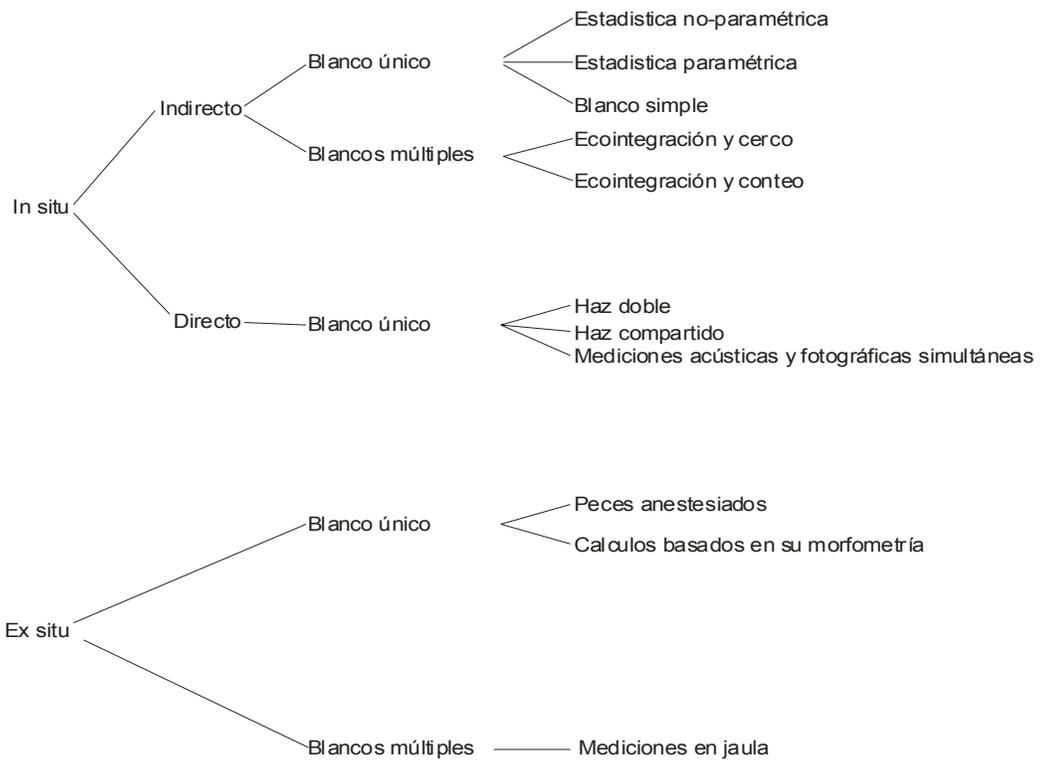


Figura 10. Clasificación de métodos para estimar la fuerza de blanco (de Foote, 1991).

CONOCIMIENTO PREVIO

RECURSO

BIOLOGÍA ESPACIAL

- Distribución geográfica
- Distribución batimétrica
- Distribución temporal

MIGRACIONES

- Espaciales
- Nictemerales

CONCENTRACIONES

- Tróficas
- Reproductivas
- Nivel de agregación
- Mezcla entre especies

FISIOLOGÍA

- Tipo de vejiga natatoria
- Crecimiento

DEL MUESTREO

RESULTADOS ESPERADOS

- Estudio de distribución
- Estimación de biomasa
- Estudio de

comportamiento

DISPONIBILIDAD

- Método de medición

DEFINICION DE ESCALAS

- Espacial
- Temporal

METEOROLOGÍA

- Condiciones prevalecientes
- Reducción por mal tiempo

DATOS BIOLÓGICOS

- Muestreo de tallas
- Muestreo de gónadas

EQUIPAMIENTO

SISTEMA ACUSTICO

- Software analisis
- Tipo de transductor
- Localización del transductor
- Casco/Cuerpo sumergible

SISTEMA DE PESCA

- Tipo de red
- Selectividad
- Operatividad
- Profundidad de operación

PLATAFORMA de MUESTREO

- Tipo de buque
- Equipamiento

MEDICIÓN DE LA FUERZA DE BLANCO

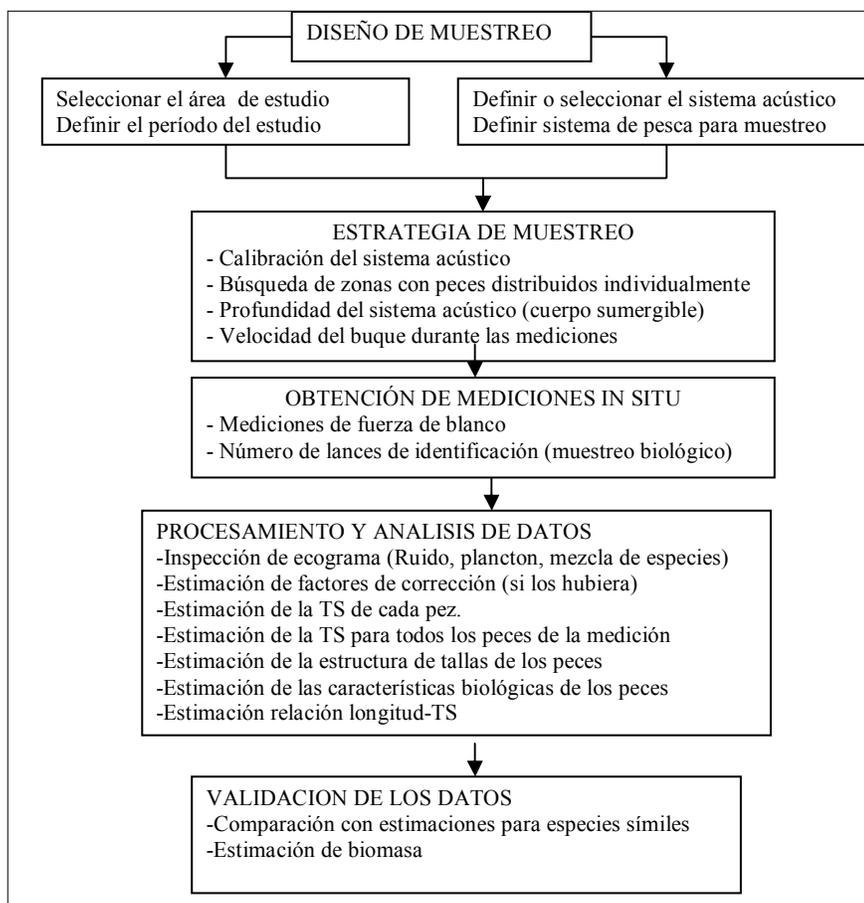


Figura 11. Esquema de metodología para mediciones de fuerza de blanco de merluza del sur y merluza de cola

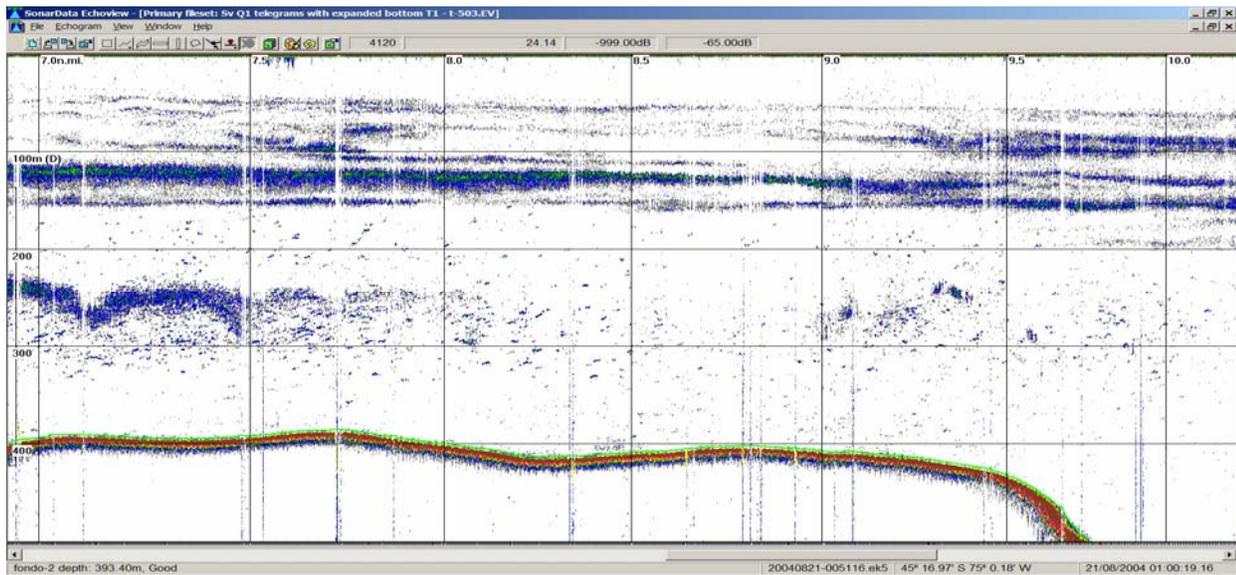
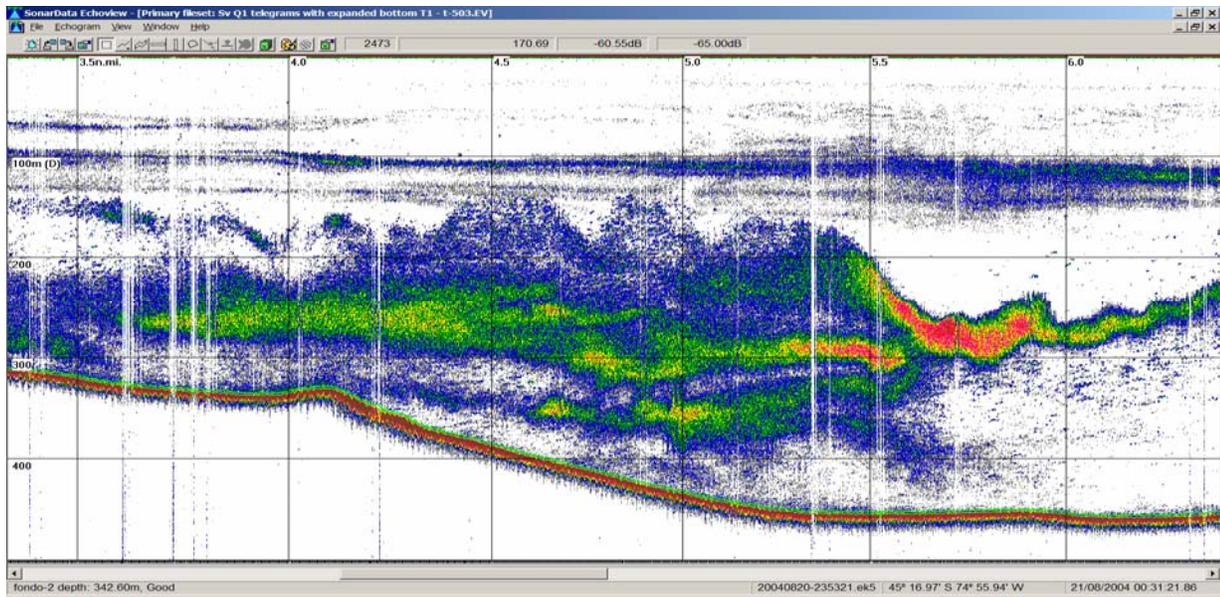
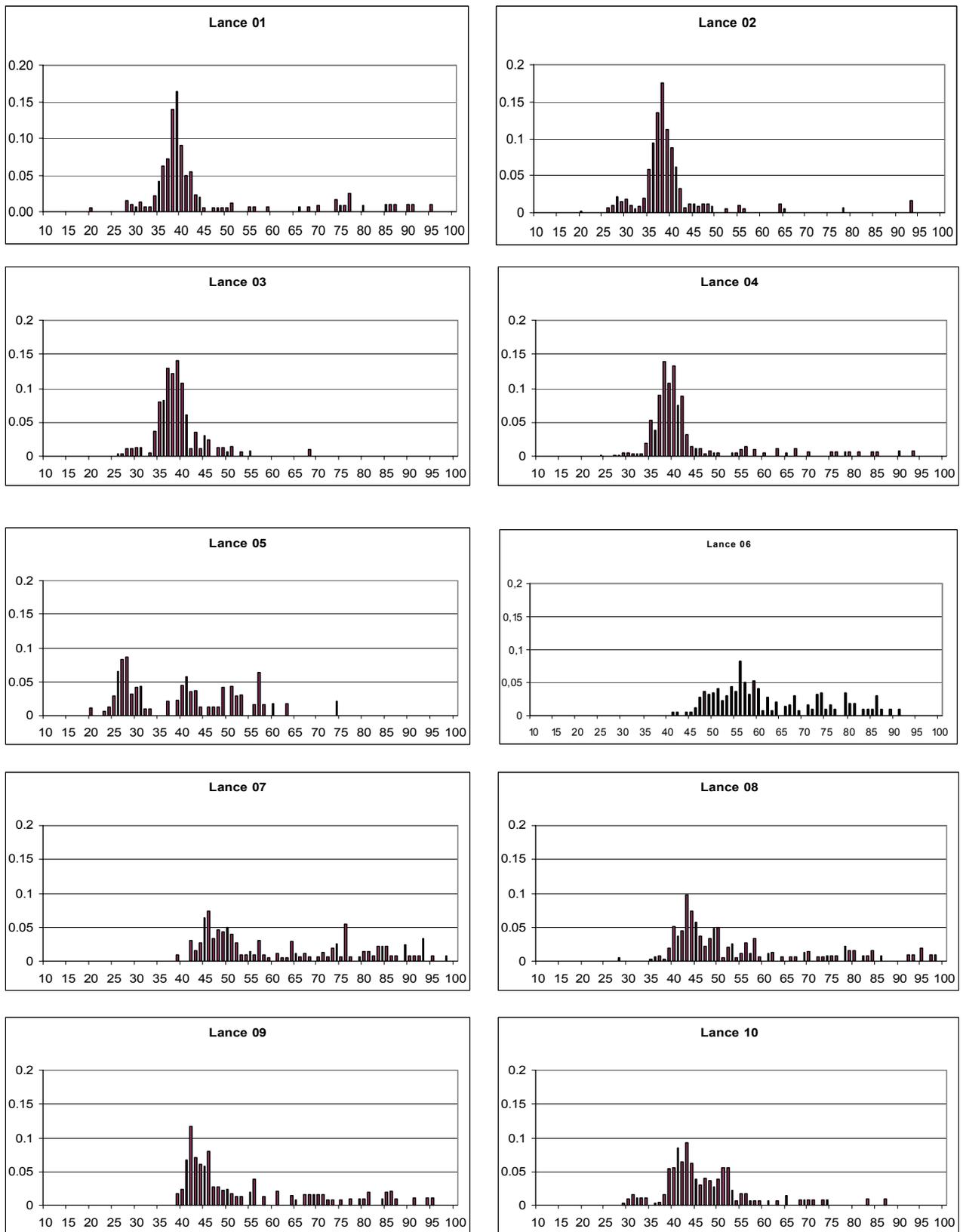


Figura 12. Ecogramas registrados en la zona de la isla Guamblin en el período reproductivo. a) Concentración reproductiva y b) Ejemplares dispersos.

Proporción a la talla



Talla (cm)

Figura 13. Distribución de las estructuras de talla de merluza de cola por lance

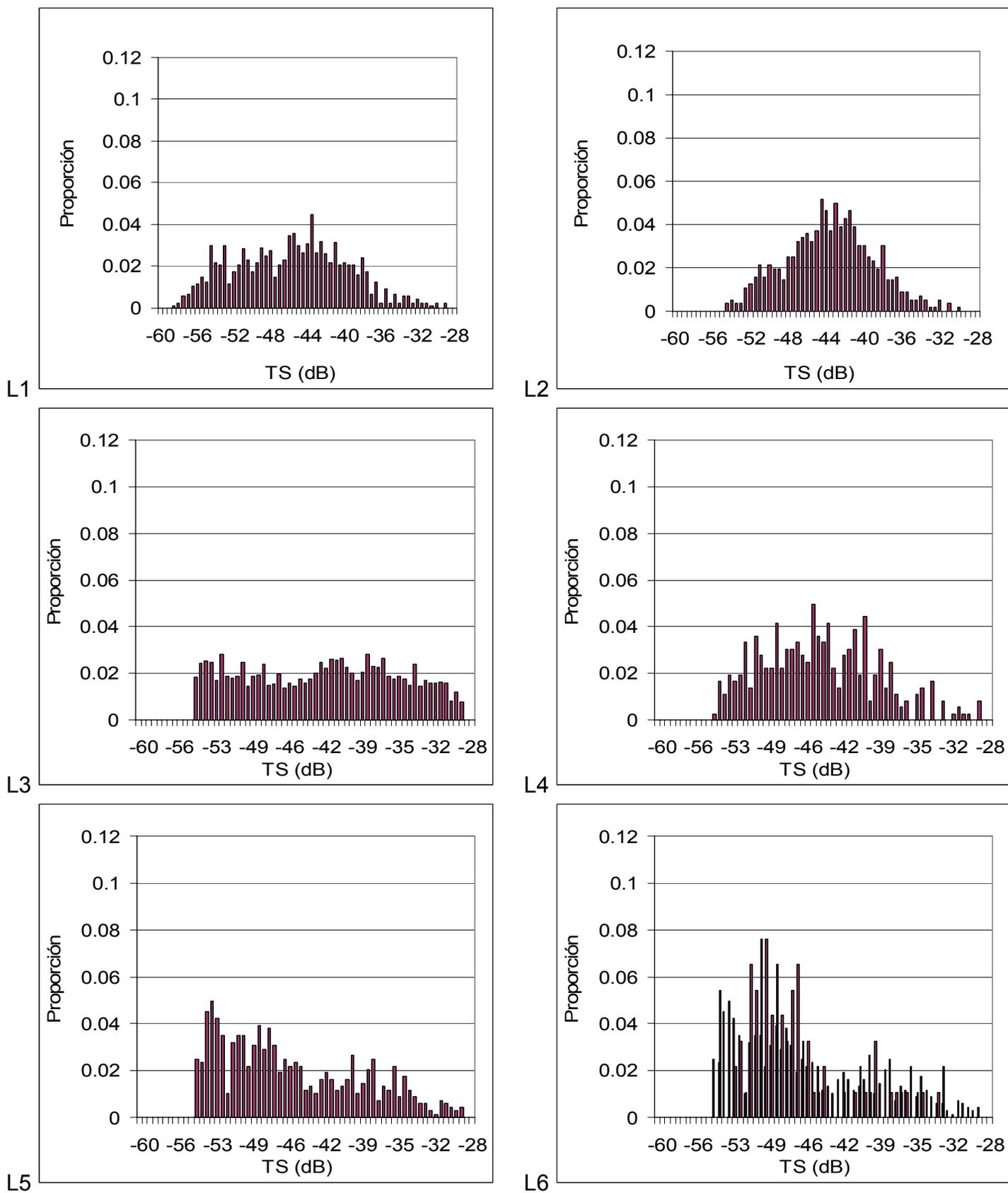
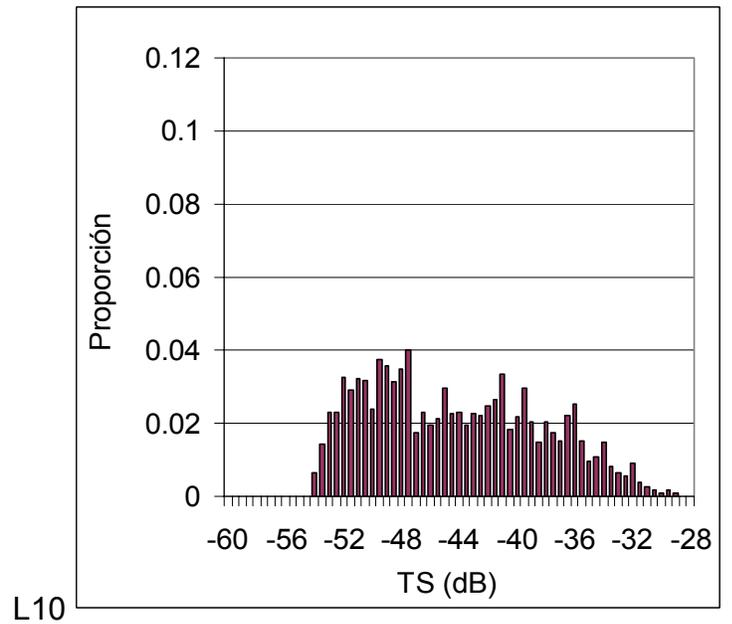
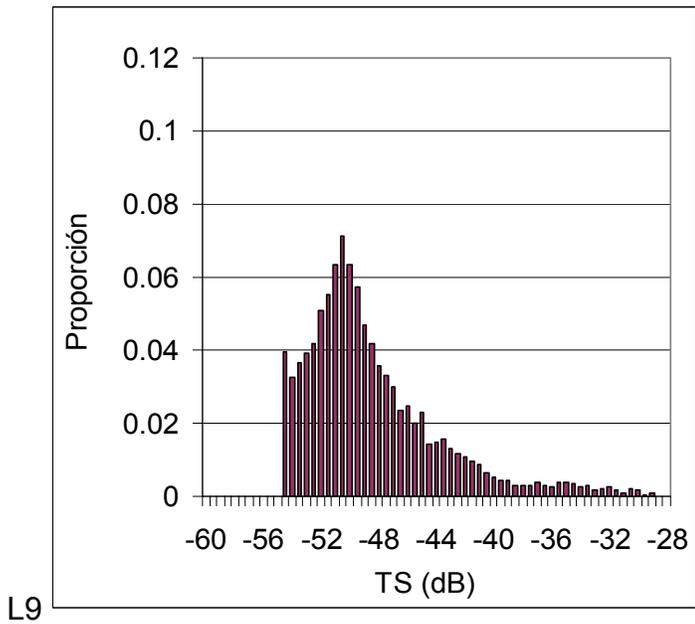
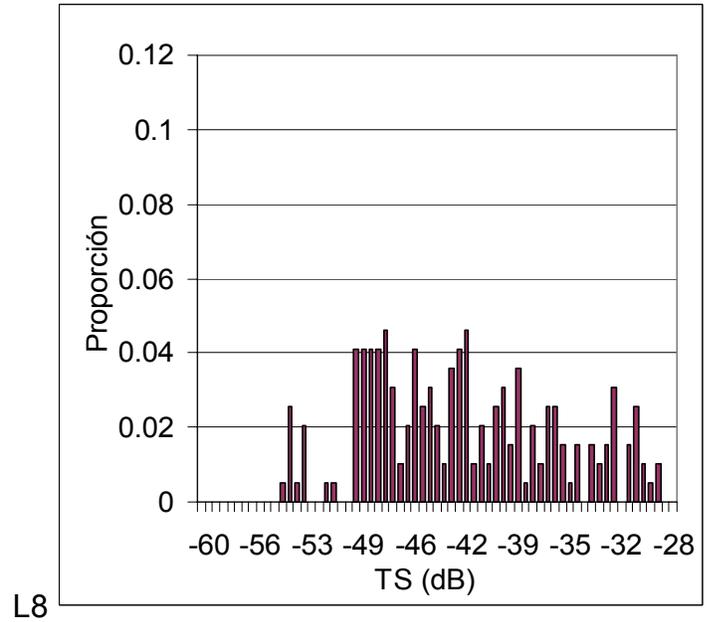
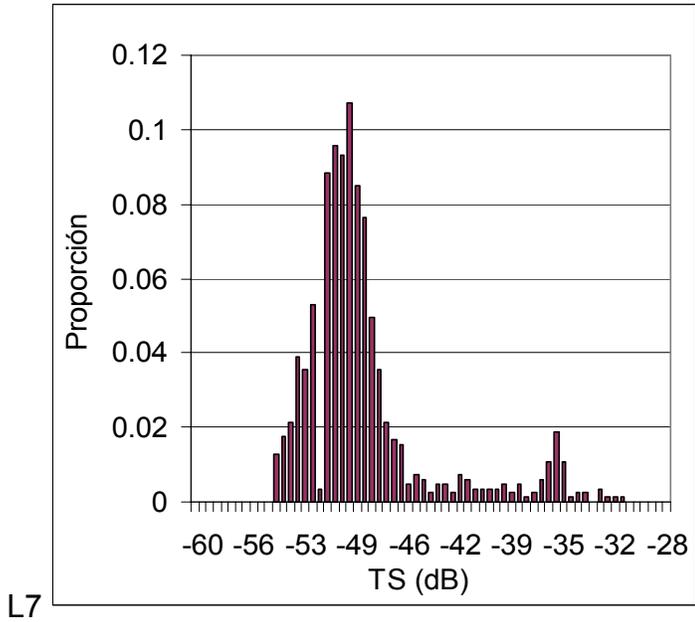


Figura 14. Distribución de las mediciones de fuerza de blanco (TS) de merluza de cola por lance

Continuación Figura 14



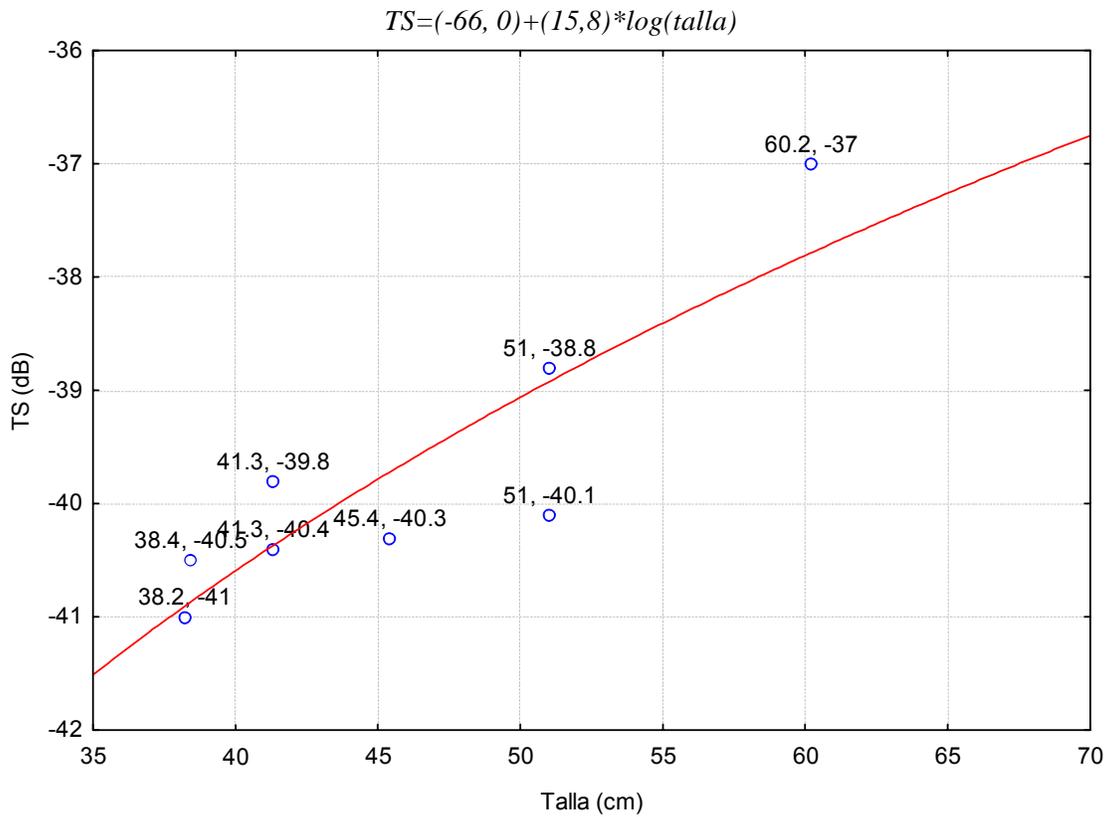
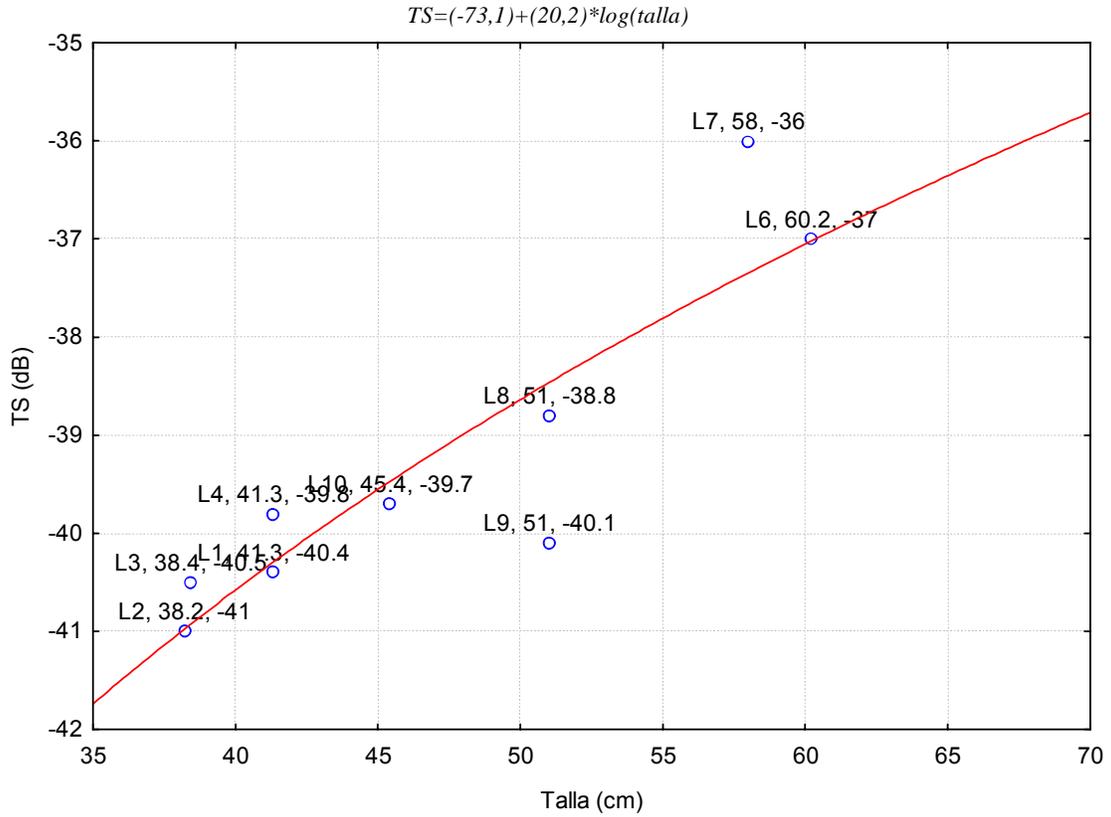


Figura 15. Valores estimados de fuerza de blanco (TS) de merluza de cola (Pulso medio)

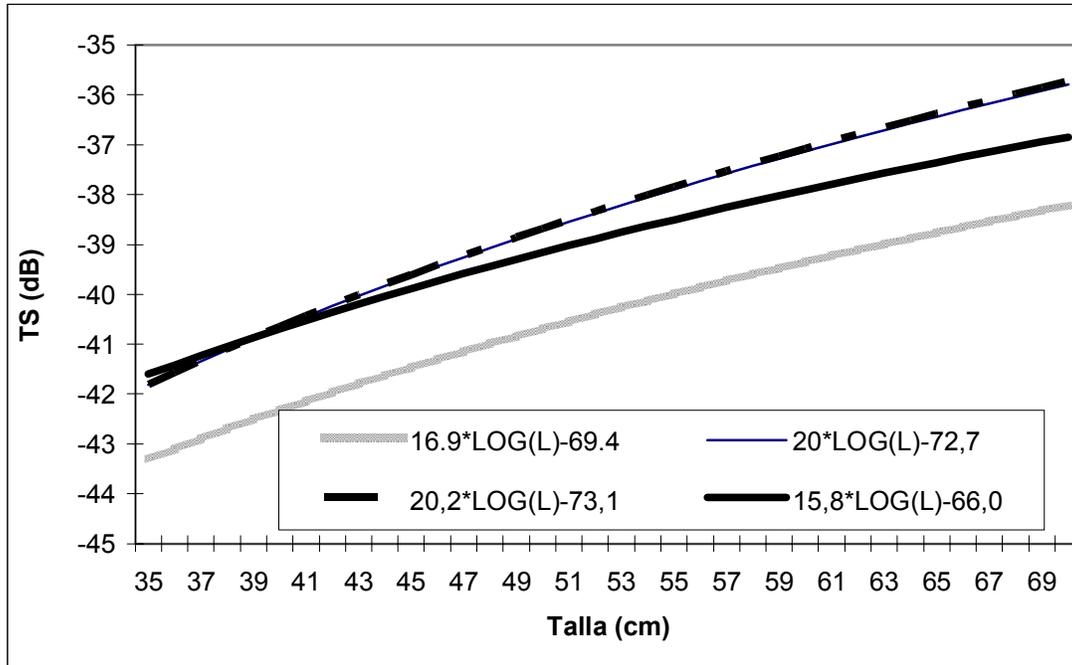


Figura 16. Relaciones de *TS* – talla para *Macrurus magellanicus* estimadas en el presente estudio y de Macaulay et al. (2003) y Doi y Surti (1993).

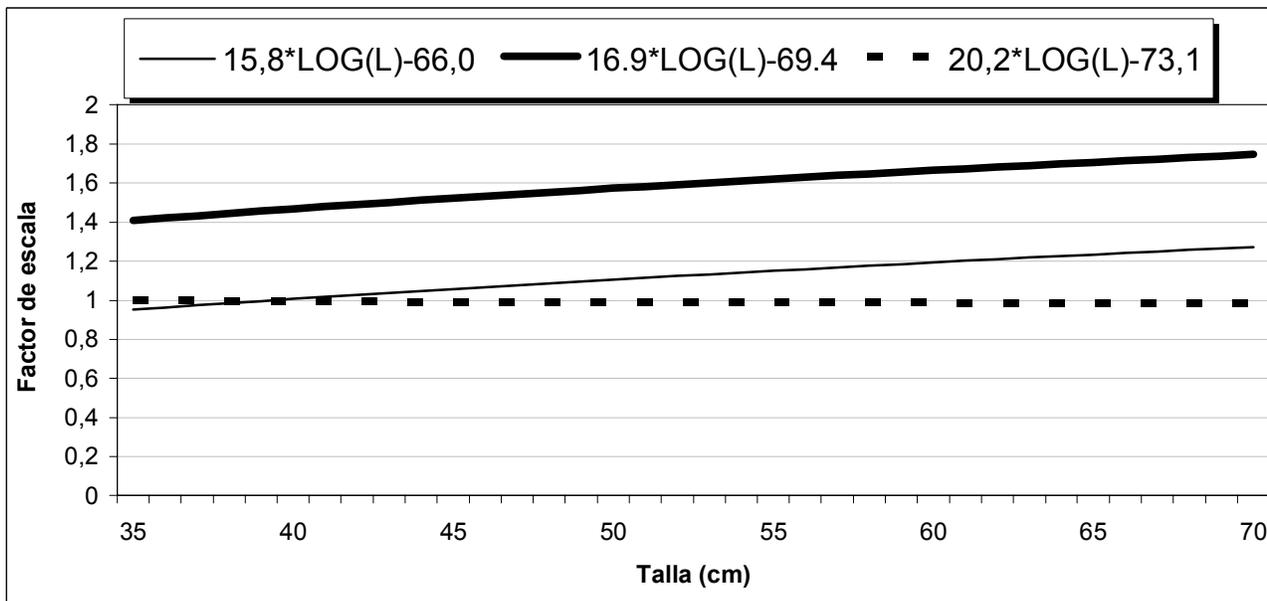


Figura 17. Factores de corrección de las diferentes relaciones *TS*-tallas utilizando como patrón la relación de Doi y Surti (1993) de $TS=20 \cdot \log(\text{talla}) - 72,7$.

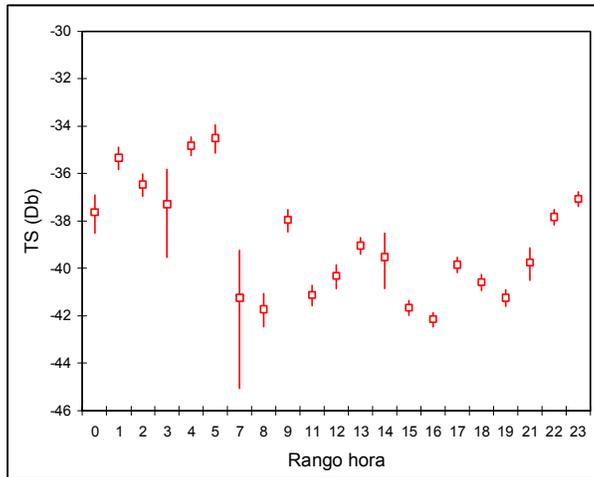


Figura 18. Valor promedio y desviación estándar de *TS* de merluza de cola según hora de detección

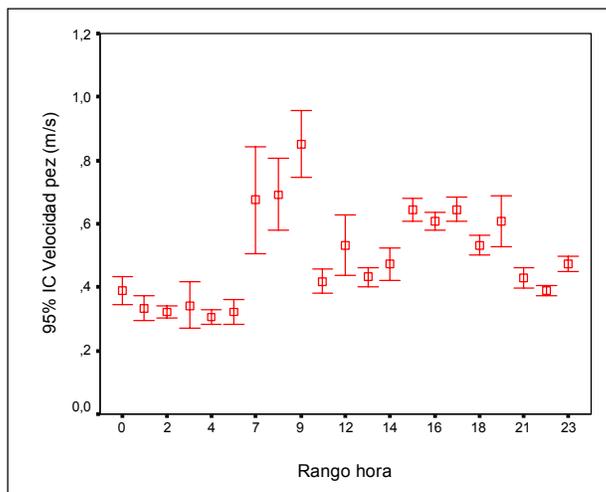


Figura 19. Valor promedio e intervalo de confianza de velocidad de merluza de cola según hora de detección

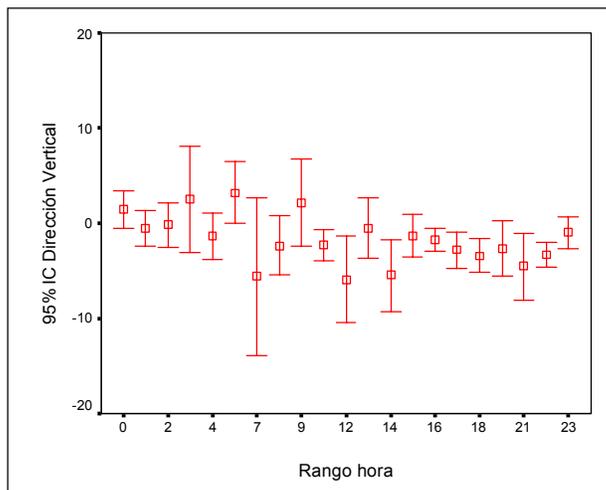


Figura 20. Valor promedio e intervalo de confianza de la dirección vertical de merluza de cola según hora de detección

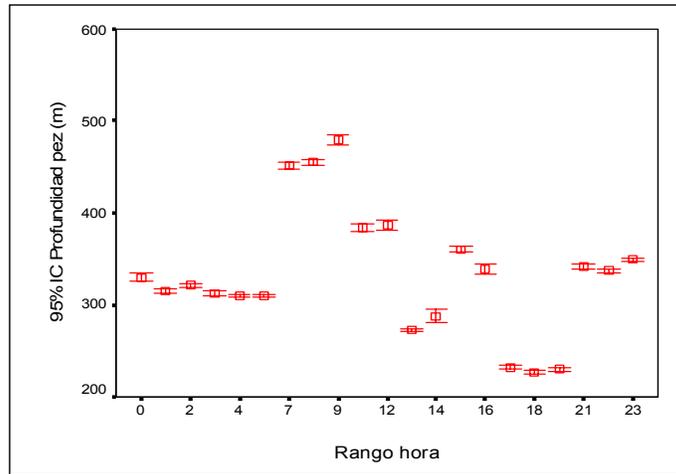


Figura 21. Valor promedio e intervalo de confianza de la profundidad de merluza de cola según hora de detección

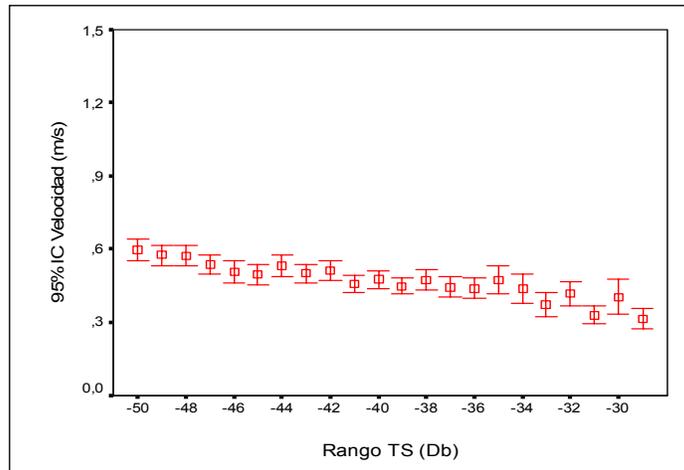


Figura 22. Valor promedio e intervalo de confianza de la velocidad de merluza de cola según rango de *TS* detectado.

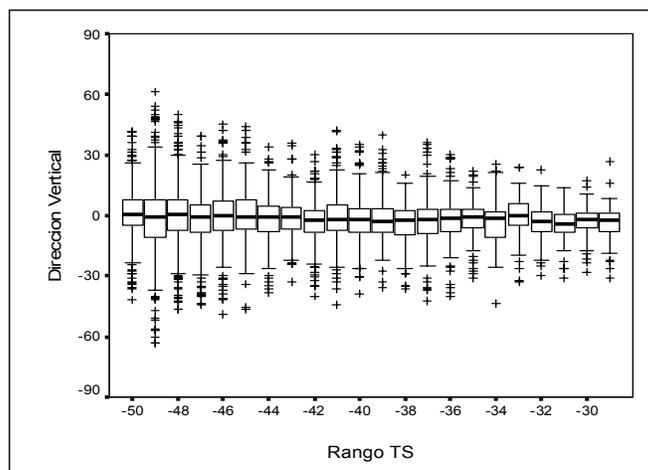


Figura 23. Mediana, cuartil 25 cuartil 75 y dispersión de datos de dirección vertical de merluza de cola según rango de *TS*.

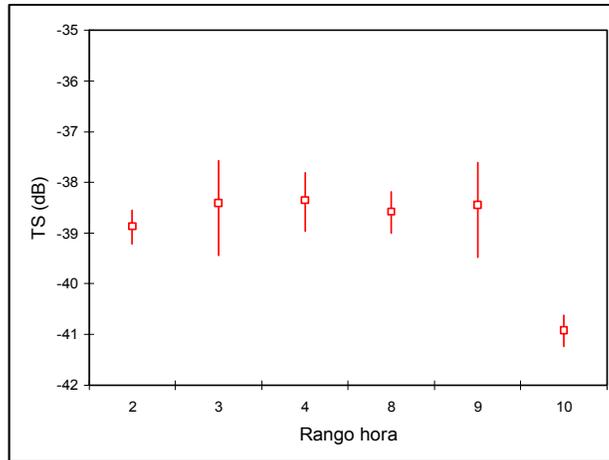


Figura 24. Valor promedio y desviación estándar de *TS* de merluza austral según hora de detección

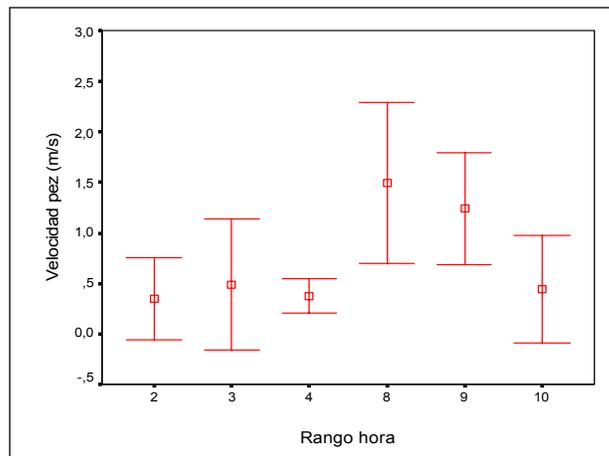


Figura 25. Valor promedio e intervalo de confianza de la velocidad promedio de desplazamiento de la merluza austral según hora de detección

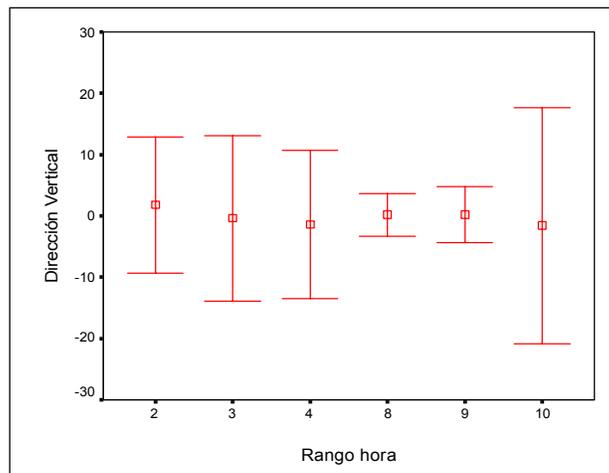


Figura 26. Valor promedio e intervalo de confianza de la dirección vertical de merluza austral según hora de detección.

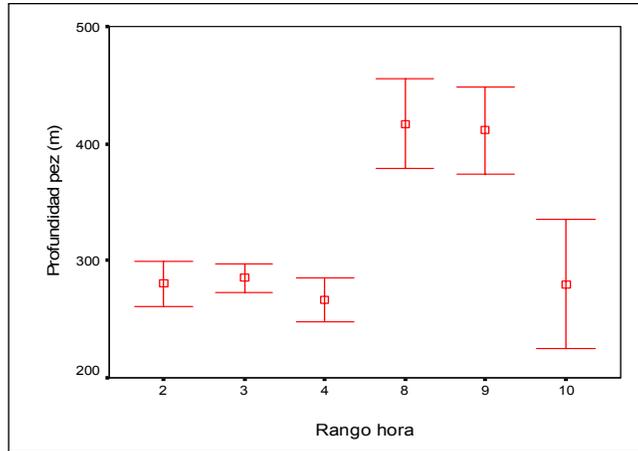


Figura 27. Valor promedio e intervalo de confianza de la profundidad de merluza austral según hora de detección.

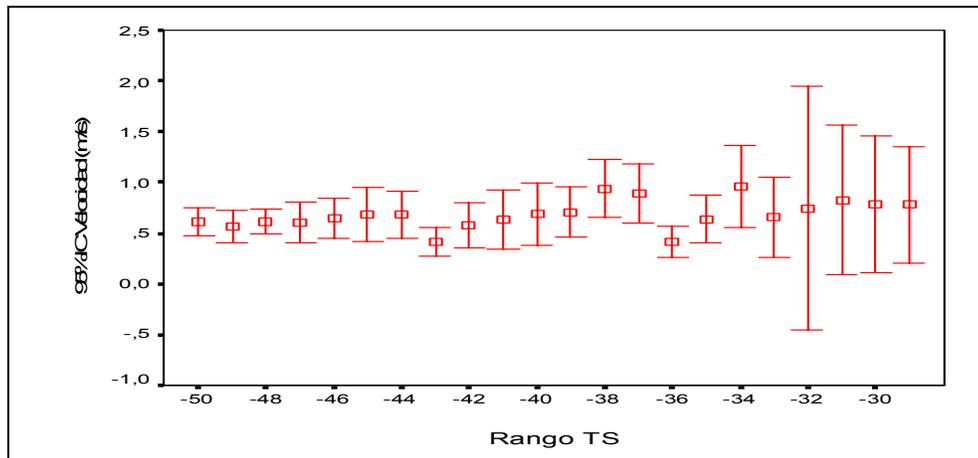


Figura 28. Valor promedio e intervalo de confianza de la velocidad de merluza del sur según rango de *TS* detectado.

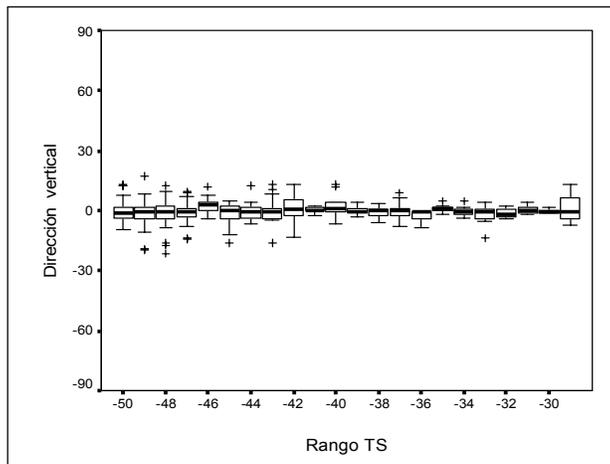


Figura 29. Mediana, cuartil 25 cuartil 75 y dispersión de datos de dirección vertical de merluza austral según rango de *TS*.

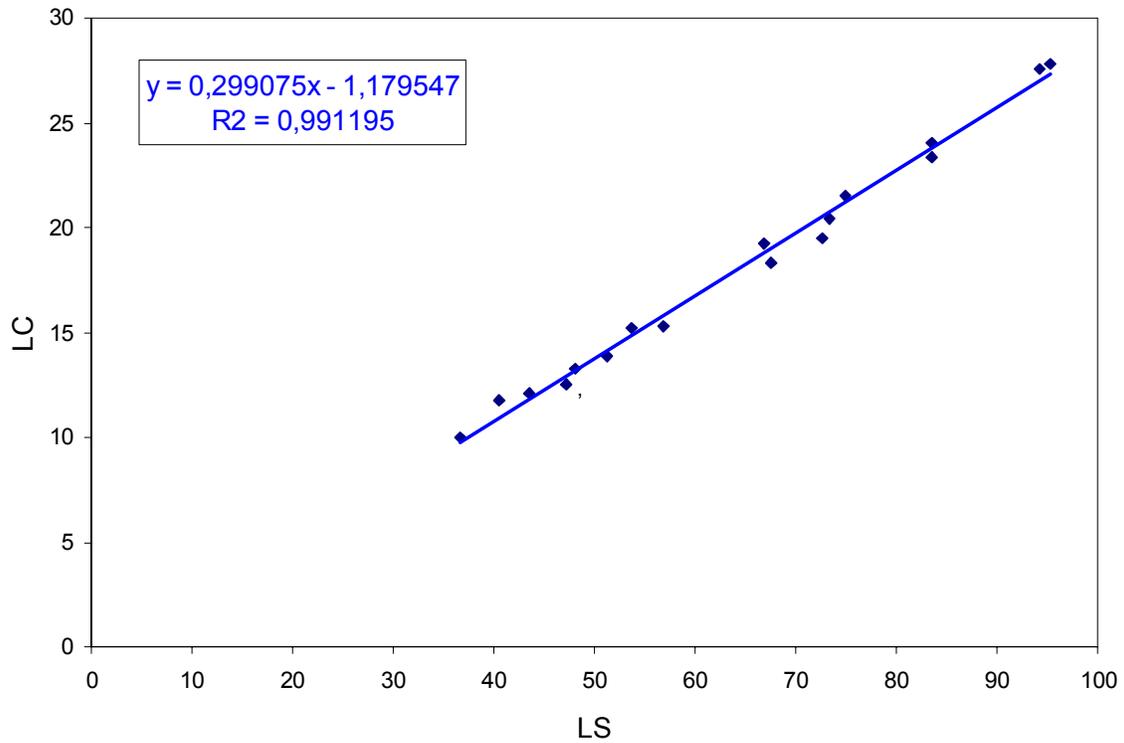


Figura 30. LC v/s LS. Merluza del Sur

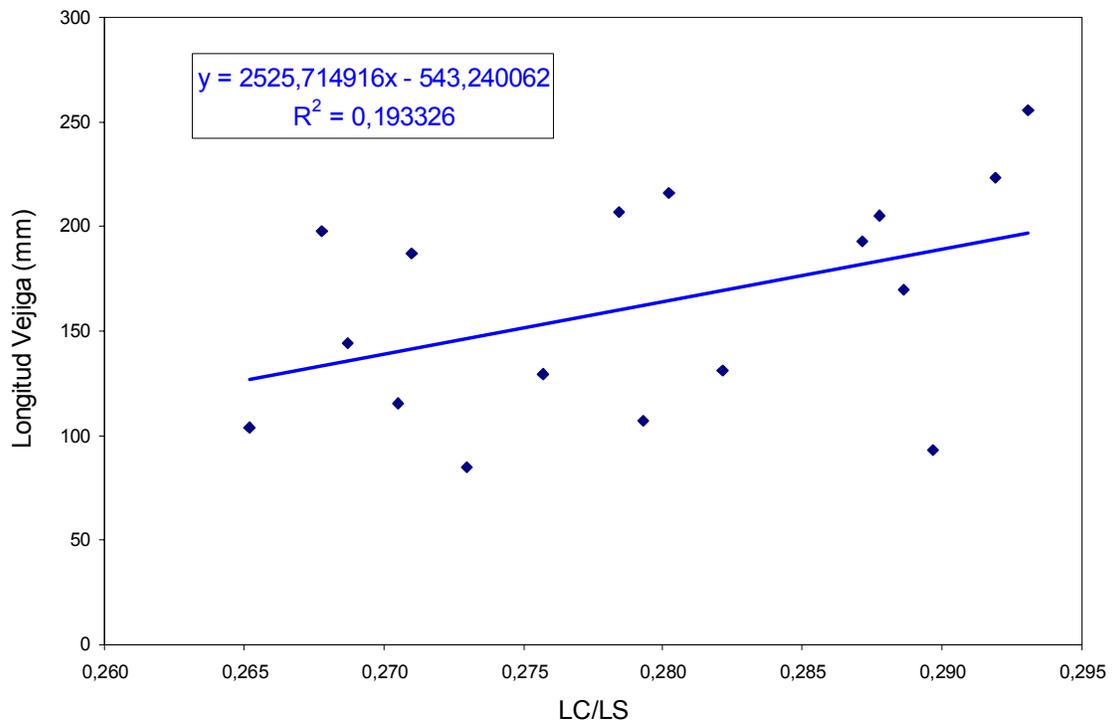


Figura 31. Longitud Vejiga v/s proporción LC/LS. Merluza del Sur

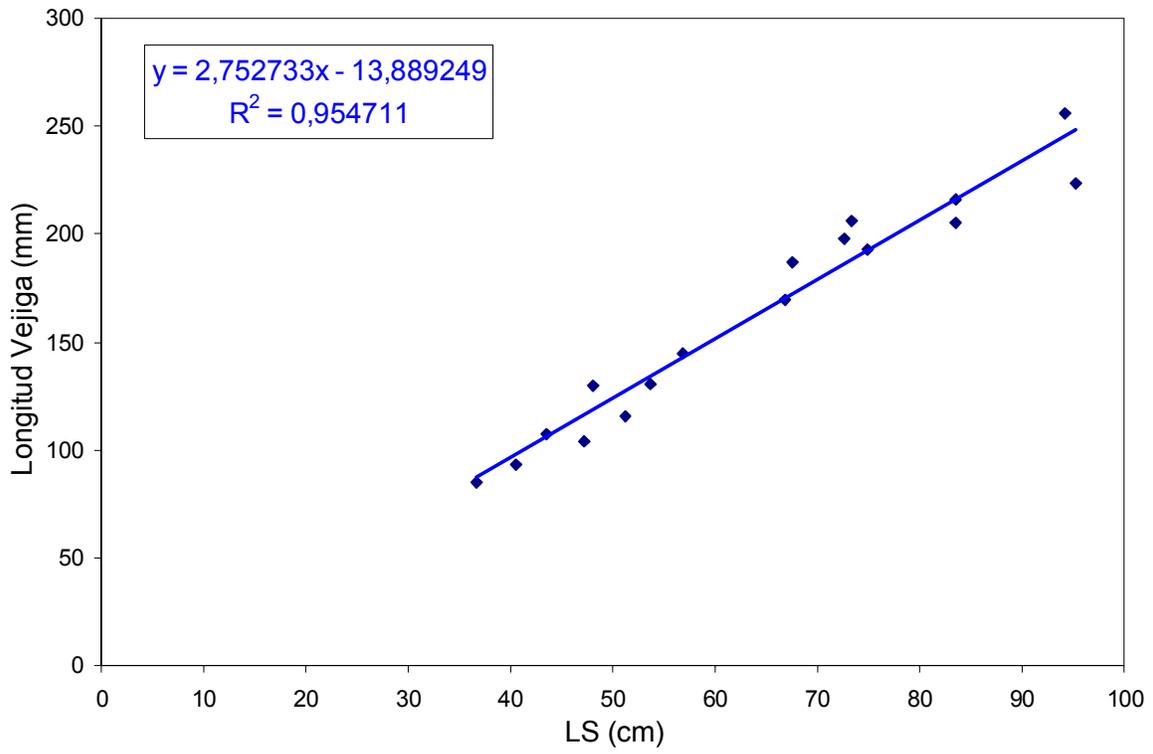


Figura 32. Longitud vejiga v/s LS. Merluza del Sur.



Figura 33 a. Ubicación de la vejiga gaseosa. Merluza del Sur

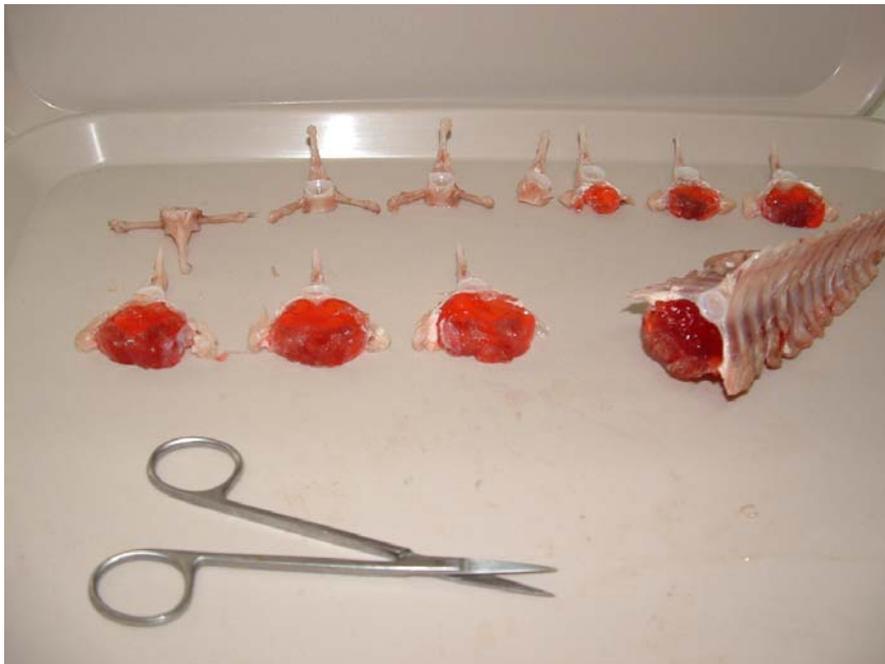


Figura 33 b. Moldes de vejiga obtenidos de Merluza del Sur.

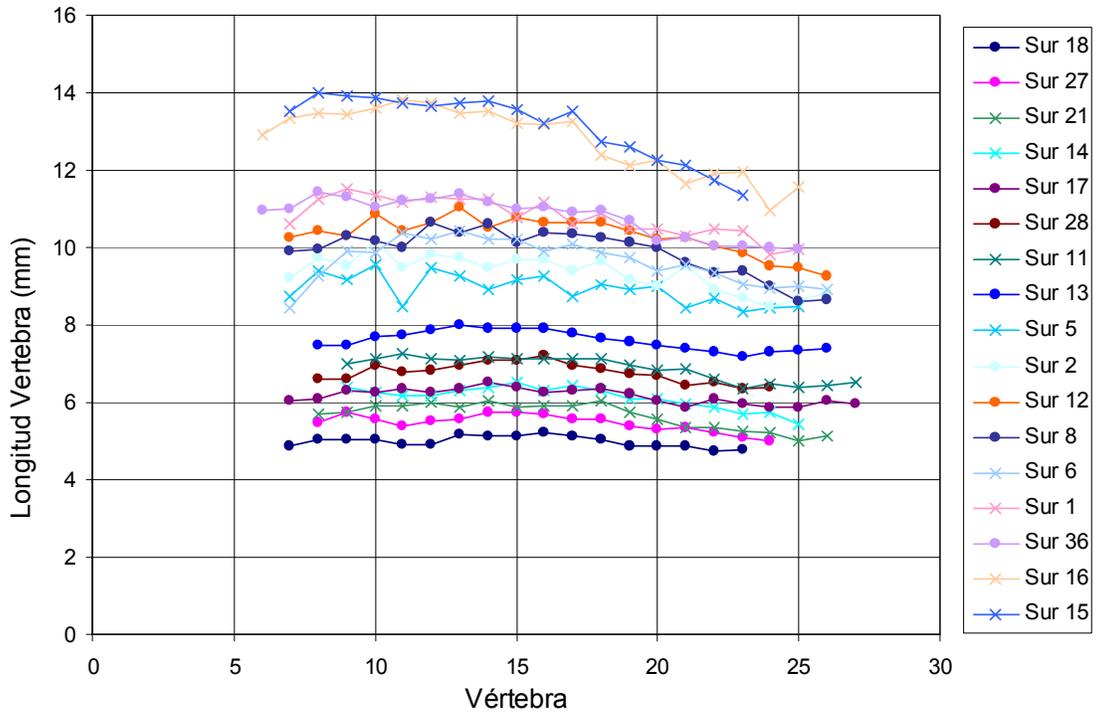


Figura 34 a. Longitud de las vértebras relacionadas con la vejiga gaseosa. Merluza del Sur (● : machos; x : hembras)

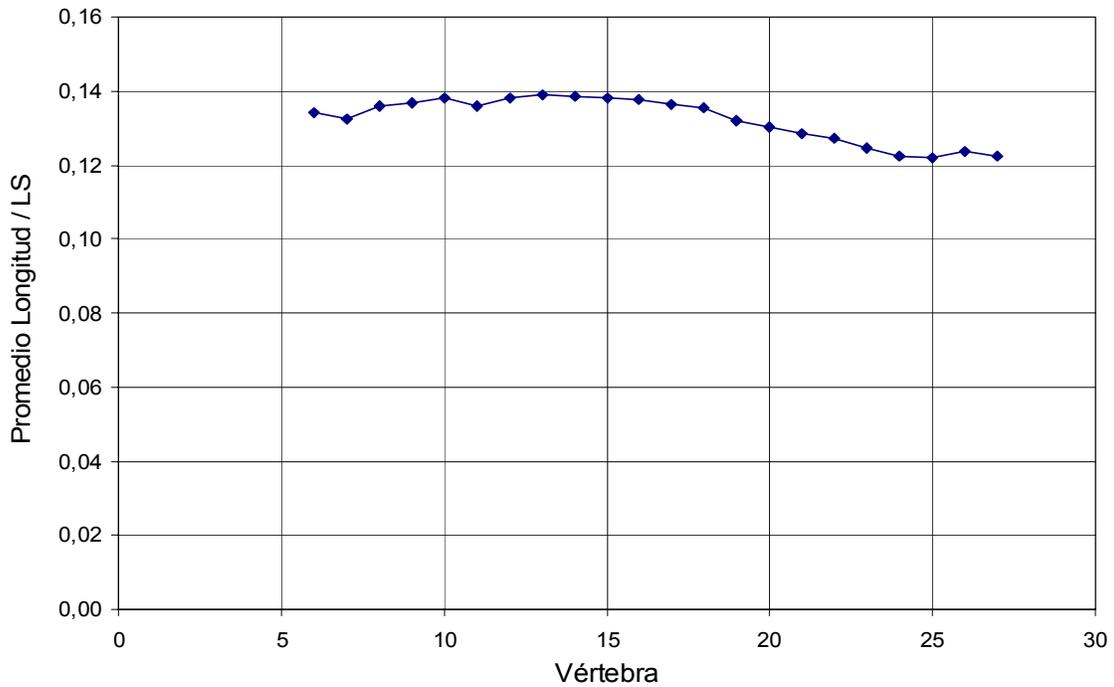


Figura 34 b. Promedio de la longitud de las vértebras normalizado a LS. Merluza del Sur

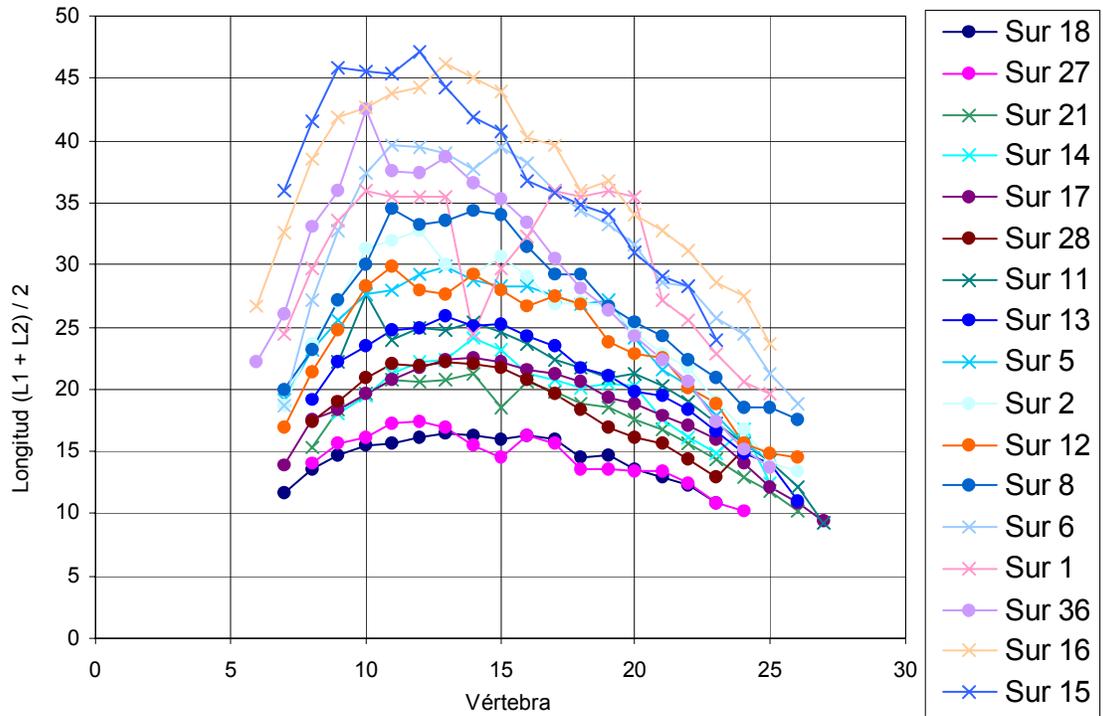


Figura 35 a. Longitud de las apófisis laterales (L1+L2)/2. Merluza del Sur.

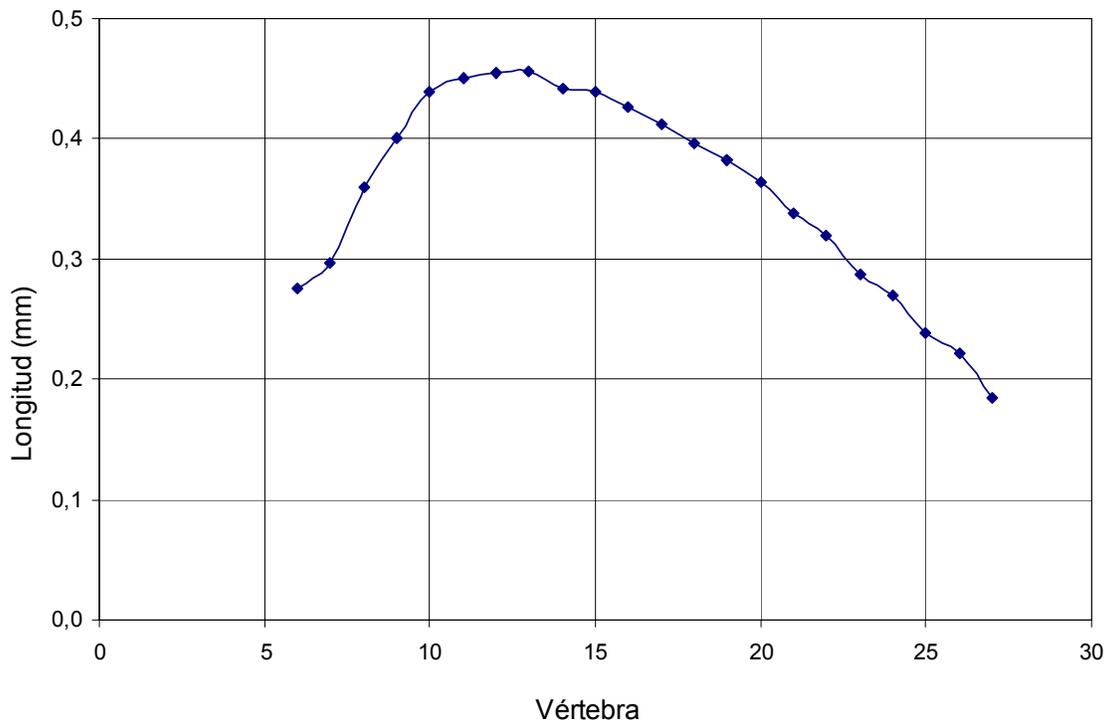


Figura 35 b. Promedio de la longitud de las apófisis laterales normalizado a LS. Merluza del Sur

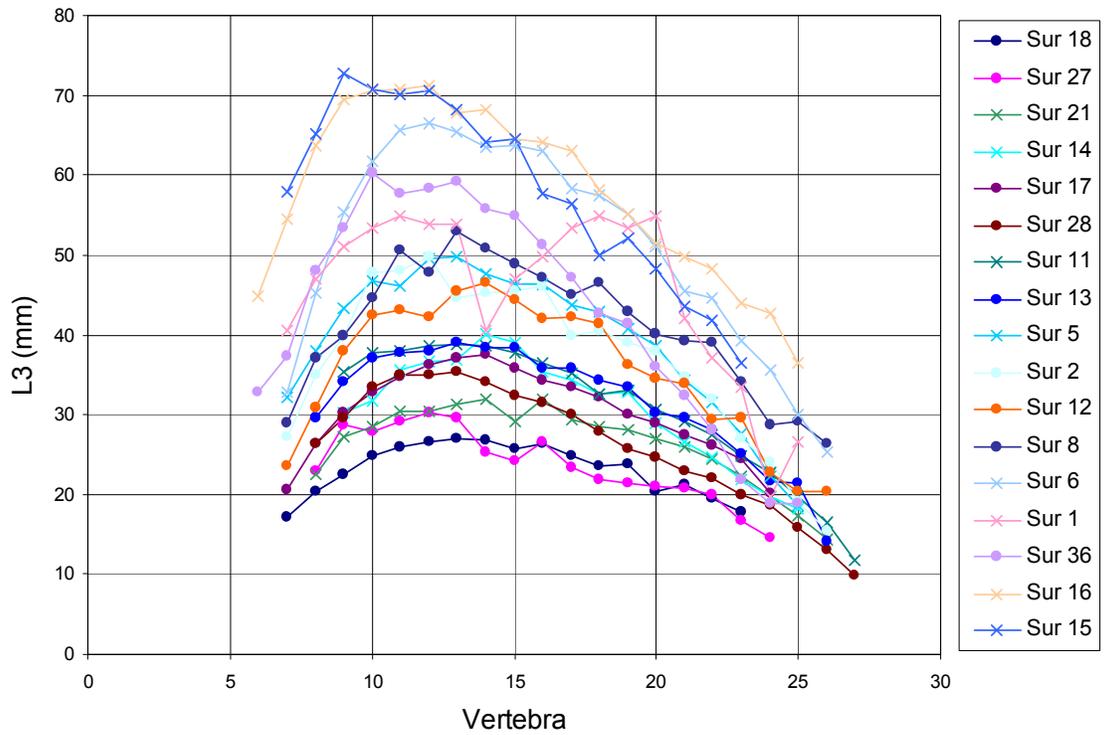


Figura 36 a. Longitud L3 de las vértebras. Merluza del Sur

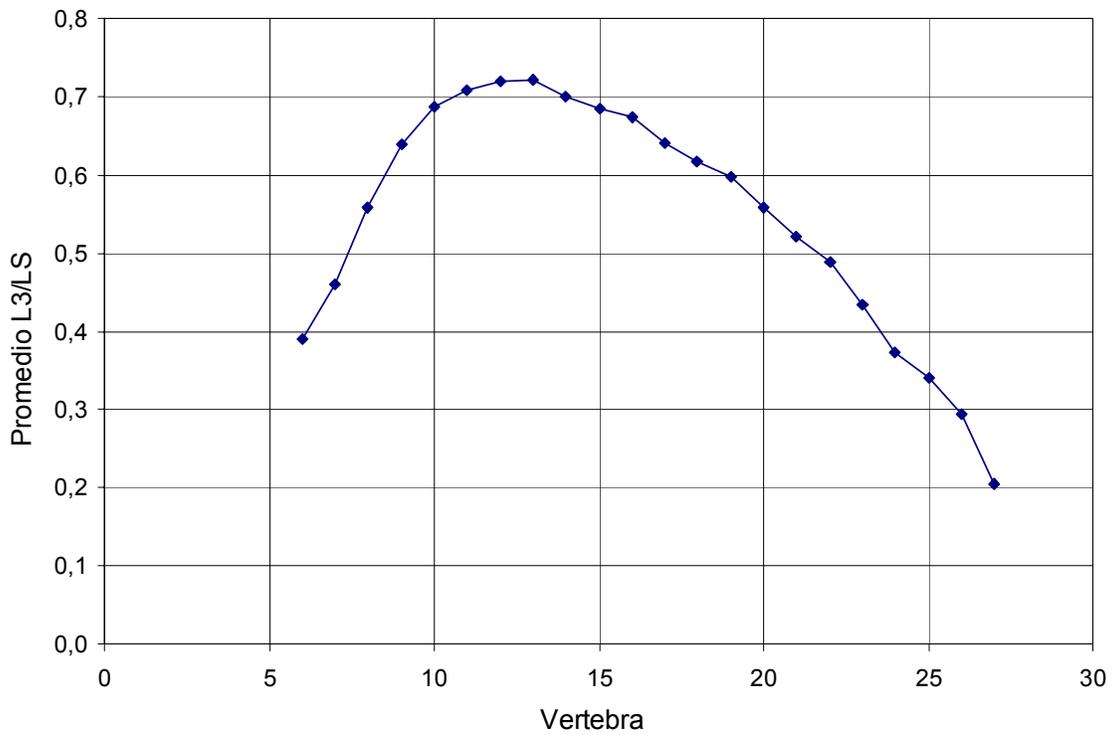


Figura 36 b. Promedio Normalizado (L3/LS) por vértebra. Merluza del Sur

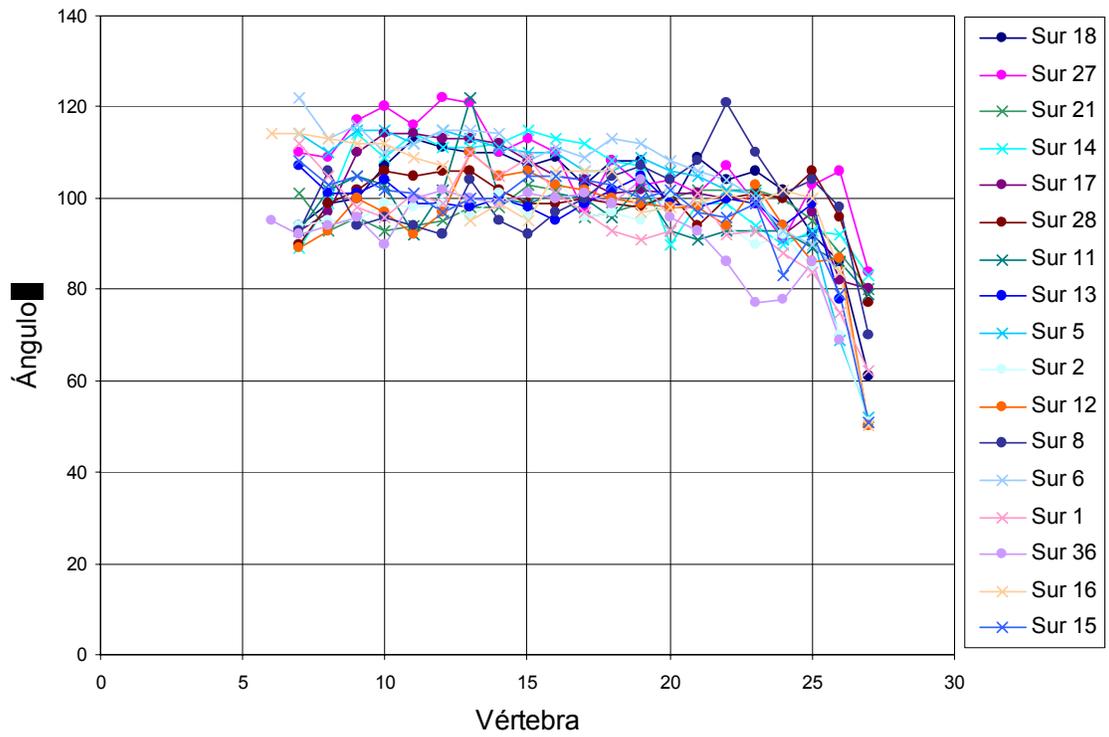


Figura 37a. Valor del ángulo ∞ Merluza del sur

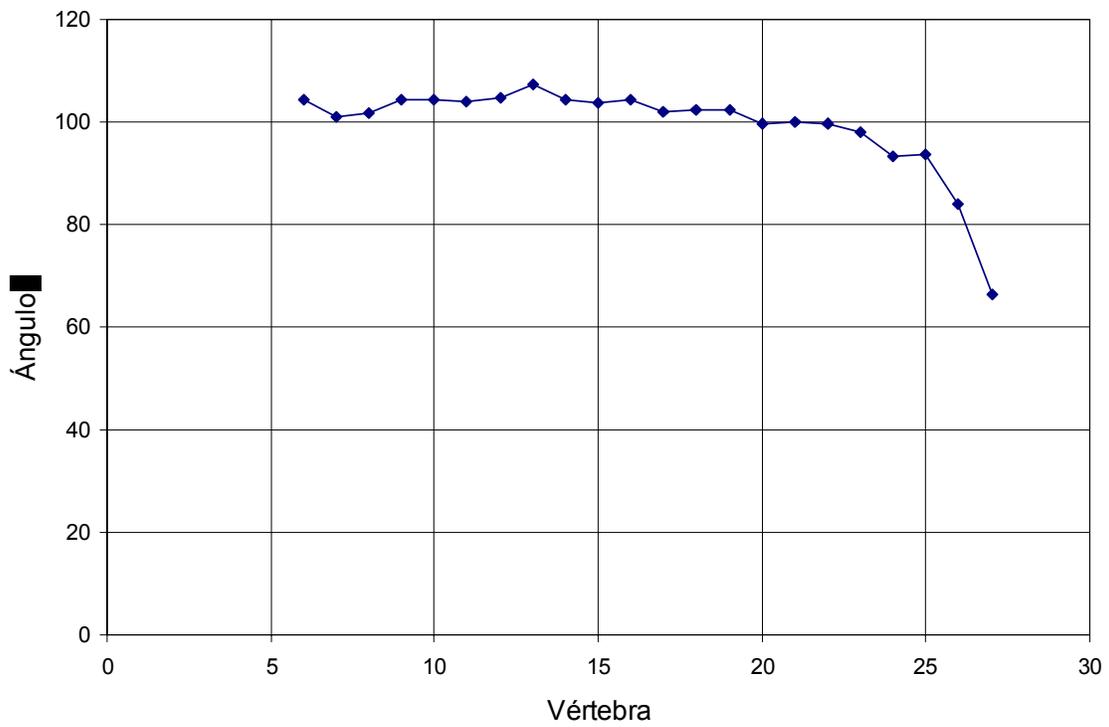


Figura 37 b. Promedio de valores de ángulo ∞ Merluza del Sur

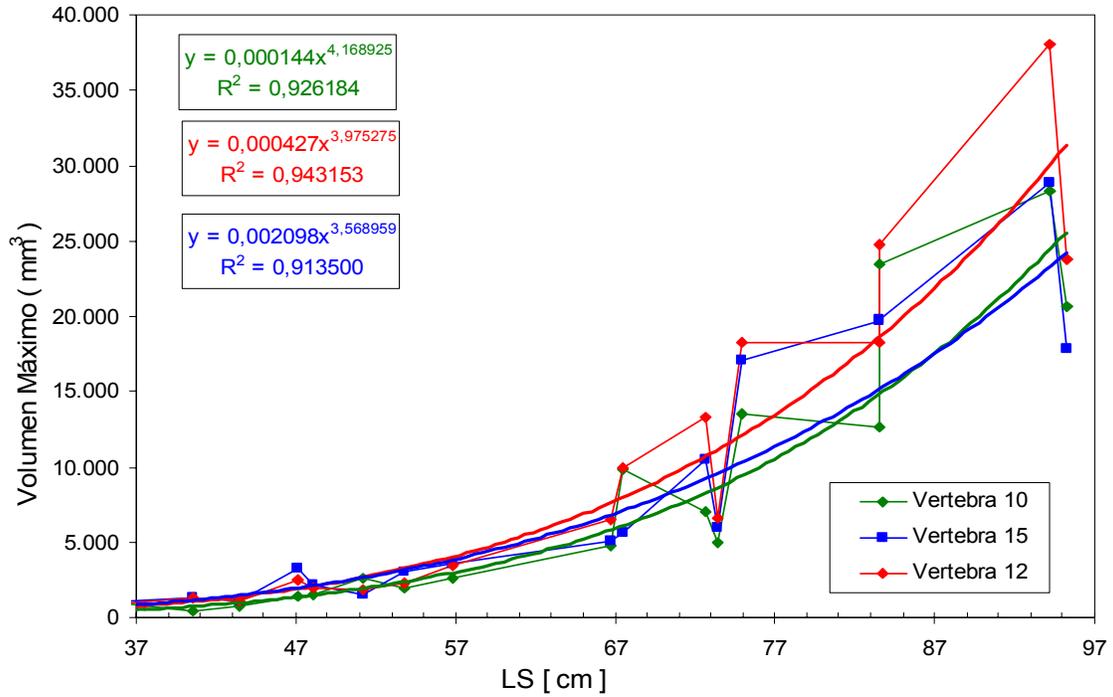


Figura 38. Volumen máximo del segmento de vejiga correspondiente a las vértebras 10,12 y 15. Merluza del Sur

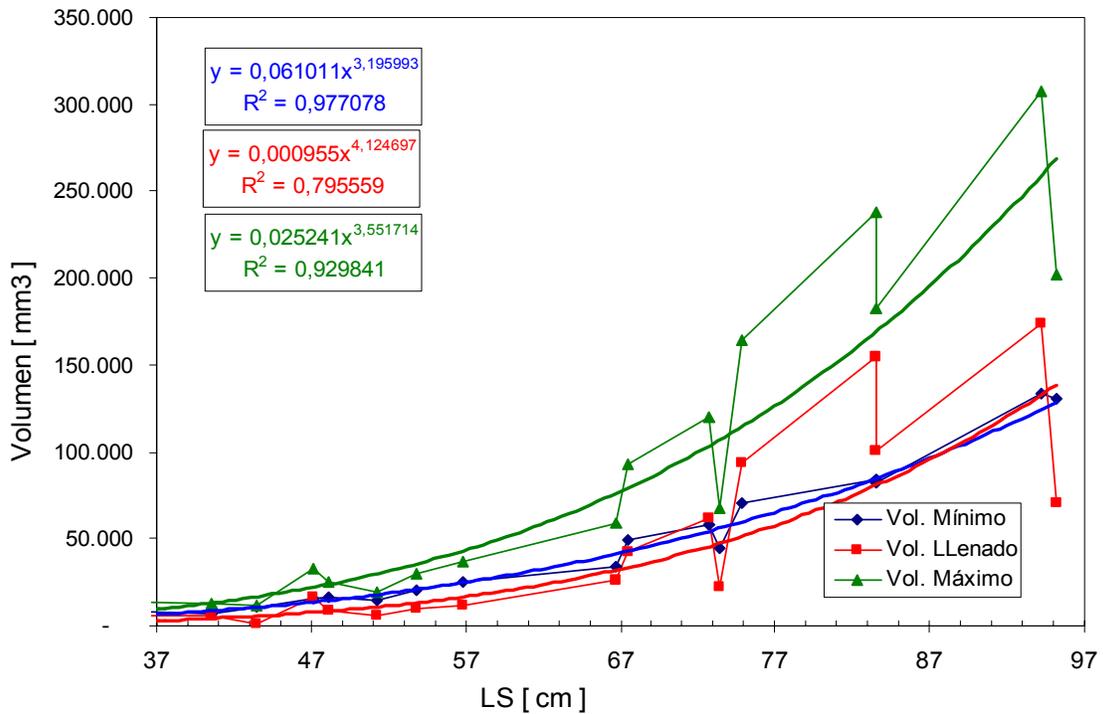


Figura 39. Volúmenes mínimos, de llenado y total de vejiga v/s LS. Merluza del Sur.

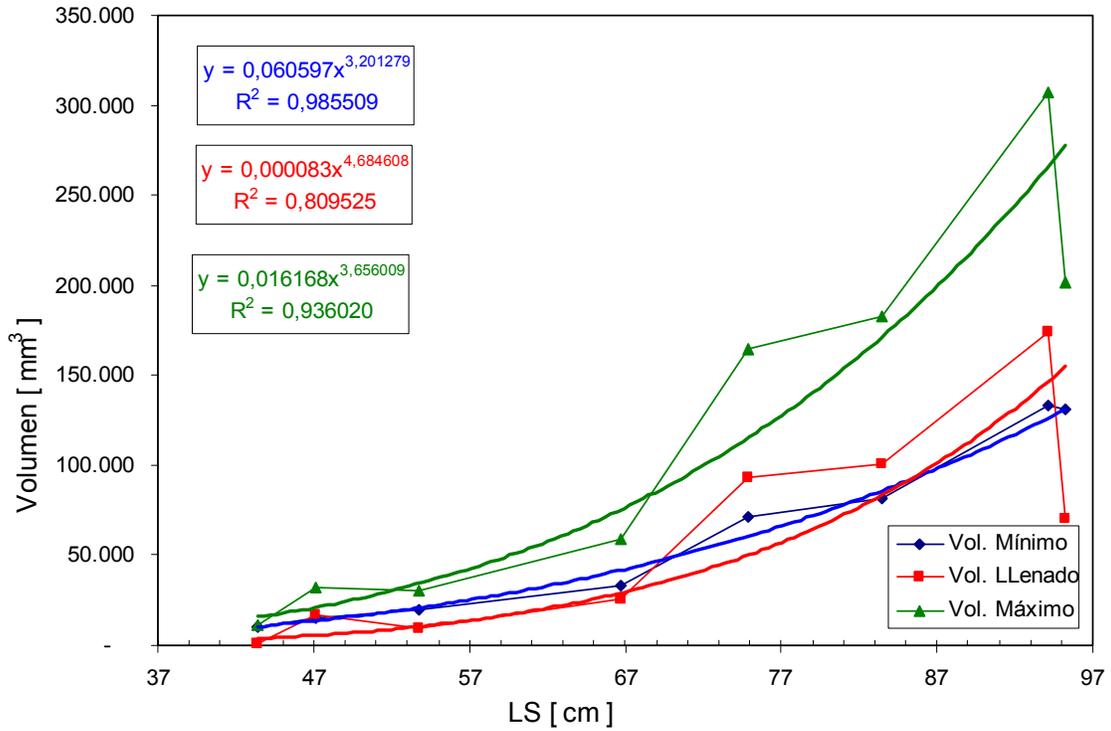


Figura 40 a. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS en hembras. Merluza del Sur.

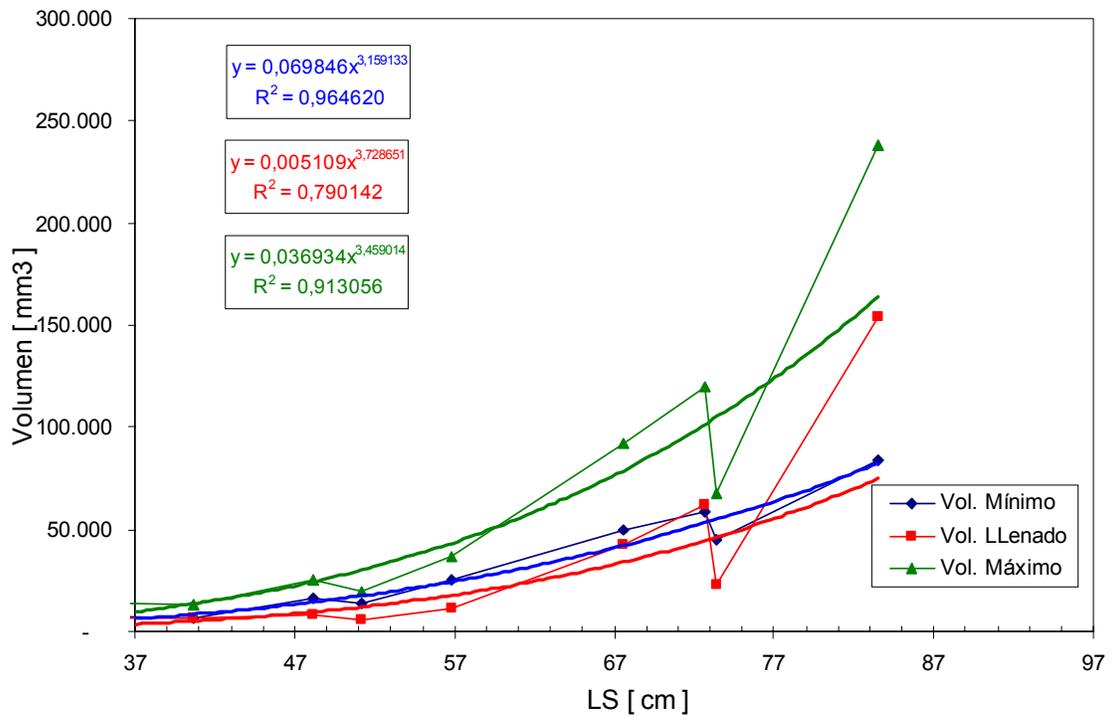


Figura 40 b. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS a machos. Merluza del Sur.

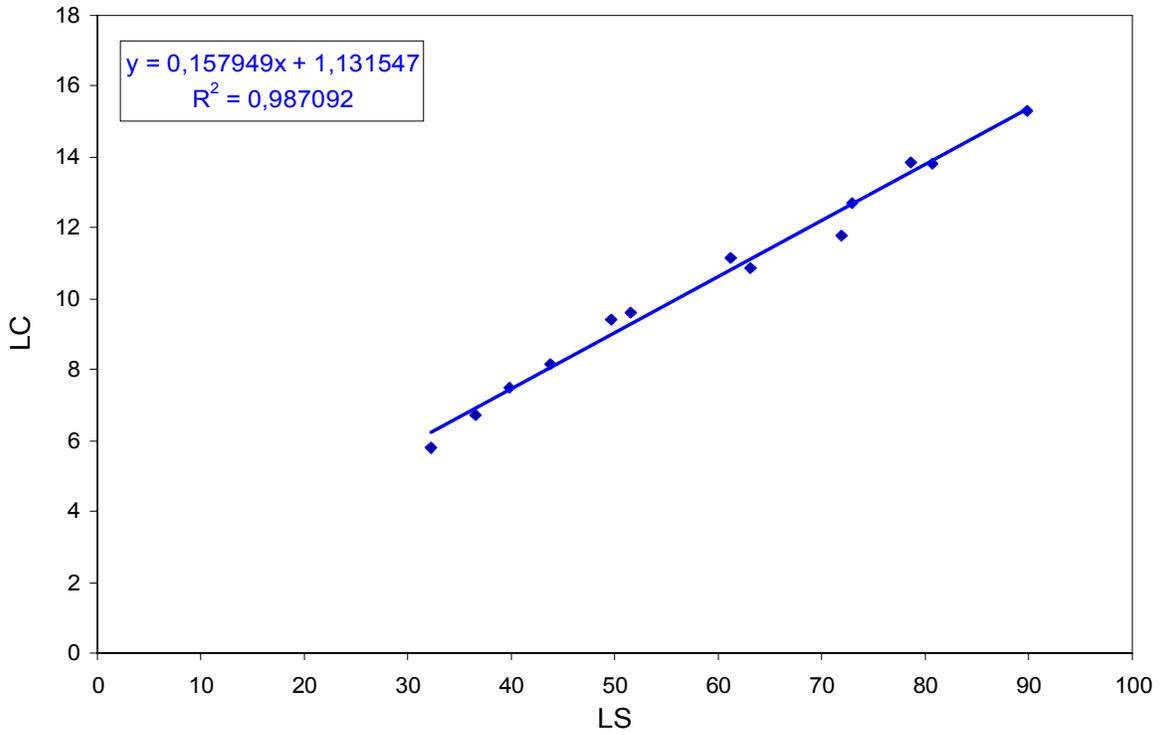


Figura 41. LC v/s LS. Merluza de Cola.

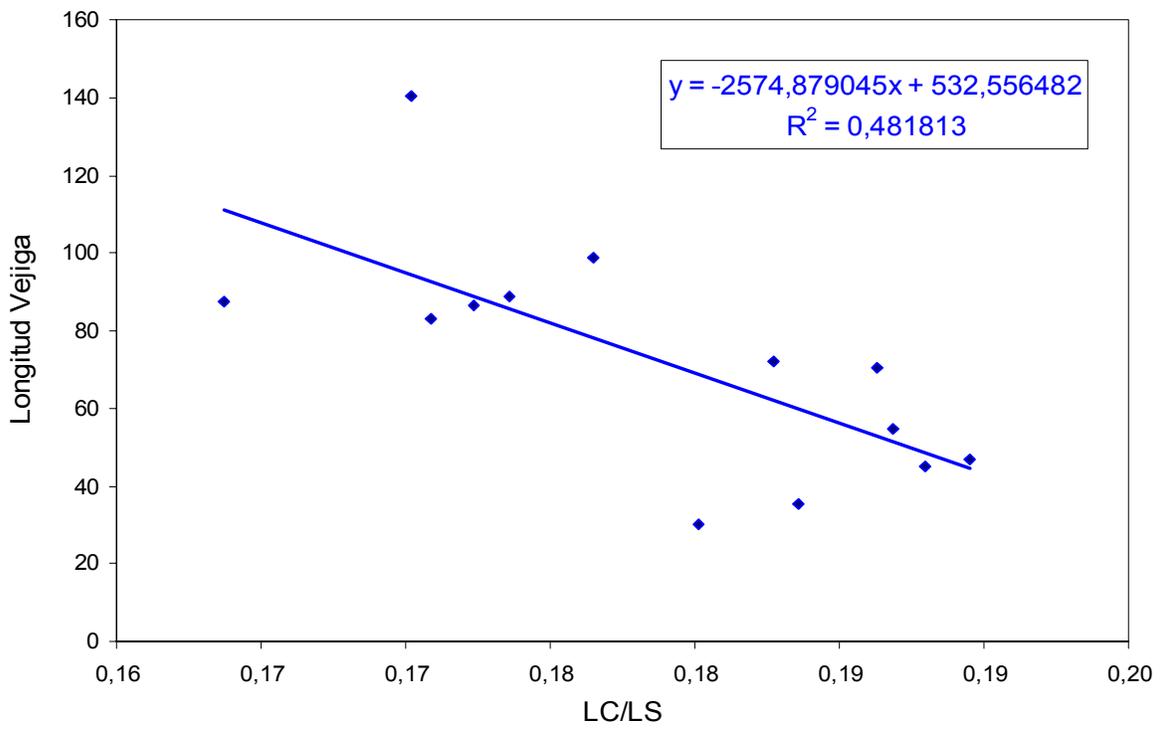


Figura 42. Longitud vejiga (mm) v/s proporción LC/LS. Merluza de Cola.

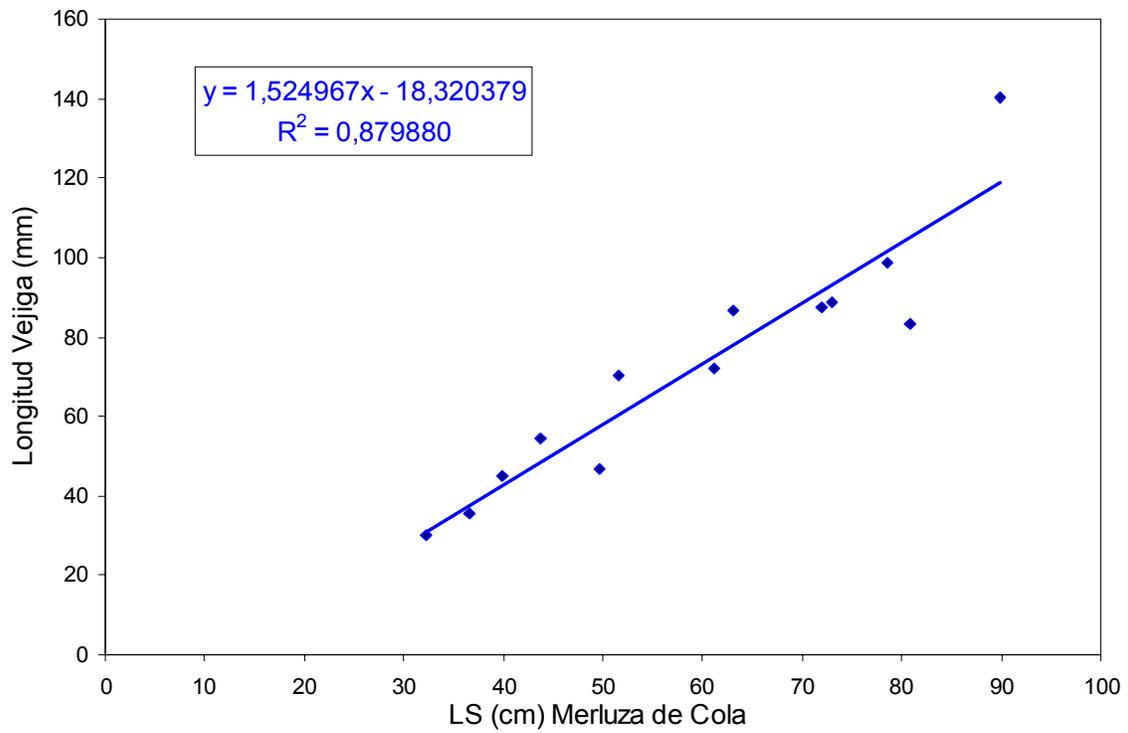


Figura 43. Longitud vejiga v/s LS. Merluza de Cola.

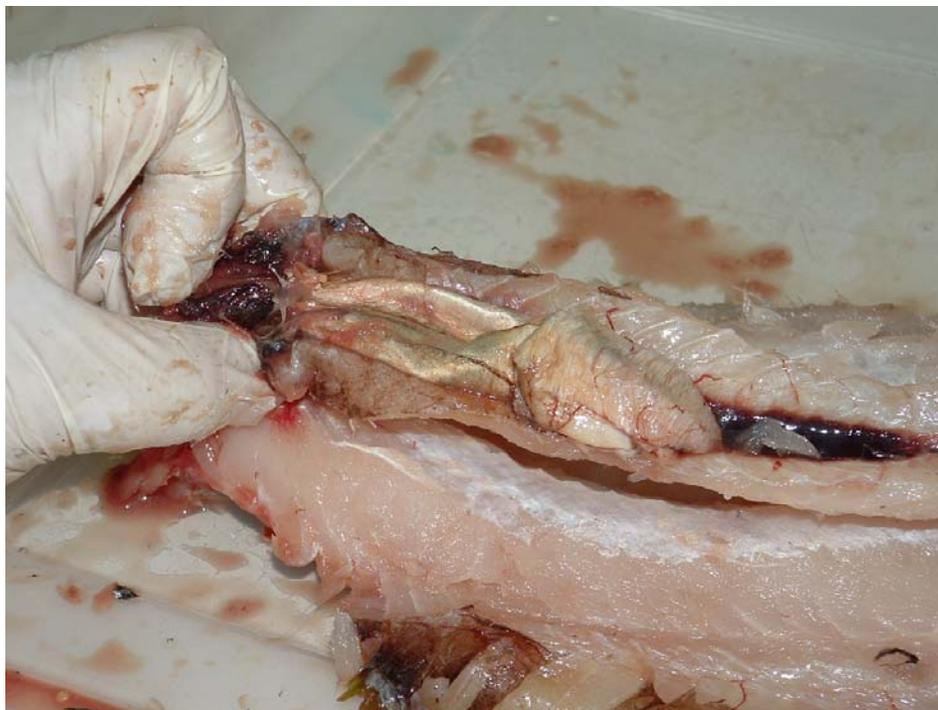


Figura 44 a. Imagen de vejiga gaseosa en Merluza de Cola (LS = 71,9 cm).

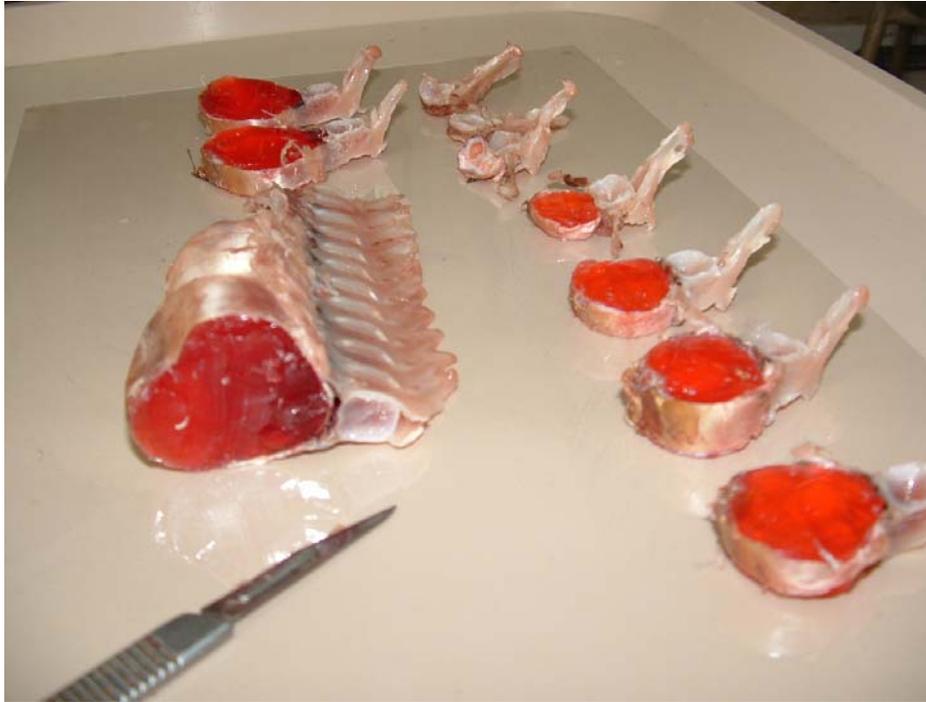


Figura 44 b. Porciones de vejiga para mostrar diseño de sección transversal. Merluza de Cola.

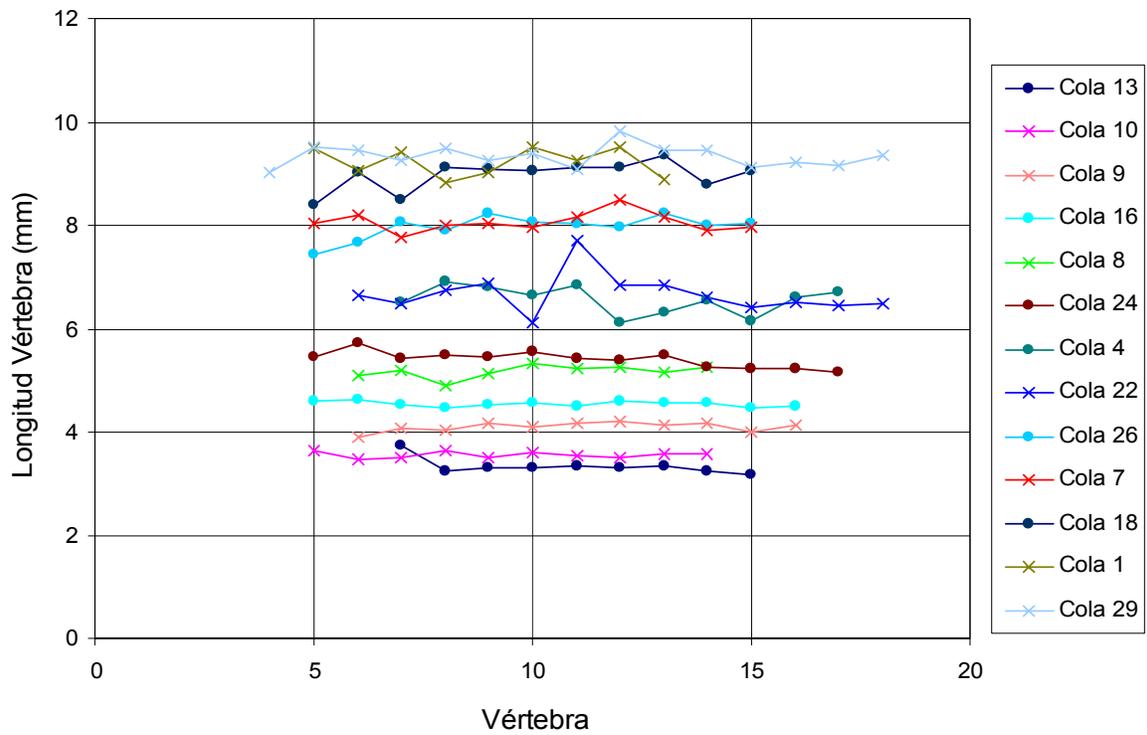


Figura 45 a. Longitud de las vértebras relacionadas con la vejiga gaseosa. Merluza de Cola.

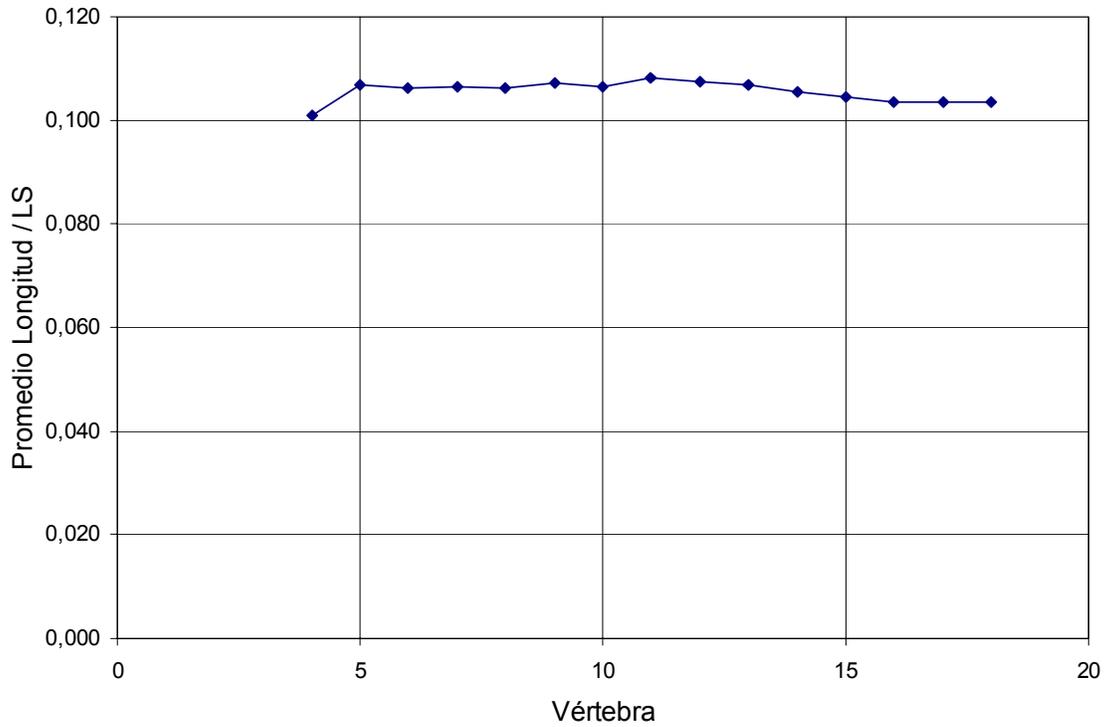


Figura 45 b. Promedio de la longitud de las vertebras normalizado a LS. Merluza de Cola.

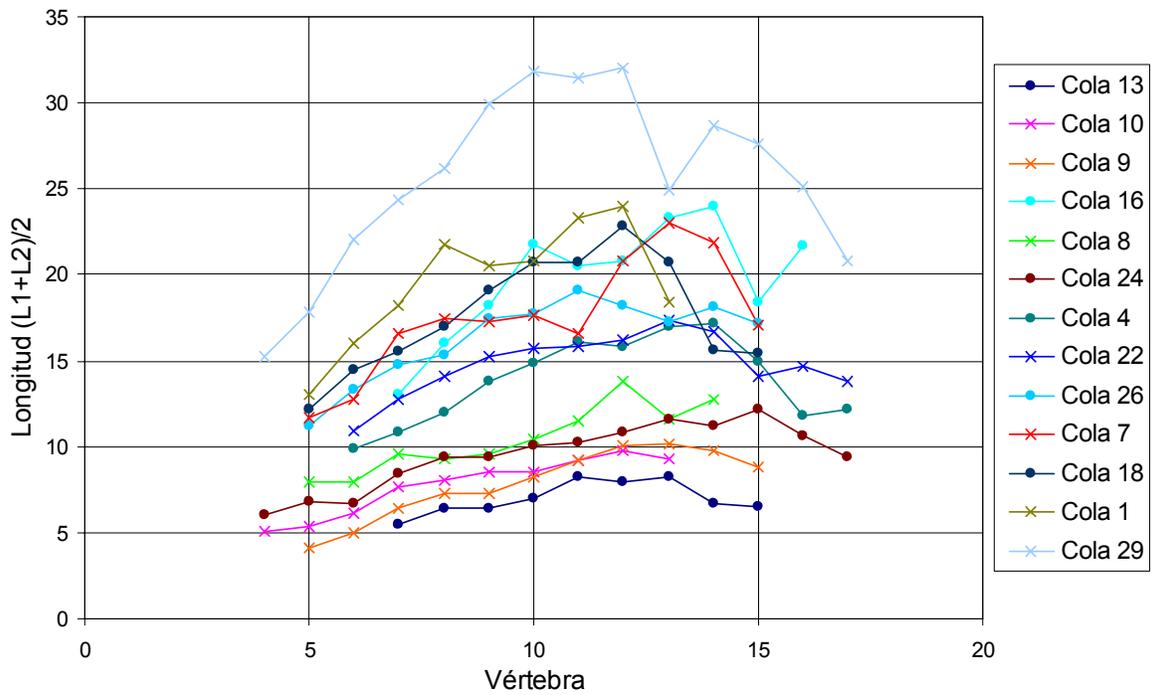


Figura 46 a. Longitud Apófisis Laterales (L1 + L2) / 2. Merluza de Cola.

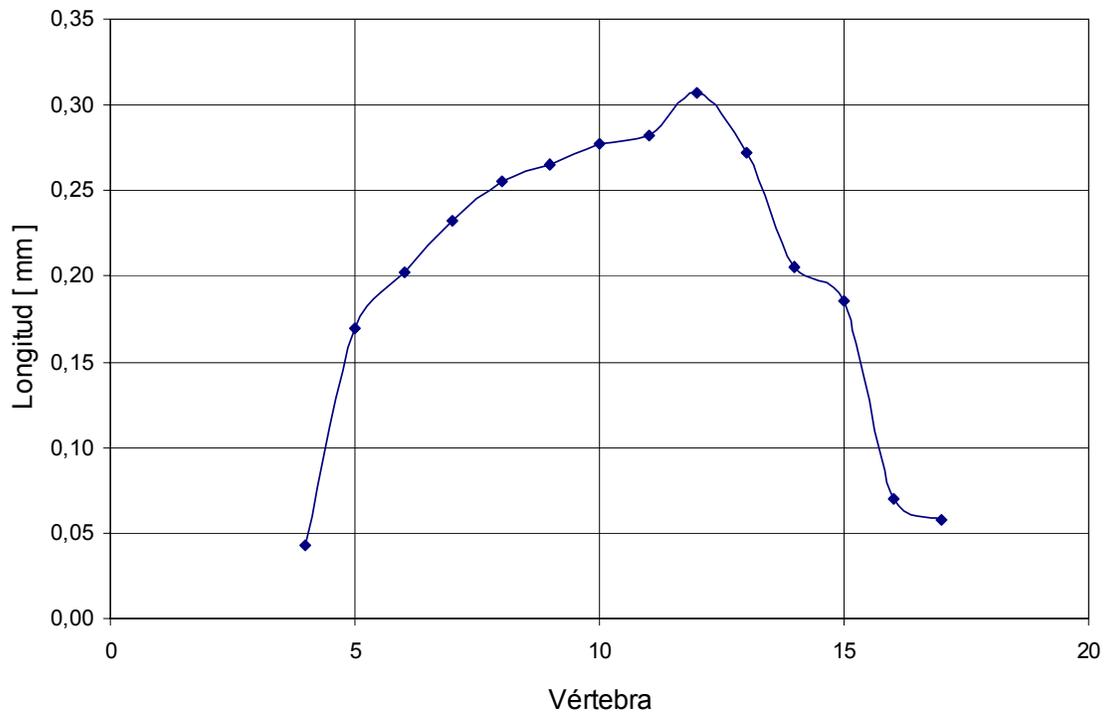


Figura 46 b. Promedio Longitud Apófisis laterales normalizado a LS. Merluza de Cola.

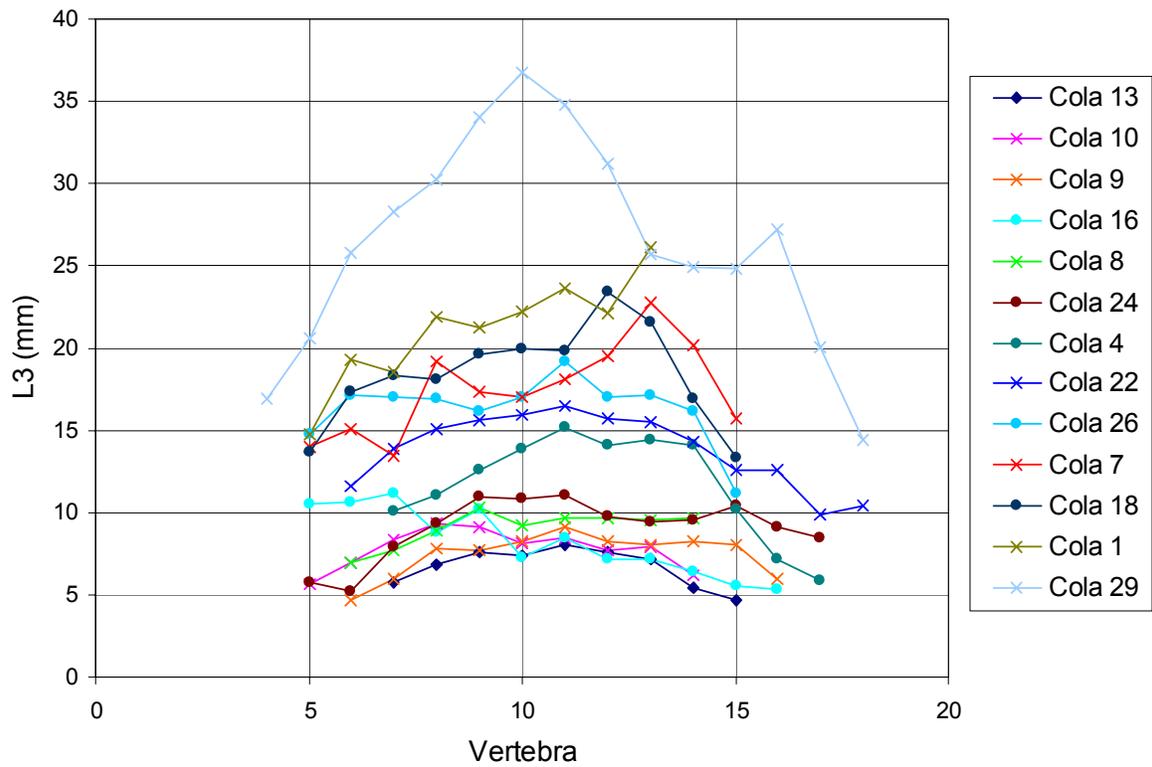


Figura 47 a. Longitud L3 de las vértebras. Merluza de Cola.

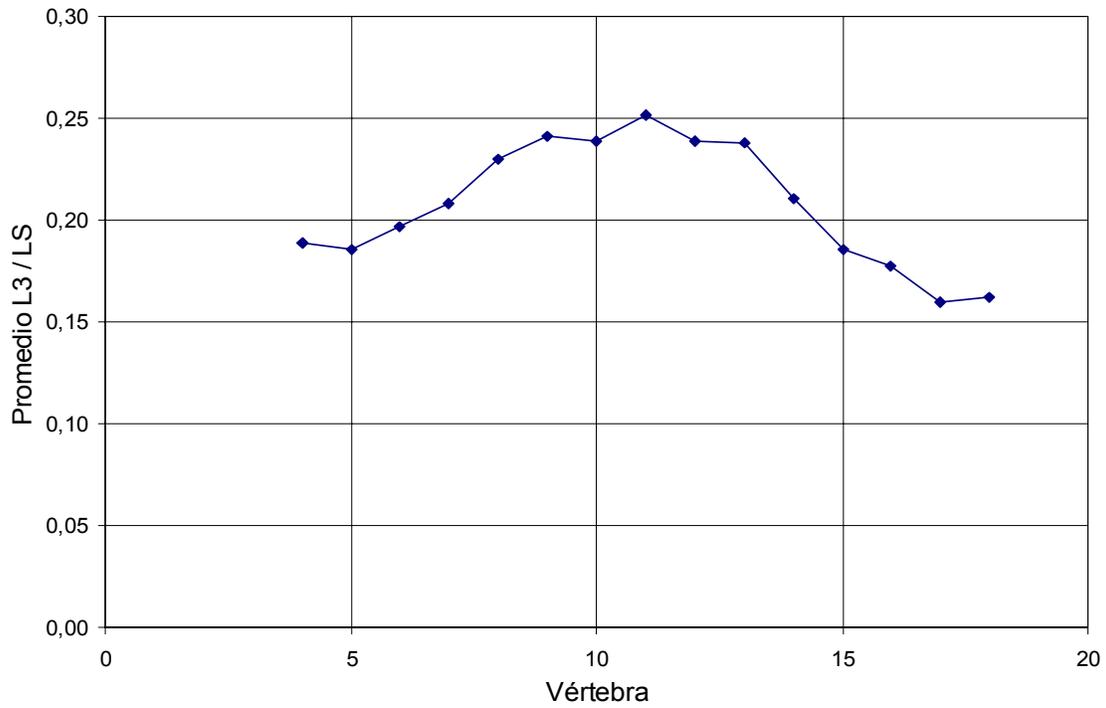


Figura 47 b. Promedio Normalizado (L3 / LS) por vértebra. Merluza de Cola.

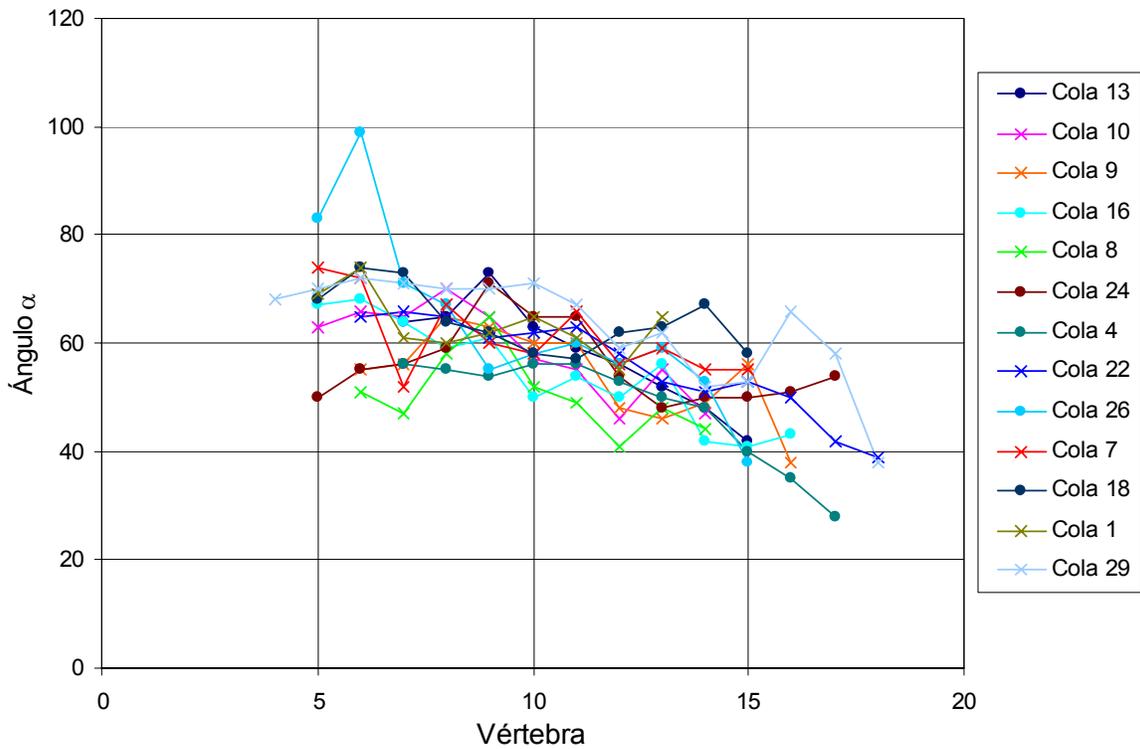


Figura 48 a. Valor del ángulo α Merluza de Cola.

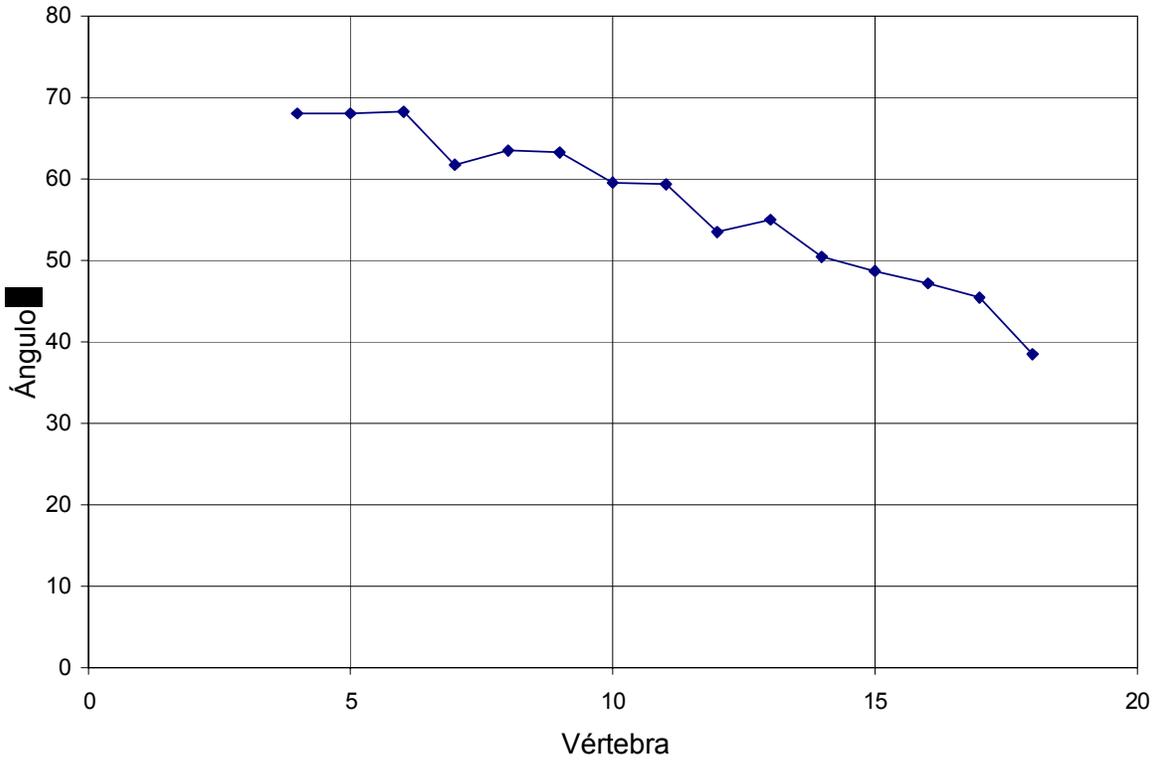


Figura 48 b. Promedio de valores de ángulo α Merluza de Cola

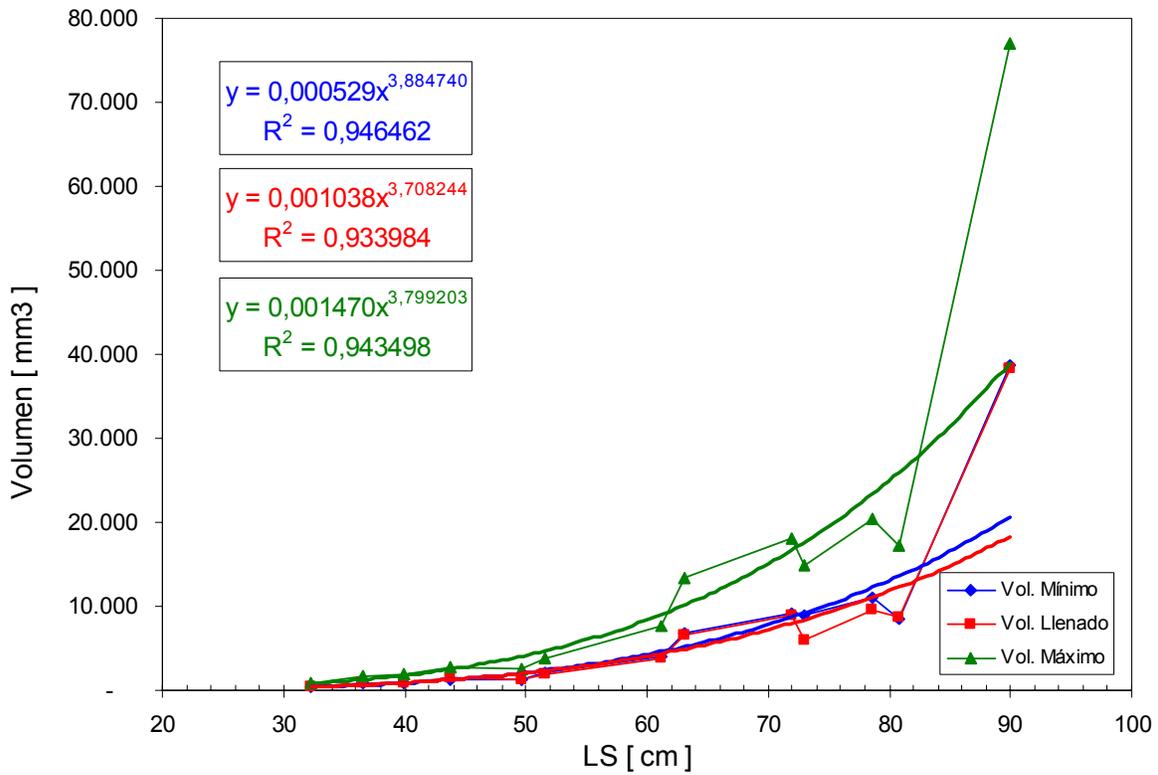


Figura 49. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS. Merluza de Cola.

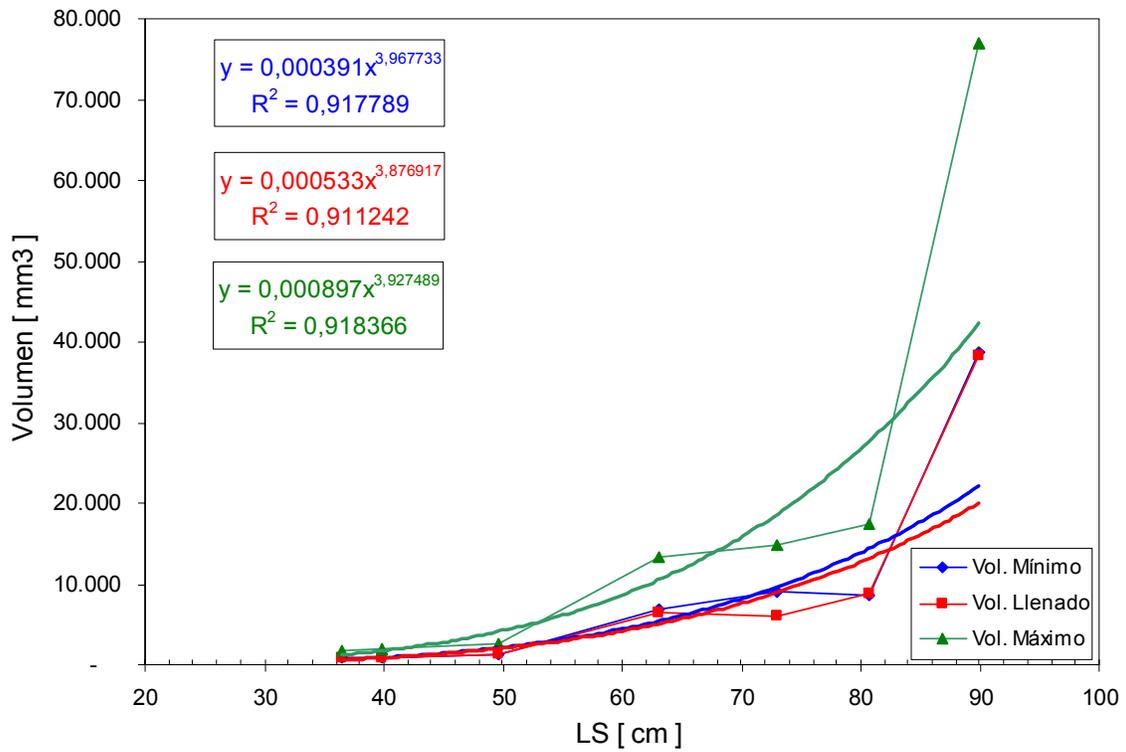


Figura 50 a. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS en hembras. Merluza de Cola.

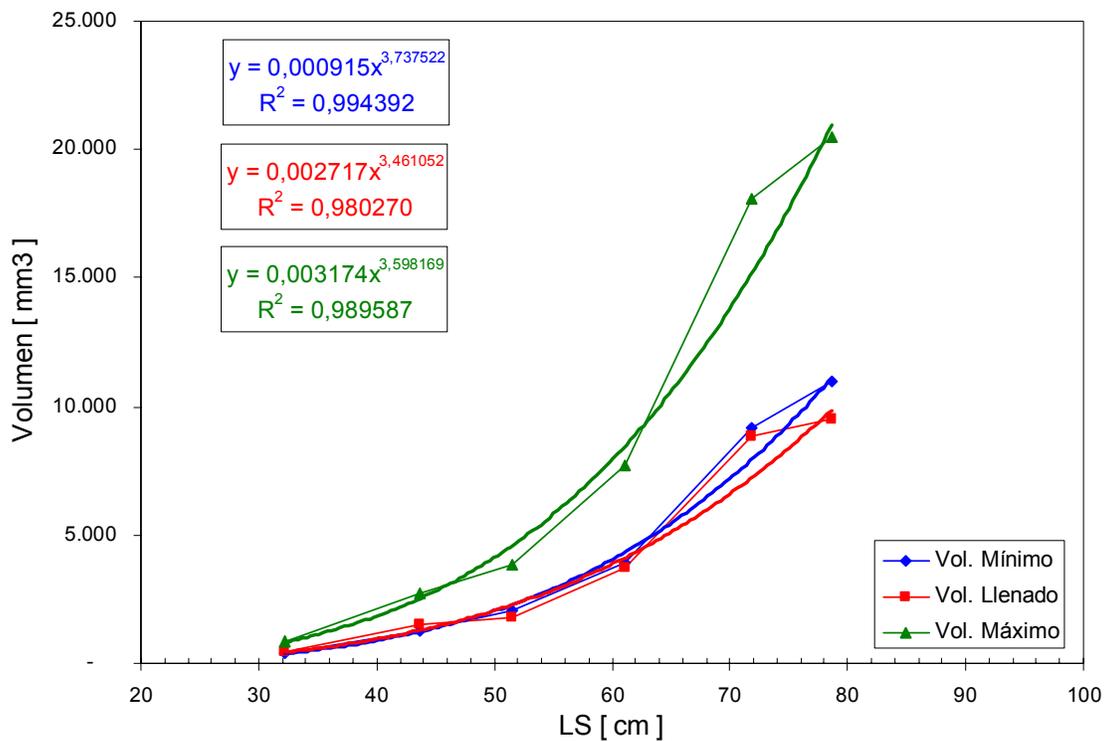


Figura 50 b. Volúmenes mínimo, de llenado y total de vejiga v/s LS a machos. Merluza de Cola

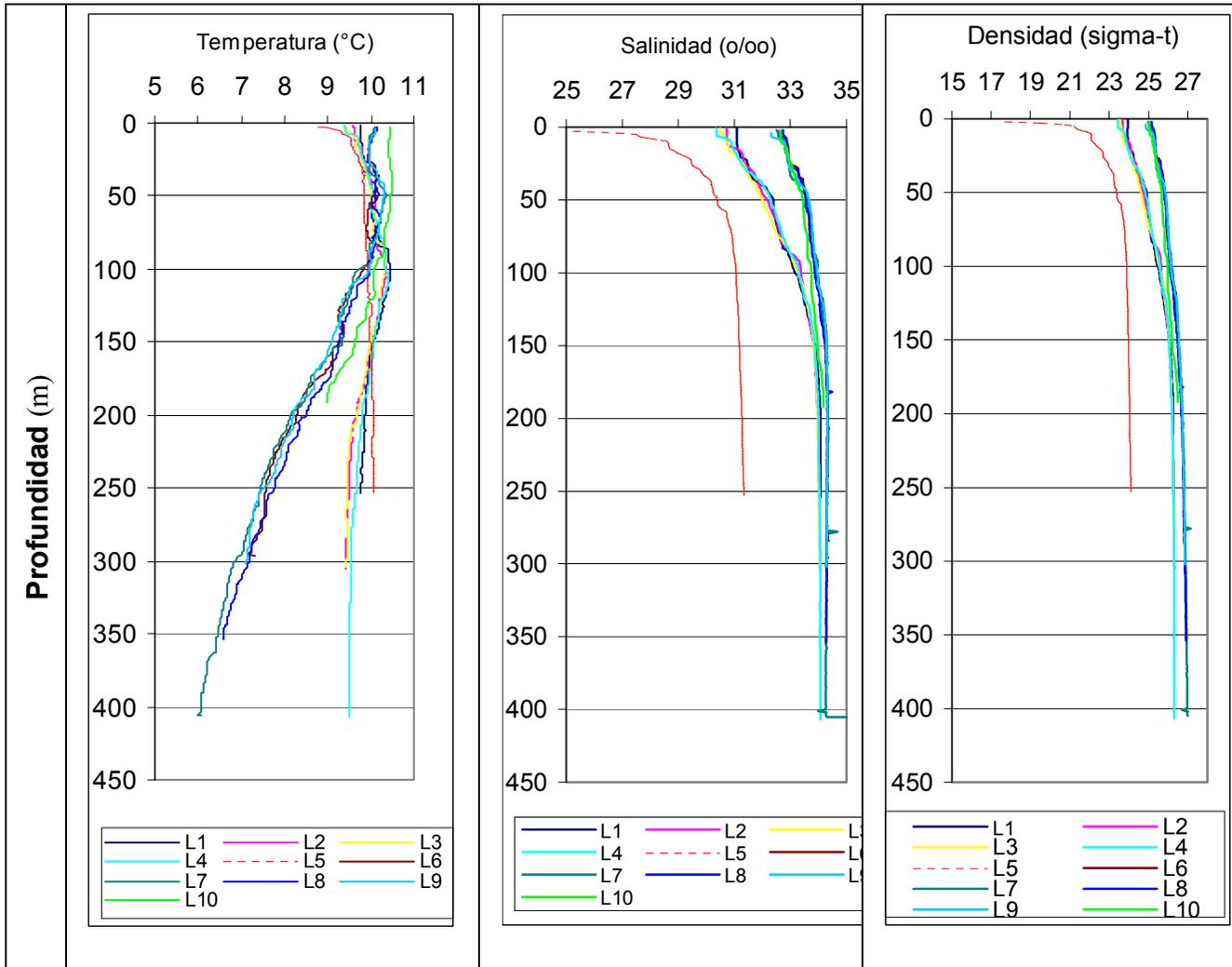


Figura 51. Perfiles verticales de distribución de la temperatura, salinidad y densidad en la zona de desarrollo de las mediciones.

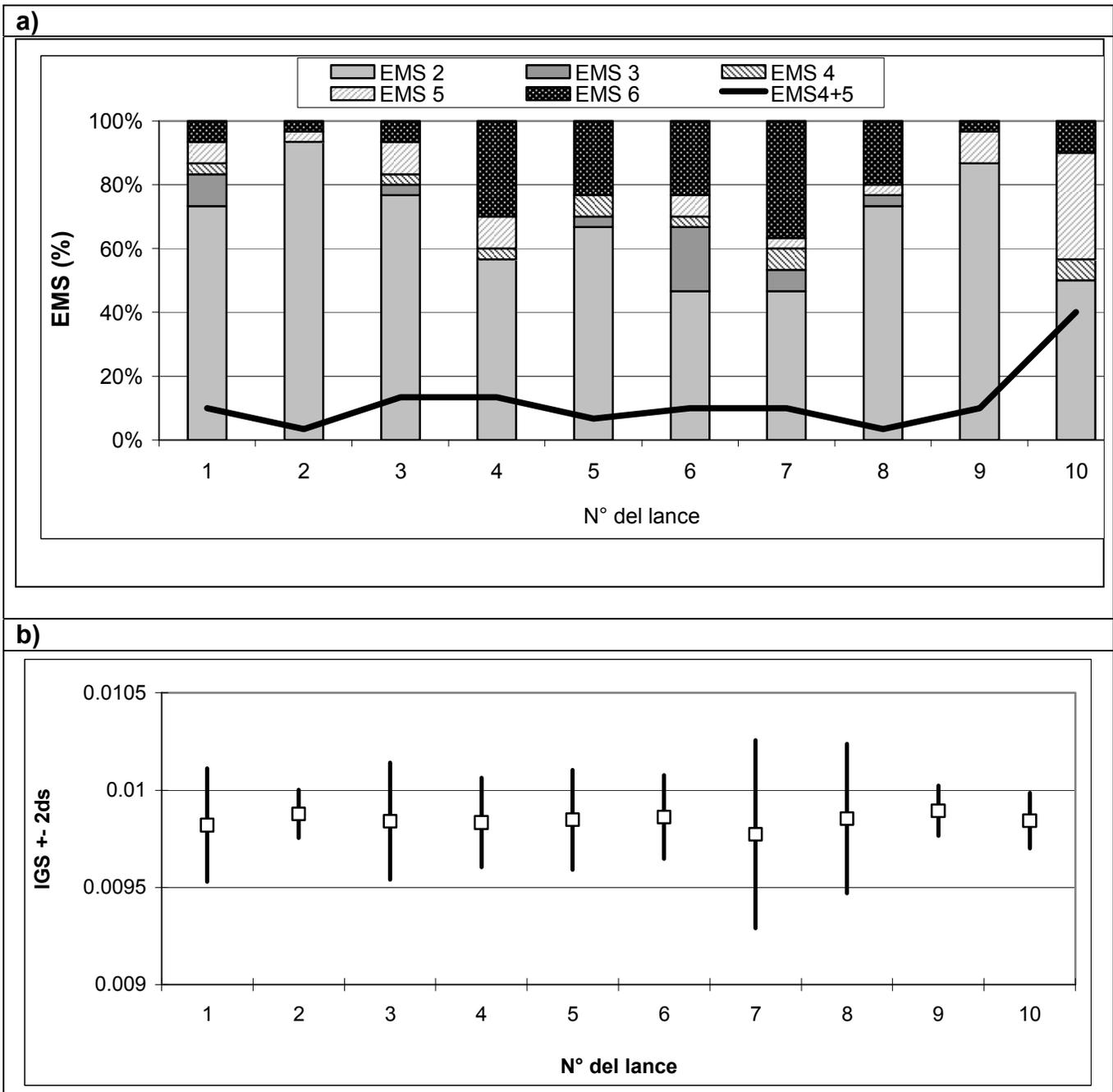
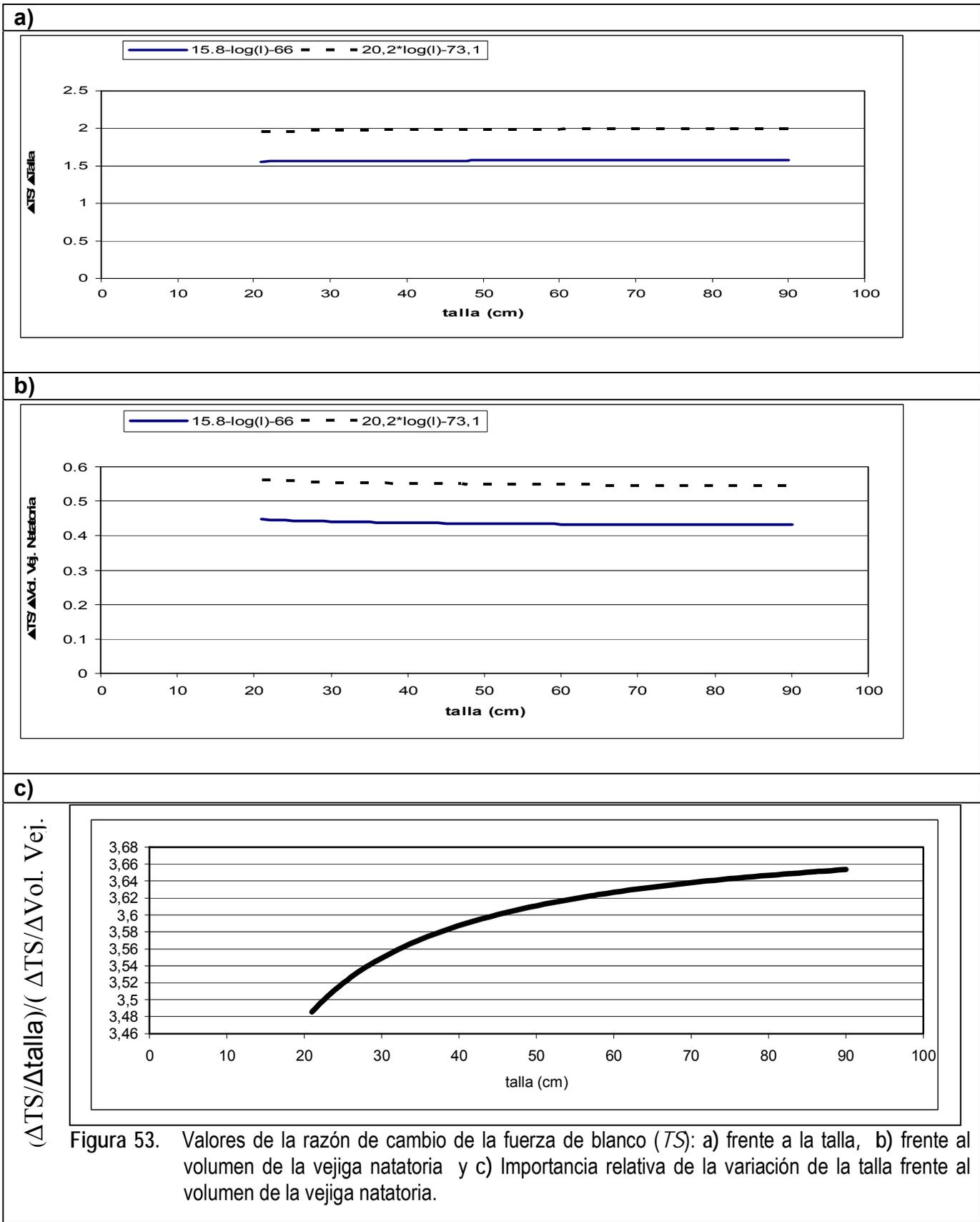


Figura 52. Distribución de los estadios de madurez sexual (EMS) e Índice gonadosomático de merluza de cola en los lances de pesca de identificación



T A B L A S

Tabla 1. Datos registrados por sistema acústico.

Ping_S	Número del primer ping detectado en el track o intervalo.
Ping_E	Número del ultimo ping detectado en el track.
Ping_M	Número del ping detectado en la mitad del track.
VL_mid	Velocidad media del buque durante el intervalo de detección.
Fecha_S	Fecha del inicio de la detección del primer ping.
Hora_S	Hora inicio detección del primer ping en el track.
Hora_E	Hora detección del ultimo ping en el track.
Lat_S	Latitud del primer ping detectado en el intervalo (grados).
Lon_S	Longitud del primer ping detectado en el intervalo (grados)
Lat_E	Latitud del ultimo ping detectado en el intervalo (grados).
Lon_E	Longitud del ultimo ping detectado en el intervalo (grados).
Lat_M	Latitud del ping detectado en el medio del intervalo.
Lon_M	Longitud del ping detectado en el medio del intervalo.
TS	Valor promedio del <i>TS</i> compensado de los blancos individuales en el intervalo detectado (Db ref a 1 m ²).
Profundidad	Valor promedio de la profundidad de los blancos individuales detectados en el intervalo (m).
Fondo	Valor promedio de la profundidad del fondo bajo cada blanco individual detectado en el intervalo (m).
Num_targe <i>TS</i>	Número de blancos individuales en el track.
Tiempo detección	Tiempo transcurrido entre el ultimo y el primer ping (s).
Dirección horizontal	Calculada como una línea recta entre el primer y ultimo blanco detectado en el track en el plano paralelo a la cara del transductor, con un rango que abarca entre 0° y 360°
Dirección vertical	Calculada como una línea recta entre el primer y ultimo blanco detectado en el track en el plano perpendicular a la cara del transductor, con un rango que abarca entre -90° y 90°, donde 0° indica una dirección paralela al transductor (es decir no hay dirección vertical), -90° describe una dirección directamente hacia abajo y 90° una dirección directamente hacia arriba

Tabla 2. Bitácora de los lances de pesca efectuados durante el crucero. a) Operacional y b) Capturas.

a) Operacional

Año	Mes	Día	Nº Lance	Hora Calado	Lat Inicio	Long Inicio	Hora Virado	Lat Término	Long Término	Estado mar	Direc viento	Fza. viento (m/s)	Hora	Rumbo	Vel. (nudos)	Prof. Fondo	Prof. Rel. Sup	Prof. Reg	Long. Cable	Altura Boca	T° Rel Sup	T° Sup.
2004	9	22	1	2101	4410.1	7323.8	2201	4413.6	7323.6	Rizada	315	09	2101	184	3.2	326	205	210	400	32	9.0	9.6
2004	9	23	2	1829	4439.4	7330.5	1930	4436.0	7330.7	Rizada	270	03	1829	007	3.2	357	225	230	450	33	8.2	9.3
2004	9	24	3	0702	4439.2	7330.4	0804	4435.9	7330.8	Rizada	045	03	0702	005	3.0	360	245	250	500	30	8.2	9.2
2004	9	24	4	1555	4424.0	7328.3	1655	4427.5	7328.9	Rizada	360	12	1555	175	3.4	495	250	255	550	30	8.4	9.4
2004	9	25	5	0632	4534.9	7332.3	0731	4531.9	7331.9	Rizada	360	06	0632	360	3.5	279	205	210	800	30	8.8	8.1
2004	9	26	6	0959	4516.7	7502.1	1059	4514.5	7503.9	Rizada	360	02	0959	005	3.0	441	310	315	600	30	7.2	9.8
2004	9	26	7	1309	4517.5	7506.1	1409	4514.4	7507.2	Rizada	360	03	1309	010	3.4	508	320	325	650	33	6.5	10.0
2004	9	26	8	1849	4517.9	7505.7	1956	4514.3	7506.3	Llana	310	01	1849	350	3.2	322	290	290	600	30	6.1	10.2
2004	9	27	9	0644	4514.1	7507.0	0755	4517.6	7505.6	Marejada	270	03	0645	173	3.1	409	264	270	550	30	6.0	9.9
2004	9	27	10	2350	4345.0	7439.2	0050	4345.0	7434.5	Marejada	225	07	2350	075	3.5	246	195	200	400	34	9.0	10.3

b) Capturas

LANCE	M SUR	M. COLA	M SUR	M. COLA	TOTAL (kg)	Peso		Número	
						% M SUR	% M COLA	% M SUR	% M COLA
	Kg.	Kg.	Nº	Nº					
1	18	462	13	1388	480	3.75	96.25	0.9	99.1
2	113	520	96	2974	633	17.85	82.15	3.1	96.9
3	76	725	66	2677	801	9.49	90.51	2.4	97.6
4	71	410	40	1038	481	14.76	85.24	3.7	96.3
5	189	18	339	50	207	91.30	8.70	87.1	12.9
6	220	352	49	471	572	38.46	61.54	9.4	90.6
7	297	410	76	458	707	42.01	57.99	14.2	85.8
8	342	232	93	429	574	59.58	40.42	17.8	82.2
9	136	252	31	477	388	35.05	64.95	6.1	93.9
10	28	588	11	1186	616	4.55	95.45	0.9	99.1
	1490	3969	814	11148	5459				

Tabla 3. Calibración del sistema de ecointegración Simrad EK500. B/C Abate Molina.

Lugar: Bahía de Puerto Ballena (21-09-2004)		Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 38 m		Profundidad de la esfera : 16 m		
2 way beam angle: -20,7 dB		Angle sensitivity: 21,9 dB		
3 dB angle: 7 °				
Ganancia TS (dB)		Ganancia SV (dB)		
Largo del cable 500 metros				
Profundidad (m)	Longitud de pulso (ms)		Longitud de pulso (ms)	
	0,3	1,0	0,3	1,0
5	24,1	24,5	24,1	24,4
200	23,3	23,4	23,1	23,1
300	23,4	23,1	23,0	22,8

Tabla 4. Valores estimados de la fuerza de blanco de merluza de cola (pulso medio).

Lance	Talla (cm)	Pulso medio (1,0 ms)		Pulso corto (0,6 ms)	
		TS (dB)	TS±2 desv. est.	TS (dB)	TS±2 desv. est.
1	41,3	-40,4	-40,0 : -40,8	-41,0	-40,5 : -41,6
2	38,2	-41,0	-40,3 : -41,7	-42,3	-41,6 : -42,7
3	38,4	-40,5	-40,0 : -41,0	-41,8	-41,4 : -42,2
4	41,3	-39,8	-39,2 : -40,4	-40,8	-39,3 : -40,3
5					
6	60,2	-37,0	-36,5 : -37,5	-39,9	-39,2 : -40,6
7	58,0	-36,0	-35,4 : -36,6	-38,2	-37,6 : -38,8
8	51,0	-38,8	-38,5 : -39,1	-40,8	-40,2 : -41,4
9	51,0	-40,1	-37,7 : -40,5	-41,5	-41,0 : -42,0
10	45,4	-40,3	-39,9 : -40,7	-40,1	-39,5 : - 40,6

Tabla 5. Valores promedio, máximo, mínimo, desviación estándar y número de observaciones para los descriptores de las marcas individuales de merluza de cola.

Variable	Promedio	± D.S.	Mínimo	Máximo	N° obs
TS (Db re m ²)	-38,26	0,12	-50,99	-29,01	3.815
Velocidad (m/s)	0,50	0,31	0,06	2,97	3.815
Dirección vertical (°)	-1,60	17,37	-90,00	85,50	3.815
Profundidad pez (m)	329,41	58,45	209,20	529,50	3.815

Tabla 6. Valores promedios y desviación estándar de los descriptores por rango de hora, de las marcas individuales de merluza de cola.

Hora	TS (Db re m ²)		Velocidad (m/s)		Dirección vertical (°)		Profundidad pez (m)	
	Prom.	± D.S.	Prom.	± D.S.	Prom.	± D.S.	Prom.	± D.S.
0	-37,64	0,81	0,39	0,19	1,43	8,98	330,37	22,86
1	-35,34	0,46	0,33	0,25	-0,51	11,76	315,43	16,38
2	-36,46	0,48	0,32	0,15	-0,19	19,59	321,41	16,77
3	-37,30	1,86	0,34	0,17	2,55	12,82	312,83	6,65
4	-34,83	0,39	0,31	0,20	-1,38	19,85	310,16	9,94
5	-34,51	0,59	0,32	0,21	3,20	17,29	309,83	9,08
7	-41,24	2,91	0,67	0,49	-5,61	23,68	451,16	11,18
8	-41,72	0,70	0,69	0,39	-2,34	10,90	455,30	12,60
9	-37,96	0,47	0,85	0,47	2,15	20,11	479,46	23,07
11	-41,12	0,44	0,42	0,19	-2,32	8,51	384,05	19,29
12	-40,32	0,50	0,53	0,32	-5,93	15,65	386,72	19,79
13	-39,05	0,34	0,43	0,17	-0,53	18,47	272,79	10,85
14	-39,53	1,17	0,47	0,17	-5,49	12,01	287,74	23,62
15	-41,67	0,31	0,64	0,38	-1,35	24,47	360,54	33,76
16	-42,15	0,30	0,61	0,34	-1,75	14,56	339,45	64,87
17	-39,85	0,33	0,64	0,29	-2,82	14,92	232,36	11,65
18	-40,58	0,33	0,53	0,19	-3,38	10,58	226,95	11,40
19	-41,24	0,35	0,61	0,36	-2,66	13,31	229,80	10,83
21	-39,77	0,68	0,43	0,19	-4,55	21,27	341,69	18,96
22	-37,84	0,32	0,39	0,16	-3,28	12,97	337,22	20,49
23	-37,07	0,31	0,47	0,26	-0,98	18,24	349,13	24,76

Tabla 7. Valores críticos y calculados en el test F de un factor para la comparación de valores medios de los descriptores por rango de hora, valores de MST (suma de cuadrados del tratamiento) y MSE (suma de cuadrados del error) para los descriptores de las marcas individuales de merluza de cola.

Variable	MST	MSE	F	Sig.	Fcritico
TS	1.096,08	30,34	36,13	0,00	1,57
Velocidad	3,43	0,08	44,03	0,00	1,57
Dirección vertical	554,96	300,42	1,85	0,01	1,57
Profundidad pez	459.337,76	1012,88	453,50	0,00	1,57

Tabla 8. Valores promedio, máximo, mínimo, desviación estándar y número de observaciones para los descriptores de las marcas individuales de merluza austral.

Variable	Promedio	± D.S.	Mínimo	Máximo	Nº obs
TS (Db re m ²)	-39,22	0,28	-51,00	-29,06	378
Velocidad (m/s)	0,66	0,49	0,11	2,52	378
Dirección vertical (°)	-0,78	7,05	-45,19	27,51	378
Profundidad pez (m)	312,80	64,28	218,00	438,30	378

Tabla 9. Valores promedios y desviación estándar de los descriptores por rango de hora, de las marcas individuales de merluza austral.

Hora	TS (Db re m ²)		Velocidad (m/s)		Dirección vertical (°)		Profundidad pez (m)	
	Prom.	± D.S.	Prom.	± D.S.	Prom.	± D.S.	Prom.	± D.S.
2	-38,87	0,33	0,35	0,20	1,75	5,59	280,16	9,72
3	-38,41	0,94	0,49	0,32	-0,37	6,72	285,10	6,17
4	-38,35	0,58	0,37	0,08	-1,37	6,07	266,50	9,29
8	-38,57	0,40	1,49	0,40	0,11	1,72	416,91	19,07
9	-38,45	0,94	1,24	0,28	0,20	2,30	411,32	18,58
10	-40,92	0,31	0,44	0,27	-1,62	9,65	279,73	27,64

Tabla 10. Valores críticos y calculados en el test F de un factor para la comparación de valores medios de los descriptores por rango de hora, valores de MST (suma de cuadrados del tratamiento) y MSE (suma de cuadrados del error) para los descriptores de las marcas individuales de merluza austral.

Variable	MST	MSE	F	Sig.	Fcritico
TS	186,62	32,17	5,80	0,00	2,24
Velocidad	12,87	0,07	192,74	0,00	2,24
Dirección vertical	75,65	49,32	1,53	0,18	2,24
Profundidad pez	281.402,61	405,48	694,00	0,00	2,24

Tabla 11. Datos merísticos y morfométricos de los ejemplares de merluza del sur. a) Machos y b) Hembras.

a) Machos.

Grupo LT (cm)	Especimen	LS	LC	LC/LS	Componentes Vejiga				Volumen Vejiga (mm ³)		
	N°	(cm)	(cm)		Longitud (mm)	Vértebra Inicio	Vértebra Final	N° vértebras	Mínimo	Llenado	Máximo
40 - 49	18	36,67	10,01	0,273	84,760	7	23	16	7. 498	6. 205	13. 703
40 - 49	27	40,60	11,76	0,290	92,900	8	24	16	6. 654	6. 148	12. 802
50 - 59	17	48,13	13,27	0,276	129,390	7	27	20	16. 482	8. 513	24. 995
51 - 59	28	51,20	13,85	0,271	115,180	8	24	16	14. 202	5. 443	19. 645
60 - 69	13	56,83	15,27	0,269	144,420	8	26	18	24. 896	11. 732	36. 628
70 - 79	2	67,53	18,30	0,271	186,830	7	26	19	49. 733	42. 613	92. 346
70 - 79	8	72,70	19,47	0,268	197,860	7	26	19	58. 457	61. 683	120. 140
80 - 89	12	73,37	20,43	0,278	206,480	7	26	19	44. 900	22. 546	67. 446
90 - 99	36	83,50	23,40	0,280	215,930	6	25	19	83. 932	154. 273	238. 205
			Promedio	0,275							
			Desv. est.	0,007							

b) Hembras

Grupo LT (cm)	Espeícimen	LS	LC	LC/LS	Componentes Vejiga				Volumen Vejiga (mm ³)		
	N°	(cm)	(cm)		Longitud (mm)	Vértebra Inicio	Vértebra Final	N° vértebras	Mínimo	Llenado	Máximo
40 - 49	21	43,43	12,13	0,279	107,530	8	26	18	10. 279	1. 332	11. 611
50 - 59	14	47,13	12,50	0,265	104,100	9	25	16	15. 654	16. 879	32. 533
60 - 69	11	53,77	15,17	0,282	130,690	9	27	18	20. 410	9. 788	30. 198
70 - 79	5	66,77	19,27	0,289	169,540	7	25	18	33. 468	25. 967	59. 435
80 - 89	6	74,87	21,50	0,287	192,700	7	26	19	70. 908	93. 430	164. 338
90 - 99	1	83,50	24,03	0,288	205,230	7	25	18	81. 892	101. 023	182. 915
100 - 109	16	94,17	27,60	0,293	255,840	6	25	19	133. 074	174. 193	307. 267
100 - 109	15	95,23	27,80	0,292	223,330	7	23	16	130. 885	70. 816	201. 701
			Promedio	0,284							
			Desv. est.	0,009							

Tabla 12. Datos merísticos y morfométricos de los ejemplares de merluza de Cola. a) Machos y b) Hembras.

a) Machos

Grupo LT (cm)	Especimen N°	LS (cm)	LC (cm)	LC/LS	Long Vejiga (mm)	Componentes Vejiga			Volumen Vejiga (mm ³)		
						Vértebra Inicio	Vértebra final	n vértebras	Mínimo	Llenado	Máximo
33 - 42	13	32,2	5,80	0,180	29,99	7	15	8	420	456	877
43 - 52	16	43,7	8,17	0,187	54,43	5	16	11	1.235	1.522	2.757
53 - 62	24	51,5	9,60	0,186	70,26	5	17	12	2.080	1.809	3.889
63 - 72	4	61,1	11,17	0,183	72,15	7	17	10	3.947	3.736	7.683
73 - 82	26	71,9	11,77	0,164	87,62	5	15	10	9.207	8.860	18.067
83 - 92	18	78,6	13,87	0,176	98,65	5	15	10	10.996	9.499	20.495
			Promedio	0,179							
			Desv. Est.	0,009							

b) Hembras.

Grupo LT (cm)	Especimen N°	LS	LC	LC/LS	Long Vejiga	Vejiga			Volumen Vejiga (mm ³)		
						Vértebra Inicio	Vértebra Final	n vértebras	Mínimo	Llenado	Máximo
33 - 42	10	36,50	6,70	0,184	35,540	5	14	9	850	768	1.618
43 - 52	9	39,90	7,50	0,188	45,020	6	16	10	900	955	1.855
53 - 62	8	49,60	9,40	0,190	46,560	6	14	8	1.222	1.283	2.505
63 - 72	22	63,07	10,87	0,172	86,690	6	18	12	6.839	6.559	13.397
73 - 82	7	73,00	12,67	0,174	88,730	5	15	10	8.966	5.940	14.906
83 - 92	1	80,77	13,80	0,171	83,050	5	13	8	8.504	8.815	17.319
93 -	29	89,90	15,30	0,170	140,160	4	18	14	38.671	38.386	77.057
			Promedio	0,178							
			Desv. Est.	0,008							

ANEXOS

A N E X O 1

REPORT ON MERLUZA DEL SUR AND MERLUZA DEL COLA TARGET STRENGTH RESEARCH

G. Macaulay- NIWA



Report on merluza del sur and merluza de cola target strength research

Carried out by IFOP under contract to FIP project 2003-34

Gavin Macaulay

NIWA

6 May 2005

1.1 Introduction

IFOP collected in-situ target strength data from dispersed aggregations of merluza del sur and merluza del cola in September 2004 in southern Chilean waters. A total of ten target strength experiments were conducted, each consisting of several target strength datasets and one trawl.

Swimbladder casts were taken from merluza del cola and merluza del sur. They were sectioned and estimates of swimbladder volume calculated.

I participated in the final analysis of the target strength data and presentation of the project from 3 to 6 May 2005. This report contains comments and suggestions about the project's methods and results.

1.2 In-situ data

1.2.1 Description

IFOP purchased and constructed equipment to conduct in-situ target strength measurements at depth, consisting of a Simrad ES38DD transducer mounted in a cage connected via a 500 m cable to the echosounder electronics installed on the ship. Data were collected from a drifting ship with the equipment lowered vertically over the fish of interest. This arrangement gave excellent acoustic data and does not appear to have any of the noise problems that can occur with long cable lengths. The transducer appears to be stable in pitch and roll (noted from the echogram), although no measurements were taken. A calibration sphere was suspended below the transducer for some of the experiments and corrections for varying transducer performance at depth were applied to the data during processing.



Echoes from single fish targets were extracted using the fish tracking algorithms in Sonardata's Echoview.

Target identification information was collecting using trawls. The catch was weighed and length frequency data for the catch collected.

1.2.2 Comments

- The echosounder calibration varies with water temperature and density, as well as pressure. I suggest that the calibration sphere be suspended below the transducer for all experiments so as to obtain a continuous measure of the system calibration.
- The fish track analysis tool in Echoview yields good results, but doesn't allow the output of all of the echoes that were part of a fish track. However, this information is essential for producing correct target strength distributions and must be obtained otherwise. As part of the data analysis I wrote some Matlab code that read in the Echoview region definition and single target files and filtered the single targets to keep just those that were within the regions. I can make this software available to IFOP if required.
- Some analysis of the properties of the fish tracks was carried out, based on the operations available in Echoview. Many of these rely on the transducer not rotating (i.e., no yaw). The fin on the transducer cage should reduce the amount of yaw, but any yaw will bias the fish track properties calculated by Echoview.
- One trawl was done per target strength experiment. To obtain an estimate of the variability of the species composition it would be helpful to conduct two or more tows. A consistent species composition from multiple tows would allow for increased confidence in the target strength values obtained from each experiment.

1.3 *Swimbladder casts*

1.3.1 Description

Swimbladder casts were taken by injecting the swimbladders of the fish with a coloured gel. Once set, the casts were sliced at each vertebra and the sections digitised and the area calculated. These areas were multiplied by the slice thickness to give an estimate of the cast, and hence swimbladder, volume.

1.3.2 Comments

- The method appears to work well, although the resulting volumes were much smaller than for New Zealand hoki (it is not being implied that either results are incorrect, just that on first inspection, one would expect the volumes to be similar given that the fish are of similar weight for a given length and while not the same species, they are physically similar).



- One area of concern is the dimensional stability of the gel that was used – early work in New Zealand used plaster of paris (gypsum) until casts from this material were found to change size in relation to air humidity levels. A simple experiment with samples of the gel would answer this concern (i.e., create shapes with a known volume of gel and measure the volume as a function of time and environmental conditions – perhaps temperature, pressure, and humidity).
- A total of 17 casts were taken from merluza del sur and 13 from merluza del cola. The experience with swimbladder casts in New Zealand is that the volume can vary considerably from fish of the same length. For this reason a larger number of casts will be required to obtain a statistically robust relationship between fish length and swimbladder volume. At least 30 casts for each species would be the minimum.
- The value of the swimbladder work would be improved if the swimbladder cast data were used to estimate target strength.
- The weight of the fish used in the study was not included in the report. This information can be of use when interpreting the swimbladder volume results.

1.4 Conclusions & Recommendations

The in-situ target strength data collection was well done. The swimbladder volume estimation was also well done, but I have a concern about the dimensional stability of the gel used to create the casts

Attention to the following items would improve the work:

- Measure the pitch, roll, and yaw of the transducer during the experiments.
- Conduct multiple tows for each experiment.
- Collect and process more swimbladder casts to obtain a more robust length to swimbladder volume estimate.
- Use swimbladder cast data to calculate target strength and compare to the in-situ results.
- Record the weight of the fish used for the swimbladder casts.

A N E X O 2

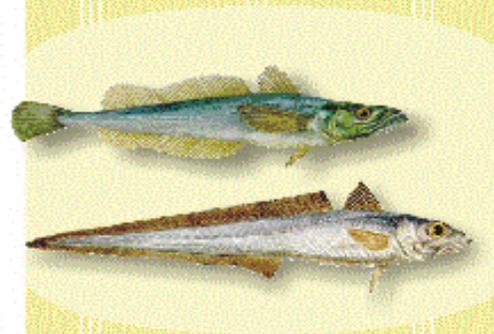
TALLERES



TALLER

FIP 2004-07

**Evaluaci3n
acústica
merluza del sur y
merluza de cola**



**Auditorium IFOP
16 diciembre, 2004**



Proyecto FIP 2003-34: “Estimaci3n de la fuerza del blanco (TS) de merluza del sur y merluza de cola”

Taller Presentaci3n Proyecto 25 de junio del 2004

Nombre	Instituci3n
Roberto Bahamonde	IFOP
M. Angela Barbieri	IFOP
Jorge Castillo	IFOP
Jos3 C3rdova	IFOP
Bernardo Leiva	IFOP
Sergio Lillo	IFOP
Manuel Rojas	IFOP
Alvaro Saavedra	IFOP

Taller Presentaci3n Proyecto 11 de agosto del 2004

Nombre	Instituci3n
Rub3n Pinochet	Secretario Ejecutivo FIP
Erika Silva	CONA
Dario Rivas	Subsecretar3a de Pesca
Marcelo Garc3a	Subsecretar3a de Pesca
Dante Queirolo	UCV
Renato C3spedes	IFOP
Hern3n Miranda	IFOP
Jorge Far3as	IFOP
Ignacio Pay3	IFOP
M. Angela Barbieri	IFOP
Sergio Lillo	IFOP
Alvaro Saavedra	IFOP



Conferencia dictada por Dra Anne Lebourges-Dhaussy, 25 de enero del 2005

Nombre	Instituci3n
Hern3n Miranda	IFOP
Ignacio Pay3	IFOP
M. Angela Barbieri	IFOP
Sergio Lillo	IFOP
Jos3 C3rdova	IFOP
Rodrigo Vega	IFOP
Milena Pizarro	IFOP
Vivian Valenzuela	IFOP
Gabriela Bohm	IFOP
Lorena Alvarez	UCV
Francisco Leiva	UCV
Alejandra Ordenes	UCV

Taller Presentaci3n Resultados 5 de mayo del 2005

Nombre	Instituci3n
Gavin Macaulay	NIWA- Nueva Zelandia
H3ctor Bacigalupo	Consejero CIP
Luis Pichott	Consejero CIP
Rub3n Pinochet	Secretario Ejecutivo FIP
H3ctor Torruella	Empresa de Desarrollo Pesquero
Erika Silva	CONA
Cecilia Cancino	Consultor - UCV
Francisco Flores	Consultor - UCV
Sergio Avil3s	IFOP
Hern3n Miranda	IFOP
M. Angela Barbieri	IFOP
Sergio Lillo	IFOP
Manuel Rojas	IFOP
Alvaro Saavedra	IFOP

A N E X O 3

PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (HH) POR OBJETIVO

FIP 2003-34



PLAN DETALLADO DE ASIGNACI3N DE PERSONAL PROFESIONAL Y T3CNICO (HH) POR OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Puesta en marcha	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboraci3n de Informe	
Sergio Lillo V.	50	265	160	93	568
María Angela Barbieri B.	23	97	131	54	305
Anne Lebourges-Dhaussy	0	95	69	12	176
Jorge Castillo P.	18	78	139	40	275
Alvaro Saavedra G.	0	96	57	24	177
Marcos Espejo V.	72	209	131	58	470
Gavin Macaulay	0	0	48	0	48
Hernán Miranda	12	68	46	30	156
José C3rdova M.	24	112	42	20	198
Cecilia Cancino A.	0	160	75	64	299
Francisco Flores A.	0	60	0	0	60
Manuel Rojas G.	60	239	76	24	399
Roberto Bahamonde F.	0	15	0	0	15
Luis Contreras C.	0	135	0	0	135
Oscar Ñancul P.	0	135	0	0	135
	259	1764	974	419	3416



PLAN DE ASIGNACION DE PERSONA (HH) OBJETIVO 3.1

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Puesta en marcha	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboraci3n de Informe	
Sergio Lillo V.	20	45	45	25	135
María Angela Barbieri B.	15	25	30	20	90
Anne Lebourges-Dhaussy			14	0	14
Jorge Castillo P.		30	30	25	85
Alvaro Saavedra G.			15	25	40
Marcos Espejo V.	36				36
Gavin Macaulay			48		48
Hernán Miranda	12	24	12	12	60
José C3rdova M.	24	84	24	12	144
Cecilia Cancino A.					0
Francisco Flores A.					0
Manuel Rojas G.	36	48	40	10	134
Roberto Bahamonde F.					0
Luis Contreras C.					0
Oscar Ñancul P.					0
	143	256	258	129	786



PLAN DE ASIGNACION DE PERSONA (HH) OBJETIVO 3.2

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Puesta en marcha	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboraci3n de Informe	
Sergio Lillo V.	24	190	95	60	369
María Angela Barbieri B.	8	100	57	27	192
Anne Lebourges-Dhaussy		40	35		75
Jorge Castillo P.	15	48	30	15	108
Alvaro Saavedra G.	15	135	40	25	215
Marcos Espejo V.	30				30
Gavin Macaulay					0
Hernán Miranda		32	28	18	78
José C3rdova M.		81	60	10	151
Cecilia Cancino A.					0
Francisco Flores A.					0
Manuel Rojas G.	24	105	28		157
Roberto Bahamonde F.			23		23
Luis Contreras C.		135			135
Oscar Nancul P.		135			135
	116	1001	396	155	1668



PLAN DE ASIGNACION DE PERSONA (HH) OBJETIVO 3.3

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Puesta en marcha	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboración de Informe	
Sergio Lillo V.					0
María Angela Barbieri B.			18	8	26
Anne Lebourges-Dhaussy					0
Jorge Castillo P.			35	8	43
Alvaro Saavedra G.		24	15	12	51
Marcos Espejo V.					0
Gavin Macaulay					0
Hernán Miranda					0
José Córdova M.					0
Cecilia Cancino A.					0
Francisco Flores A.					0
Manuel Rojas G.		48			48
Roberto Bahamonde F.		24			24
Luis Contreras C.					0
Oscar Ñancul P.					0
	0	96	68	28	192



PLAN DE ASIGNACION DE PERSONA (HH) OBJETIVO 3.4

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Puesta en marcha	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboraci3n de Informe	
Sergio Lillo V.		32	20	8	60
María Angela Barbieri B.			40		40
Anne Lebourges-Dhaussy					0
Jorge Castillo P.			40		40
Alvaro Saavedra G.		60	18	18	96
Marcos Espejo V.					0
Gavin Macaulay					0
Hernán Miranda		20	18	8	46
José C3rdova M.		42	12		54
Cecilia Cancino A.		160	75	64	299
Francisco Flores A.		75			75
Manuel Rojas G.		48	24	12	84
Roberto Bahamonde F.					0
Luis Contreras C.					0
Oscar Ñancul P.					0
	0	437	247	110	794

A N E X O 4

**ARCHIVO DIGITAL
INFORME FINAL FIP 2003-34
(PDF)**

2003-34

FONDO INVESTIGACION PESQUERA



INFORME FINAL

FIP N° 2003-34

ANEXO 4

**Estimaciones *in situ* de la
fuerza de blanco (TS) de
merluza del sur y
merluza de cola**

Septiembre, 2005



**Sección Documentación,
Difusión y Bibliotecas**

**IFOP
Valparaíso
Chile**