



INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza de tres aletas, año 2012

FIP N° 2012-08 / Agosto 2013



INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del stock desovante de
merluza de tres aletas, año 2012

FIP N° 2012-08 / Agosto, 2013

REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
Presidente Consejo de Investigación Pesquera
Pablo Galilea Carrillo

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera
Jorge Castillo Pizarro

Director Ejecutivo
José Luis Blanco García

JEFE DE PROYECTO

Álvaro Saavedra Godoy



FIP N° 2012-08 / Agosto, 2013

AUTORES

Evaluación hidroacústica biomasa, abundancia, distribución espacial y batimétrica y análisis agregaciones
Álvaro Saavedra G.

Análisis geoestadístico
Carolina Lang A.

Composición de talla; edad y reproducción sexual;
referido a distribución espacial y batimétrica
Renato Céspedes M.
Vilma Ojeda C.
Luis Adasme M.

Índice gonadosomático, estadios de madurez
macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad
Eduardo Díaz R.

Importancia relativa fauna acompañante
René Vargas S.

Ítems alimentarios de merluza de tres aletas
Roberto Meléndez C.



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los estimados de biomasa y abundancia de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), estructura de talla y edad, estadios de madurez sexual macroscópica y la distribución espacial durante agosto de 2012, en el marco del proyecto financiado por el Fondo de Investigación Pesquera FIP N° 2012-08 “Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2012”.

Se realizó un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del B/H “Friosur VIII” entre el 15 y el 28 de agosto de 2012, el cual tuvo dos etapas. La primera, denominada “Prospección Normal”, que se realizó entre las latitudes 46°45’LS y el 51°00’LS (52 transectas) entre el 15 y 25 de agosto, en la que no se detectó el foco principal de desove y, la segunda, denominada “Re-prospección”, la que se ejecutó en base a información recibida del B/F “Unión Sur” al terminar la Prospección Normal, que indicaba que el stock desovante se encontraría en el borde norte del área de estudio. Esta Re-prospección, se realizó entre el 27 y 28 de agosto en la zona de distribución del stock desovante (46°55’LS - 47°15’ LS, 5 transectas).

En toda el área de estudio y durante el período de prospección normal y de Re-prospección se realizaron un total de 30 lances de identificación con red de mediagua.

En el transcurso de la Re-prospección el recurso fue detectado en altas concentraciones principalmente hacia el límite norte del área, asociada al borde de la plataforma y talud continental resultando el centro de gravedad (CG) en la latitud 47°14’S, valor que se ubica históricamente más al norte que todas las prospecciones



realizadas. Esta alta concentración en el sector norte del área de estudio se representa en el índice de Gini de 0,98.

El estimado de biomasa de la prospección normal (sin detección del foco de desove) alcanzó las 14.265 toneladas (12.158 - 16.371 toneladas) y de abundancia fue de 25,74 millones de individuos (20,15 - 31,33 millones).

El estimado de biomasa de la zona de re-prospección alcanzó las 82.107 toneladas con un intervalo de confianza entre las 55.814 y 108.400 toneladas (CV=19,4%), mientras que el estimado preliminar de abundancia alcanzó los 116,4 millones de individuos con un intervalo de confianza entre los 77,6 y 155,2 millones de ejemplares.

En base a supuestos y argumentos que son discutidos en el presente Informe referidos a considerar la biomasa de la zona más al sur como complemento de la biomasa estimada en la zona de re-prospección, se podría inferir una biomasa presente en el área de estudio de 87.759 toneladas con un intervalo de confianza que abarcaría desde las 61.404 a 114.114 toneladas (CV=18,2%) y una abundancia preliminar de 128,68 millones de individuos con un intervalo de confianza que abarcaría entre los 89,54 y 167,82 millones de individuos (CV=18,4%).

El muestreo de talla de merluza de tres aletas se basó en el registró en 3.874 individuos, compuesto de 2.324 machos y 1.550 hembras. La estructura de talla registrada en el área y período de estudio fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 46 cm, con predominio de las hembras (57%) respecto de los machos, y escasa presencia de juveniles (1,6% < 35 cm). La estructura de talla del año 2012 registró dos modas adultas. Una moda



principal de tallas adultas de menor tamaño entre 36-45 cm y, otra moda secundaria, de tallas mayores entre los 48 y 63 centímetros.

En los años de estudio 2007 a 2012 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 35% en el 2012) y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 65% en el 2012). La fracción adulta migratoria entre 50-65 cm registró un atraso en su foco de concentración reproductiva hacia fin de mes y en un área reducida por el lado norte del área de estudio (área Taitao). En los once años de investigación, la estructura de talla de merluza de tres aletas en el área y período de desove es principalmente adulta, confirmándose en cada uno de los años la presencia de la fracción adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.

Las funciones peso- longitud en el 2012, mostraron que el peso de los ejemplares estuvo en el rango superior de los registrados cuando está en época de pleno desove.

El rango de edades observado abarca desde la edad 2 a 24 años, acentuándose la presencia de peces de Grupo Edad (GE) jóvenes. Si se observa respecto de la estructura etaria de hace una década atrás queda en evidencia un stock desovante deteriorado.

En el año 2012, los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock de merluza de tres aletas, que conforman sobre el 70% del stock, correspondieron en machos a los GE IV a X y en hembras a los grupos entre GE IV a XII. Destacó en machos y hembras, un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en el GE IV, correspondiente a una talla promedio de 39-40 cm y una moda secundaria que se localiza en la fracción más



adulta en el GE VIII en machos y GE VIII y X en hembras, con tallas promedio entre 48 y 52 centímetros.

El grupo de edad en que el 50% de los ejemplares está maduro se presentó en 2,6 años en machos y 3,6 años en hembras, lo que equivale a tallas medias de 33,5 cm y 38,1 cm en machos y hembras, respectivamente.

El análisis de los indicadores señaló que la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo de un proceso reproductivo, principalmente en estado de madurez avanzada y bajo aporte al desove durante la primera etapa de prospección (“Prospección Normal”), mientras que en la re-prospección de la Zona 1, las hembras presentaron importante actividad de desove.

Los estimados de la talla media de madurez sexual y de fecundidad total se mantuvieron en la tendencia de registros de evaluaciones anteriores.

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 30 lances de pesca de identificación, de los cuales, 27 (90%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 28 (93,3%) y 18 (60%) lances de identificación, respectivamente.

Los resultados del contenido estomacal de la merluza de tres aletas indican una alimentación ictiófaga, especialmente depredando sobre peces Myctophidae y crustáceos pelágicos, principalmente Euphausiidae. No se encontraron diferencias significativas en la composición de la dieta entre machos y hembras de la merluza de tres aletas para toda el área y periodo estudiado. La alimentación de la merluza de tres aletas se considera como del tipo eurífaga.



EXECUTIVE SUMMARY

The results of preliminary estimates of biomass and abundance of southern blue whiting (*Micromesistius australis*), as well as size and age structure, macroscopic sexual maturity stages and spatial distribution during August 2012 are presented here, within the framework of the project financed by the Fisheries Research Fund (Fondo de Investigación Pesquera) FIP Project 2012-08 “Hydroacoustic assessment of the spawning stock of southern blue whiting, 2012”.

Hydroacoustic survey cruises were carried out on board the B/H “Friosur VIII” between the 15 and the 28 of August 2012, and took place in two stages. The first was known as the “Normal Survey” between latitudes 46°45’LS and 51°00’LS (52 transects) between the 15 and 25 August, during which the principal spawning focus was not detected. The second stage, known as “Re-survey”, was carried out based on information received from the B/F “Unión Sur” at the end of the Normal Survey, and which indicated that the spawning stock was located along the northern border of the study area. This Re-survey was carried out between the 27 and 28 August in the distribution area of the spawning stock (46°55’LS - 47°15’ LS, 5 transects).

Throughout the study area and during the Normal Survey and Re-survey study periods, a total of 30 identification trawl hauls were carried out with midwater nets.

During the Re-survey period, the resource was detected in high concentrations mainly towards the northern limit of the study area, associated with the edge of the continental shelf and drop-off, with a centre of gravity (CG) at latitude 47°14’S. This



lies further north than surveys from previous years. This high concentration in the northern sector of the study area has a Gini Index of 0.98.

The biomass estimate from the Normal Survey (without detection of the spawning focus) reached 14,265 t (12,158 – 16,371 t) and the abundance was 25.74 million individuals (20.15 – 31.33 million).

The biomass estimate in the Re-survey zone reached 82,107 t with a confidence interval of 55,814 – 108,400 t (CV=19.4%), while the preliminary estimate was 116.4 million individuals with a confidence interval of 77.6 – 155.2 million individuals.

Based on assumptions and arguments discussed in this report, the biomass in the southern area was considered complementary to the biomass in the Re-survey zone. Thus, the available biomass in the study area is inferred at 87,759 t with a confidence interval of 61,404 – 114,114 t (CV=18.2%) and a preliminary abundance of 128.68 million individuals with a confidence interval of 89.54 – 167.82 million individuals (CV=18.4%).

The size sampling of southern blue whiting was based on 3,874 individuals, made up of 2,324 males and 1,550 females. The size structure registered in the area and during the study period was mainly composed of adult individuals, with an average adult size of 46 cm, with the predominance of females (57%) and scarce presence of juveniles (1.6% < 35 cm). The size structure for 2012 registered two adult modes: a principal mode of smaller adult sizes of 36-45 cm and a secondary mode of larger adults between 48 and 63 cm.

Between 2007 and 2012 there has been a gradual decrease in the presence of migratory adults above 50 cm (75% in 2007, 35% in 2012) and a gradual increase



in smaller adults of 34-49 cm (24% in 2007; 65% in 2012). The migratory adult fraction between 50 and 65 cm displayed a delay in their reproductive concentration focus towards the end of the month and covered a more reduced area in the north of the study area (Taitao). During the eleven years of research, the size structure of southern blue whiting during the spawning season has been mostly adult; each year the migratory adult fraction (50 - 65 cm) that participates in the spawning process.

The weight-length function in 2012 revealed that the weight of individuals was within the upper range of records from the spawning season.

The age range observed was between 2 and 24 years, highlighting the presence of young age groups (GE). Compared with the age structure recorded a decade ago, the spawning stock now appears deteriorated.

In 2012, older age groups made up most of the stock structure, i.e. 70%, made up of males of GE IV to X, and females of GE IV to XII. In males and females, there was a strong component of young adults represented by a principal mode at GE IV, corresponding to an average size of 39-40 cm and a secondary mode of older adults, at GE VIII in males and GE VIII and X in females, with averages sizes between 48 and 52 cm.

The size groups in which 50% of individuals were mature was 2.6 years in males and 3.6 years in females, which is equivalent to average sizes of 33.5 cm and 38.1 cm in males and females, respectively.

The analysis of reproductive indicators revealed that southern blue whiting was mostly undergoing reproductive development, mostly in advanced maturity stages with a low contribution to spawning during the first stage of the survey ("Normal



Survey”). In contrast, during the Re-survey in Zone 1, females displayed important spawning activity.

The estimated average size at sexual maturity and total fecundity remained within the trend from previous assessments.

During the cruise a total of 30 identification trawl hauls were completed, of which 27 (90%) had positive southern blue whiting catches. Long tail hake was caught in 28 trawls (93.3%) and southern hake in 18 trawls (60%).

The results of stomach content analysis of southern blue whiting indicated an ichthyophagous diet, especially composed of Myctophid fish and crustaceans, mainly Euphausiidae. There were no differences between the diet compositions of males and females for the study area and period. Southern blue whiting diet is classified as euryphagic.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO (Español e Inglés).....	i
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxiv
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA.....	9
4.1 Área y período de estudio	9
4.2 Equipos	10
4.2.1 Embarcación	10
4.2.2 Sistema de eointegración	10
4.2.3 Redes de pesca	11
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas	12
4.3.1 Diseño de muestreo	12
4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas	13
4.3.3 Información acústica	15
4.3.4 Relación TS utilizada, validación de la estructura de tallas y coeficiente de eointegración	16
4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)	20
4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	23
4.3.7 Estimación del Coeficiente de variación (CV)	27
4.3.8 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas	27
4.3.9 Fuentes de incertidumbre	30
4.4 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica	33
4.4.1 Muestreo a bordo	33



4.4.2	Composici3n de tallas y proporci3n sexual	33
4.4.3	Estructura de edades del stock	36
4.5	Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n	42
4.5.1	Trabajo a bordo, toma y fijaci3n de muestras	42
4.5.2	Procesamiento de muestras	43
4.5.3	Estimaci3n de Indicadores reproductivos	44
4.5.4	Estimaci3n de la ojiva de madurez	46
4.5.5	Estimaci3n de la fecundidad	48
4.6	Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas, en el 3rea y per3odo de estudio	50
4.6.1	Proporci3n de captura	50
4.6.2	An3lisis de los datos	53
4.6.3	An3lisis comunitario	53
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio	56
4.7.1	Descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a	58
4.7.2	An3lisis de los datos	61
4.8	Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio	62
4.8.1	Muestreo a bordo	62
4.8.2	Procesamiento de las muestras en laboratorio	63
4.8.3	An3lisis de los datos	64
5.	RESULTADOS	66
5.1	Calibraci3n del sistema de eointegraci3n	66
5.1.1	Lances de pesca	66
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio	66
5.2.1	Desarrollo del crucero	66
5.2.2	Validaci3n de la estructura de tallas	67
5.2.3	Biomasa y abundancia	69
5.2.4	Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas	71
5.2.5	Evaluaci3n de fuentes de error	74
5.3	Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica	75



5.3.1	Composición de tallas y proporción sexual	75
5.3.2	Estructura de edades del stock	78
5.3.3	Relaciones peso – longitud	80
5.3.4	Abundancia por grupos de edad	81
5.3.5	Serie histórica	82
5.3.6	Edad y estados de madurez	86
5.3.7	Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica	88
5.4	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación	90
5.4.1	Índice gonadosomático	90
5.4.2	Análisis macroscópico	92
5.4.3	Análisis microscópico	93
5.4.4	Ojiva de madurez	97
5.4.5	Fecundidad	98
5.5	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio	98
5.5.1	Proporción de captura	99
5.5.2	Identificación de agrupaciones para el crucero 2012	102
5.5.3	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012	103
5.5.4	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012, analizada por zona	105
5.5.5	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012, analizada por veril	107
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio	109
5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas	109
5.6.2	Descriptores según zona	110
5.6.3	Descriptores según rango de fondo	112
5.6.4	Descriptores según pendiente del fondo	113
5.6.5	Resultados análisis componentes principales	115
5.6.6	Resultados serie histórica	116
5.6.7	ACP serie histórica	117
5.7	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio	118
5.7.1	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> en el espacio y tiempo estudiado	119
5.7.2	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por sexo	120
5.7.3	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por tallas	121
5.7.4	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por área de estudio	122
5.7.5	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por profundidad en el área total	123



5.8	Taller de difusi3n y discusi3n metodol3gica	124
6.	AN3LISIS DE LOS RESULTADOS	134
7.	CONCLUSIONES.....	148
8.	REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS.....	152

TABLAS

FIGURAS

ANEXOS:

- Anexo 1.** Resoluci3n Pesca de Investigaci3n N^o 2.128.
- Anexo 2.** Personal participante por actividad y objetivo espec3fico.
- Anexo 3 y 4.** Presentaciones y asistencia Taller de difusi3n y discusi3n metodol3gica y Videos de actividades de pesca de investigaci3n. (en CD).
- Anexo 5.** Base de datos FIP N^o 2012-08 (en CD).



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.
- Tabla 2.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.
- Tabla 3.** Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).
- Tabla 4.** Calibración del sistema de eointegración ER60. B/H Friosur VIII.
- Tabla 5.** Posición y captura lances de identificación merluza de tres aletas, Agosto 2012
- Tabla 6.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, para los dos grupos de lances identificados.
- Tabla 7.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, del grupo 1.
- Tabla 8.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, del grupo 2.
- Tabla 9.** Estimados de Biomasa y abundancia para el total de zona 1, 2 y 3 (crucero operación normal) según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012
- Tabla 10.** Estimados de Biomasa y abundancia para la zona de Re-prospección según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012
- Tabla 11.** Estimados de Biomasa y abundancia para las Zonas 1, 2, 3, Zona R , Zona R + Zonas 2-3 y Zona R + Zona 3 según método Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012



- Tabla 12.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona 1
- Tabla 13.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona 2
- Tabla 14.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona 3
- Tabla 15.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zonas 1, 2 y 3
- Tabla 16.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R
- Tabla 17.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R + Zona 2 y 3
- Tabla 18.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R + Zona 3
- Tabla 19.** Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluación agosto del 2012
- Tabla 20.** Parámetros de correlación espacial variograma omnidireccional.
- Tabla 21.** Estimados de biomasa en las cuatro zonas analizadas mediante el método de simulación de Montecarlo
- Tabla 22.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, zona 3 + zona R, crucero 2012, (Abundancia total machos= 77.999.763; machos zona 3 = 7.977.696, machos zona R=70.022.067)
- Tabla 23.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, zona 3 + zona R, crucero 2012, (Abundancia total hembras = 50.679.147; hembras zona 3 = 4.302.510, hembras zona R=46.376.636).
- Tabla 24.** Número de individuos por grupo de edad, desviación estándar (sd) y coeficiente de variación (CV) de merluza de tres aletas por sexo y proporción de ambos. Crucero de evaluación 2012.



- Tabla 25.** Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de tres aletas; por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.
- Tabla 26.** Clasificación de merluzas de tres aletas en estado gonadal maduros e inmaduros mediante observación macroscópica y microscópica (histológica) de sus gónadas. El achurado en gris representa las coincidencias totales entre ambas técnicas.
- Tabla 27.** Valor medio del Índice Gonadosomático por sexo, para todas las tallas y > 35 cm LT, de merluza de tres aletas en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.
- Tabla 28.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez por sexos y áreas prospectadas.
- Tabla 29.** Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.
- Tabla 30.** Estimados de la talla de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2012.
- Tabla 31.** Estimados de fecundidad total y relativa a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2012.
- Tabla 32.** Resumen de la relación entre la fecundidad total con el peso corporal y la longitud total (a: intercepto; b: pendiente; S_x : error estándar del parámetro; gl: grado de libertad; SCE: suma cuadrado del error; r^2 : coeficiente de determinación).
- Tabla 33.** Nombre científico y código utilizado para la identificación de especies en crucero de merluza de tres aletas
- Tabla 34.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas
- Tabla 35.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según zona.
- Tabla 36.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por zona.



- Tabla 37.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo
- Tabla 38.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de fondo.
- Tabla 39.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según pendiente del fondo.
- Tabla 40.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores según pendiente del fondo.
- Tabla 41.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- Tabla 42.** Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes
- Tabla 43.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 44.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2012.
- Tabla 45.** Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes para la serie histórica 2001-2012
- Tabla 46.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales para la serie histórica 2001-2012
- Tabla 47.** Número de estómagos de Merluza del sur por zonas de estudio entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012.
- Tabla 48.** Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (270 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 49.** Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (151 estómagos analizados con contenido).



- Tabla 50.** Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (118 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 51.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla I, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (86 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 52.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (107 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 53.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (78 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 54.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2012. (n = 104 estómagos analizados).
- Tabla 55.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2012. (n= 99 estómagos analizados)
- Tabla 56.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Trinidad-Concepción en agosto 2012. (n= 67 estómagos analizados).
- Tabla 57.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 149 - 220 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (81 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 58.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 220-346 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (189 estómagos analizados con contenido).



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** B/H Friosur VIII, participante en la prospección
- Figura 2.** Red de arrastre Gloria 1408 utilizada en el crucero
- Figura 3.** Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, Agosto 2012.
- Figura 4.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación
- Figura 5.** Cálculo de la pendiente del fondo.
- Figura 6.** Distribución de frecuencia total observada en lances de identificación, distribución frecuencia grupo 1 y grupo 2, Agosto 2012.
- Figura 7.** Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona R + Zona 2 y Zona 3. Agosto 2012
- Figura 8.** Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona R + Zona 3. Agosto 2012
- Figura 9.** Variograma experimental omnidireccional y modelo ajustado a cada zona en el área de estudio. Agosto 2012.
- Figura 10.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2012
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (Agosto, 2012).
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII. Agosto, 2012.
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por zona. B/H Friosur VIII. Agosto, 2012.
- Figura 14.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área. B/H Friosur VIII. Agosto, 2012.
- Figura 15.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área total del crucero investigación (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica (surimera) para el mismo período y área. Agosto, 2012.



- Figura 16.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas y proporción sexual para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011 y 2012.
- Figura 17.** Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada lance, Agosto 2012.
- Figura 18.** Distribución de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (_m) y hembras (_h) y distribución de frecuencia de longitudes observadas. Agosto 2012.
- Figura 19.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Agosto 2012.
- Figura 20.** Curvas teóricas de función peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra. Para muestras obtenidas durante el mes de Agosto, años 2002 a 2012.
- Figura 21.** Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Para muestras obtenidas durante el mes de Agosto, años 2002 a 2012. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.
- Figura 22.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Para muestras obtenidas durante el mes de Agosto, años 2002 a 2012.
- Figura 23.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007-2012.
- Figura 24.** Curvas de madurez estimadas para merluza de tres aletas (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007 a 2012. FMM: fracción de machos maduros; FHM: fracción de hembras maduras
- Figura 25.** Valor medio del Índice Gonadosomático de machos, todos los tamaños y > 35 cm, en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés
- Figura 26.** Valor medio del Índice Gonadosomático de hembras, todos los tamaños y > 35 cm, en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.
- Figura 27.** Valor medio del Índice Gonadosomático por lance, en machos y hembras > 35 cm de longitud total.



- Figura 28.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez de machos en el área prospectada y zona re-prospectada.
- Figura 29.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez de hembras en el área prospectada y zona re-prospectada
- Figura 30.** Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras en el área prospectada y zona re-prospectada.
- Figura 31.** Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras por lance de identificación (ambas etapas de prospección).
- Figura 32.** Incidencia de fases microscópicas de madurez por grupos de tamaños de hembras en la etapa de “Prospección normal” (Z 1, 2, 3).
- Figura 33.** Incidencia de fases microscópicas de madurez por grupos de tamaños de hembras en la etapa re-prospectada (Z 1).
- Figura 34.** Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras por áreas de interés: Zona 1; Zona 2; Zona 3.
- Figura 35.** Distribución del IGS en relación a la fase de madurez gonadal.
- Figura 36.** Ojiva de madurez sexual para hembras de la evaluación de 2012 y agrupadas entre 2001 al 2012.
- Figura 37.** Estimados del parámetro de madurez sexual ($L_{50\%}$) a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2012.
- Figura 38.** Relación potencial entre la fecundidad total y el peso corporal de las hembras.
- Figura 39.** Relación potencial entre la fecundidad total y la longitud total de las hembras
- Figura 40.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área total de estudio, Agosto 2012.
- Figura 41.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zonas históricas además de la zona de repospección, Agosto 2012
- Figura 42.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, Agosto 2012.
- Figura 43.** Resultados del análisis de clasificación de los lances de identificación realizados durante Agosto 2012, diferenciados por veril.



- Figura 44.** Resultados del análisis de ordenación de los lances de identificación realizados durante Agosto 2012, diferenciados por veril.
- Figura 45.** Resultados del análisis de clasificación de los cruceros realizados entre los años 2001 y 2012.
- Figura 46.** Resultados del análisis de ordenación de los cruceros realizados entre los años 2001 y 2012.
- Figura 47.** Resultados de los análisis de clasificación de los cruceros por zona, realizados entre los años 2001 y 2012.
- Figura 48.** Resultados del análisis de ordenación de los cruceros por zona, realizados entre los años 2001 y 2012.
- Figura 49.** Resultados de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre los años 2001 y 2012.
- Figura 50.** Resultados del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados entre los años 2001 y 2012.
- Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.
- Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.
- Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.
- Figura 54.** Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía acústica, densidad acústica de agregaciones según latitud.
- Figura 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, índice de altura y pendiente del fondo según rango de fondo.



- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según pendiente del fondo.
- Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según pendiente del fondo.
- Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores profundidad de agregaciones, fondo índice de altura según pendiente del fondo.
- Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.
- Figura 63.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 64.** Variación de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa años 2001-2012
- Figura 65.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, serie 2001-2012
- Figura. 66.** Curva trófica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de estómagos, provenientes del crucero realizado en Agosto de 2012 en aguas exteriores de la X y XI Región de Chile.
- Figura. 67.** Gráfico de las especies presa que componen la dieta de *Micromesistius australis* en agosto del 2012, capturados en aguas exteriores de la X y XI región.
- Figura.68.** Gráfico de los principales grupos de organismos que componen la dieta de *Micromesistius australis* en Agosto del 2012, capturados en aguas exteriores de la X y XI región.
- Figura 69.** Gráfico de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares machos y hembras de *Micromesistius australis* en Agosto del 2012, capturados en aguas exteriores de la X y XI región.
- Figura 70.** Principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares de las distintas zonas de pesca para *Micromesistius australis* en Agosto de 2012, capturadas en aguas exteriores de la X y XI región de Chile



- Figura 71.** Principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares de las diferentes profundidades de captura de *Micromesistius australis* en Agosto de 2012, capturadas en aguas exteriores de la X y XI región de Chile
- Figura 72.** Estimados de Biomasa y Abundancia años 2001-2012.
- Figura 73.** Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Resolución Pesca de Investigación N° 2.128.
- Anexo 2.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 3 y 4.** Presentaciones y asistencia Taller de difusión y discusión metodológica y Videos de actividades de pesca de investigación. (en CD).
- Anexo 5.** Base de datos FIP N° 2012-08 (en CD).



1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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



3. ANTECEDENTES

La merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman, 1937) es una especie bentopelágica que representa un componente importante en el ecosistema sur austral, ya sea como alimento de especies mayores como merluza austral (Lillo *et al* 2012) o como consumidor de eufáusidos y peces pequeños (Saavedra *et al* 2012), siendo además una especie de importancia económica, formando parte de los recursos objetivo de las pesquerías desarrolladas en la zona sur austral de Chile y Argentina.

Esta especie presenta dos poblaciones, que corresponderían a poblaciones genéticamente diferentes (Ryan *et al.*, 2002), una alrededor de Nueva Zelanda en el Pacífico suroccidental y la de nuestro interés en el Pacífico suroriental y Atlántico suroccidental, asociada a la plataforma y talud continental de la región sur austral de Chile y Argentina como también alrededor de las islas Malvinas, islas Shetland del Sur e islas Georgias.

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



La merluza de tres aletas presenta un comportamiento migratorio de tipo reproductivo, ingresando desde el Atlántico al sector chileno a fines del primer semestre desplazándose en dirección norte hacia un área de desove localizada entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S, donde se concentra y desova, retornando luego hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre (Lillo *et al.*, 1994). Lo anterior hace suponer la teoría de un stock compartido con Argentina. Al respecto Niklitschek *et al.* (2008) concluyen que no hay evidencias de segregación poblacional a escala evolutiva entre los ejemplares de *M. australis* capturados en los océanos Atlántico y Pacífico pero sí sustenta la hipótesis de dos poblaciones separadas dada las diferencias detectadas en los indicadores de segregación ecológica; mientras que Arkhipkin *et al.* (2008) mediante un análisis químico de los otolitos concluye que hay diferencias significativas en los niveles de estroncio en la edad adulta de esta especie en los ejemplares capturados en Chile y Argentina, mientras que durante el período mas juvenil encuentra similitudes en ambas muestras en el 20% de los individuos. Lo anterior es corroborado por Niklitschek *et al.* (2010) los que mediante análisis químico de otolitos y análisis parasitario en individuos adultos apoyan la existencia de al menos dos subpoblaciones de merluza de tres aletas en Sudamérica.

En lo que respecta a su proceso reproductivo, la merluza de tres aletas presenta un desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos que maduran para ser desovados en tandas sucesivas en corto tiempo (450 -1.125 micras), sin que se registre un proceso continuo de reclutamiento desde el stock de ovocitos maduros en reserva, características que la identifican como un desovador parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002, Macchi y Pajaro, 1999). La merluza de tres aletas comienza a desovar a una talla de 31 cm (2 años) y sobre 45 cm de longitud la totalidad de las hembras se encuentran maduras (Lillo *et al.*, 2004, Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2002).



El proceso de desove en el Pacífico se lleva a cabo entre mediados de julio y septiembre (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012). A este respecto, *M. australis* es clasificada como perteneciente al grupo de desovadores parciales con fecundidad determinada, con un sólo desove anual que se produce en el bimestre agosto-septiembre prolongándose ocasionalmente hasta noviembre en el Atlántico (Sánchez *et al.*, 1986 y Macchi *et al.*, 2004). En el Pacífico Suroriental, sobre la base de estimaciones del índice gonadosomático (IGS) y el análisis de los estadios de madurez macroscópicos como microscópicos, se ha registrado que esta especie experimenta un activo proceso reproductivo en el bimestre agosto-septiembre, con valores de fecundidad promedios que han variado entre 386.831 y 733.540 ovocitos, en tanto que su fecundidad relativa promedio ha fluctuado entre 392 y 703 ovocitos con sobre el 50% de las hembras en proceso de desove activo (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004), en cambio, hacia octubre y noviembre junto a los ejemplares con gónadas en regresión se observaron hembras inmaduras, pero ninguna en proceso de desove.

La talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras en el Pacífico Suroriental ha sido estimada en 38,4 cm (Balbontín y Lillo, 1999) y en 36 cm por Córdova *et al.* (2003), Lillo *et al.*, 2004 y Saavedra *et al.*, 2007, 2008 y 2009. Sánchez *et al.* (1986) estimaron para el Atlántico Sudoccidental, la talla media de madurez en 35,4 cm para machos y 38,01 cm para hembras, mientras que Macchi y Pájaro (1999) señalan un valor sustantivamente menor de 30,8 centímetros.

En lo que respecta al comportamiento alimentario de *M. australis*, los resultados de los proyectos FIP orientados a estimar la biomasa y abundancia (2001-2011) han incluido el análisis de la alimentación de esta especie señalando que es



principalmente planctófaga, incluyendo en éste término a pequeños peces epi y meso pelágicos, como por ejemplo mictófidos y pequeños crustáceos como los eufaúsidos; también a otros componentes del plancton “gelatinoso” como las salpas, entre las presas más destacadas.

Por otra parte, Brickle *et al.* (2009) señala para la zona alrededor de las islas Malvinas que la merluza de tres aletas es planctófaga, siendo los eufaúsidos y anfípodos hipéridos los más importantes. Hart (1946) e Inada y Nakamura (1975) también señalan que la merluza de tres aletas se alimenta de zooplancton pelágico. Según Shubnikov *et al.* (1969), en la zona más austral, en el mar de Scotia, la merluza de tres aletas se alimentaría de “krill” (*Euphausia superba*). Otros investigadores como López y Bellidío (1973) y Perrotta (1982) indican que para la parte norte de la Patagonia Argentina, la merluza de tres aletas se alimenta de anfípodos hipéridos y eufausidos. En Chile, aparte de los informes y reportes mencionados más arriba, no existe mayor información en la literatura científica.

Una característica de los estudios de la dieta de *M. australis* es la baja proporción de estómagos con algún tipo contenido (<27%), situación que ha sido atribuida a la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles como son las especies del zooplancton (Pool *et al.*, 1997). Por otra parte, Pool *et al.*, (1997) señalan que la *M. australis* forma parte de la dieta de *Merluccius australis* y *Genypterus blacodes*, pero sin alcanzar los niveles de importancia que representa *Macruronus magellanicus*, situación también observada por Lillo *et al.* (2002; 2003).

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia con el desarrollo a mediados de la década del 70 de la pesquería demersal sur austral, orientada a la captura de merluza del sur y congrio dorado, y donde la merluza de tres aletas formaba parte de su fauna acompañante. En el período 1981-1992, los desembarques de merluza de tres aletas variaron entre 2.000 y 5.000 toneladas



anuales, obteniéndose las mayores capturas durante el tercer trimestre (Sernapesca, 1990, 1998), sin embargo a partir de 1993 y conjuntamente con el inicio de proyectos de pesca de investigación orientadas al desarrollo de su pesquería, las capturas se han mantenido en niveles que han fluctuado entre 25 y 20 mil toneladas los últimos años (Sernapesca 2010), las que se efectúan mayoritariamente en el área y período de desove de esta especie.

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

En este escenario, las variaciones estacionales en la distribución y biomasa de la merluza de tres aletas, que son dependientes de la fase de desarrollo del proceso migratorio, ejercen una clara influencia sobre los rendimientos de pesca del recurso objetivo. Al respecto, Giakoni (1992) estimó para la primera quincena de diciembre de 1992 rendimientos promedios de merluza de tres aletas de 3,2 t*h⁻¹, mientras Lillo y Paillamán (1996) estimaron para el período diciembre de 1994 a abril de 1995 rendimientos de pesca que fluctuaron entre 0,7 y 4,5 t*h⁻¹. En el período julio-noviembre los rendimientos de pesca han presentado un fuerte aumento, fluctuando desde 8 t*h⁻¹ (noviembre de 1998 y 2000) a 137 t*h⁻¹ (julio de 1997), mientras que en el resto de los años los valores máximos promedios han fluctuado entre 43 y 81 t*h⁻¹.



Un elemento común, lo constituye la baja en los rendimientos de pesca en el período octubre y noviembre, (Lillo *et al.*, 1993, Córdova y Céspedes, 1997, Lillo y Céspedes, 1998; Céspedes *et al.*, 2007; Céspedes *et al.* 2010).

En lo relativo a la biomasa de la merluza de tres aletas, dos evaluaciones directas realizadas mediante métodos acústicos el año 1993 para la zona comprendida entre las latitudes 47°S a 57°S, señalan valores de 186 mil toneladas en junio y 66 mil toneladas en noviembre, registrándose una disminución de la biomasa del 65% entre ambos períodos, hecho también atribuido al proceso migratorio del recurso (Lillo *et al.*, 1993). Las evaluaciones directas mediante métodos acústicos durante el período reproductivo realizados durante 2001 y 2002, han resultado en biomاسas en torno a las 200 mil toneladas, bordeando las 180 mil toneladas el 2003 y sufriendo una merma considerable el 2004 alcanzando las 84.000 toneladas, situación atribuible al período de realización del crucero ese año, ya que el recurso se encontró en una condición de post-desove y muy disminuido físicamente. El año 2005 la biomasa alcanzó los niveles del año 2003, bordeando las 180 mil toneladas, mientras que el año 2006 la estimación de biomasa alcanzó niveles cercanos a las 130 mil toneladas, observándose una disminución sostenida los años 2007 y 2008 con estimados de biomasa de 98.500 y 93.300 toneladas, respectivamente. El año 2009 se observaron incrementos en biomasa y abundancia del 22% y 63% respectivamente. Este importante aumento en la abundancia permitió alcanzar los niveles observados los años 2002, 2003, 2005 y 2006, sin embargo la biomasa a pesar del incremento no alcanzó los niveles observados a principios de la década. El año 2010 no se realizó el crucero hidroacústico, observándose el 2011 un repunte en el estimado de biomasa de un 14% y una disminución de la abundancia del un 4% respecto al 2009, lo anterior implica que los resultados de este año cobran gran importancia ya que pueden marcar una tendencia en la serie histórica (Lillo *et al.*, 2002, Cordova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2003, 2004 y 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012).



La estructura etárea de las capturas de *M. australis* en la zona sur austral está compuesta por ejemplares pertenecientes a GE 2 hasta el GE 20+. Esta especie presenta una tasa de crecimiento notablemente lento después de la edad 7 (Ojeda *et al.*, 1998), lo que se traduce que en un estrecho rango de tallas (\approx 46-60 cm) esté contenida una gran variedad de edades, dentro de las cuales aparecen algunas clases anuales fuertes que permiten ser seguidas claramente de un año a otro (Saavedra *et al.*, 2012).

La presencia de un gran número de edades ha sido también observada en algunos sectores de su distribución en Nueva Zelanda (Russello; 1994, 1995), aunque en otros se encontraron fracciones del stock segregados por talla y edad (Spak, 1975).

Esta pesquería declarada en régimen de plena explotación el año 2000 por la autoridad pesquera, se encuentra bajo la medida de administración llamada Límite Máximo de Captura por Armador, requiriéndose en consecuencia de antecedentes que permitan establecer los niveles de capturas totales permisibles o biológicamente aceptables. En este contexto y en la conveniencia de mantener una línea de investigación de la biomasa el stock desovante del recurso, el Consejo de Investigación Pesquera decidió incluir el proyecto de evaluación directa de la *M. australis* en el programa de investigaciones correspondiente al año 2012, del que se presenta su Informe Final.



4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

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

Los antecedentes disponibles, que provienen de datos obtenidos a partir de 1993, señalan la presencia de concentraciones del recurso objetivo en la zona comprendida entre las latitudes 47° y 51°LS. Estas concentraciones estarían asociadas a un proceso reproductivo que alcanza su máxima actividad entre fines de julio, agosto y primera quincena de septiembre.

El crucero de prospección se efectuó en el período comprendido desde el 15 al 28 de agosto del 2012, en el área comprendida entre las latitudes 46°45' y 51°00' S.

Para determinar el área prospectada se digitalizaron los puntos de inicio y fin de la totalidad de las transectas realizadas durante el crucero expresados en grados y minutos de longitud y latitud, corrigiéndose la longitud a coordenadas Mercator. Posteriormente se construyó una grilla equivalente al área rectangular mínima que contuviera el polígono de la zona en estudio. Sobre esta grilla se blanqueó el polígono formado por los puntos iniciales y finales de las transectas.

También se utilizó el área entregada por el software EVA2. El área entregada por el programa fue transformada a la proyección Mercator mediante la corrección por el coseno de la latitud media y referida a millas náuticas cuadradas, según:

$$Area_{\text{grados}} = \iint Long(y)(Lat(x))dydx$$
$$\acute{A}rea = Area_{\text{grados}} * 3600 * \cos(Lat^{\circ}S) mn^2$$



4.2 Equipos

4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el B/H Friosur VIII (**Fig. 1**) buque de 54,0 m de eslora, 10,5 m de manga, 7,0 m de puntal, motor Deutz 2.240 HP a 840 rpm y un T.R.G de 885 ton, capacitado para operar en la zona de estudio y utilizado exitosamente en las evaluaciones hidroacústicas de los años 2008, 2009 y 2011. Este año el buque fue utilizado bajo contrato de arriendo con la empresa Friosur.

La autorización para realizar la Pesca de Investigación fue consignada y regulada a través de la Resolución de Pesca de Investigación N° 2.128 del 30 de julio del 2012 (**Anexo 1**), en que la Subsecretaría de Pesca autoriza a la nave “Friosur VIII” a realizar la Pesca de Investigación. La resolución autorizó la extracción de un máximo de 30 toneladas de merluza de tres aletas y capturar en calidad de fauna acompañante, 15 toneladas de merluza de cola y 1 tonelada de merluza del sur.

4.2.2 Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo ER60 con un transductor ES38B (Split-beam transducer) de frecuencia de 38 Khz, el cual permitió almacenar los archivos para su posterior proceso. Este ecosonda fue configurado para transmitir a una potencia de 2000 W con una duración del pulso de 1,024 ms. La ganancia utilizada previa calibración fue de 26,5 dB. El coeficiente de absorción nominal fue de 9,9 dB/km. Con un nivel mínimo de detección utilizado de -65 dB. Adicionalmente, se instaló el programa SonarData Echolog[®] para la toma de datos y el software Echoview[®] (versión 4.60.58.13821) que permitió procesar y manejar en una fase inicial los archivos acústicos a bordo y posteriormente en tierra en un



post-proceso. Como respaldo a la información de los archivos base, se conectó un disco duro externo de 1 Tb de capacidad directamente al computador del ER60.

El sistema de eointegración, fue calibrado de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante (Simrad, 2003), el cual consiste en ubicar un blanco de referencia con fuerza de blanco conocida bajo el transductor y dentro del haz acústico, a fin de comparar la fuerza de blanco registrada por el equipo con la fuerza de blanco conocida, siendo el blanco estándar una esfera de cobre de 60 mm de diámetro y TS de -33,6 dB. Si es necesario ajustar el ecosonda, como fue el caso, esto es desarrollado automáticamente por el software de calibración del ER60.

Adicionalmente, se instaló directamente a la CPU del ER60 un inclinómetro digital marca Applied Geomechanics, modelo MD900-7, el cual permitió adquirir datos de ángulos de inclinación del buque de cabeceo y roleo (pitch and roll) a una frecuencia de 4 datos por segundo, lo que permitió compensar la señal acústica perdida por este movimiento (Dunford, 2005; Saavedra *et al.*, 2012).

4.2.3 Redes de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua Gloria 1408 con abertura vertical de 60-70 metros (**Fig. 2**). Considerando que el objetivo de los lances de pesca de identificación era obtener capturas que representen la estructura del recurso objetivo en el mayor rango de tallas, el copo de la red fue armado con una cubierta interior (calcetín) de 50 mm de tamaño de malla.



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

4.3.1 Diseño de muestreo

Asumiendo aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la localización de la primera transecta, el muestreo de tipo sistemático ha sido considerado como el más adecuado para estudios orientados a estimar la abundancia, precisión y distribución de un recurso (Simmonds y Fryer (1996), Simmonds (1996), Simmonds y MacLennan (2005), Shotton y Bazigos (1984). Además, Simmonds *et al.* (1991), señalan que una evaluación directa de un recurso pesquero debe considerar además la disponibilidad espacio-temporal del stock y que éste debería estar dentro de un área definida por un período determinado y en lo posible en condiciones monoespecíficas.

Teniendo en cuenta que durante el período y área del estudio, los antecedentes indicaban que la concentración reproductiva del recurso presentaba una estrecha distribución longitudinal, se efectuó de acuerdo a lo propuesto en la oferta técnica, un muestreo de tipo sistemático con transectas de muestreo equidistantes y perpendiculares al sentido general de la costa, lo que permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido de las transectas, como también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (Simmonds and MacLennan, 2005).

Durante el crucero se realizaron 52 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, que cubrieron longitudinalmente desde el veril de los 100 hasta aproximadamente los 1.000 metros de profundidad, ocasionalmente se llegó hasta 1.600 m (**Fig. 3**).



La prospección acústica se realizó en período nocturno a fin de detectar el recurso lo más separado del fondo posible, realizándose los lances de identificación al momento de la detección a fin de disminuir la incertidumbre espacio-temporal en la asignación de las unidades de ecointegración.

4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realizó mediante la inspección visual de los ecogramas, en base a los resultados de los lances de identificación. Para lo anterior se utilizó el software SonarData Echoview® fijándose un umbral mínimo de detección (S_v) de - 65 dB. El procedimiento utilizado es el considerado estándar (Simmonds *et al.*, 1991) constando de los siguientes pasos:

- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de integración superior e inferior en el ecograma.
- 2) Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste. Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración.
- 3) Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubicó generalmente a 3 metros bajo el transductor.



- 4) Definición de regiones a integrar, donde se integraron las regiones dentro de cada IBM (Intervalo Básico de Muestreo de 0,5 millas náuticas de extensión). La delineación de la región a integrar fue de tipo manual, encerrando convenientemente en la región el ecotrazo detectado para su posterior integración.

La asignación de las unidades de eointegración, a los ecotrazos detectados se realizó mediante el método propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribución a la integración ($s_{A(i)}$) de una especie "i" a la integración total ($s_{A(t)}$) del intervalo básico de muestreo es proporcional a su participación en la captura en número (w_i) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersión acústico (σ).

$$s_{A(i)} = \frac{w_i * \sigma_i}{\sum (w_j * \sigma_j)} * s_{A(t)}$$

En el caso de los lances con captura multiespecífica se consideró las relaciones de TS de las especies recurrentes utilizando las relaciones descritas para merluza del sur por Lillo *et al.* (1996) y para merluza de cola por Lillo *et al.* (2005), mientras que para reineta, brotula y congrio se utilizó la relación para peces fisóstomos (Foote 1987). Para cojinoba del sur y dada la falta de información para esta especie se optó por utilizar la relación para jurel (Cordova *et al.* 1998):

- Merluza de cola: $20 * \text{Log}(L) - 73,1 \text{ (dB)}$
- Merluza austral: $20 * \text{Log}(L) - 68,1 \text{ (dB)}$
- Reineta: $20 * \text{Log}(L) - 71,9 \text{ (dB)}$
- Cojinoba: $20,11 * \text{Log}(L) - 71,9 \text{ (dB)}$



Las tallas medias fueron estimadas a partir de los muestreos de talla realizados a la especie objetivo y a la fauna acompañante.

La asignación de la proporción en número de merluza de tres aletas y de las especies recurrentes de cada lance se realizó al área inmediatamente vecina a éste. Durante el crucero se realizaron un total de 26 lances distribuidos en el área de estudio, intensificándose el muestreo biológico en las zonas donde se detectó mayor presencia del recurso. La distribución espacial de los lances se entrega en la **Figura 3**.

4.3.3 Información acústica

La prospección acústica nocturna, se llevó a cabo en forma continua durante la navegación, discretizando la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn. (Barbieri *et al.*, 1998). La información acústica está representada por el valor de densidad promedio detectada en cada I.B.M. a lo largo de la transecta, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (s_A) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectados dentro de los límites de integración de las I.B.M.'s.

4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds and Maclennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el



puede de la embarcaci3n y conectado al computador del ER60, el cual tom3 muestras continuas de la inclinaci3n a raz3n de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la se1al ac3stica se utiliz3 el modulo de variables virtuales “*Motion correction (Dunford method)*” de Echoview® (versi3n 4.60.58.13821) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuaci3n de se1al mediante el m3todo de Dunford (Dunford, 2005). Aun as3 a fin de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcaci3n, las transectas se realizaron en sentido oeste-este, de tal forma que el buque naveg3 generalmente con viento en popa, intentando minimizar con esto la p3rdida de se1al por este concepto (Saavedra *et al.* 2012).

4.3.4 Relaci3n TS utilizada, validaci3n de la estructura de tallas y coeficiente de ecointegraci3n.

a) Relaci3n TS

La obtenci3n de los datos de fuerza de blanco de merluza de tres aletas se ha efectuado en todos los cruceros de prospecci3n ac3stica a la fecha (durante los lances de prospecci3n), los resultados obtenidos en estos estudios no han sido confiables, debido al comportamiento altamente gregario de *M. australis*, resultando que en los lances de pesca “limpia” (100% merluza de tres aletas) la distribuci3n del recurso no es la 3ptima para la detecci3n de blancos individuales, present3ndose el recurso de preferencia en agregaciones tipo estrato o muy agregado. Esta caracter3stica del recurso no cumple con las condiciones establecidas como recomendable para mediciones de TS (ICES, 1999, 2001). Es as3 que a fin de mantener una consecuencia con evaluaciones anteriores de merluza de tres aletas, es que se utiliza a modo comparativo la relaci3n se1alada por (Lillo *et al.*, 1996) para *Merluccius gayi* e igual a:



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

Existen diferentes estimaciones de la relación de TS para merluza de tres aletas, tales como la relación señalada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelandia (Hanchet, 1999) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997), y que corresponde a: $\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB)$, la cual según Hanchet (1999), debería ser considerada con precaución, pues esta relación de fuerza de blanco sobreestimaría la biomasa en niveles del 30%, o la relación estimada por Godø *et al.* (2002), los que en experimentos de medición de TS efectuadas sobre *M. poutassou*, obtuvieron sólo un resultado confiable que les permitió estimar la relación $\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 64 \quad (dB)$, la cual significaba una reducción del 75% de la biomasa; y finalmente la relación estimada por Pedersen *et al.* 2011 para *M. poutassou* igual a $TS = 17,4 * \log(talla) - 61,6 \quad (dB)$, determinada *in situ* pero con un reducido rango de tallas (21,4 - 28,1 cm) lo cual limita su uso. En Chile, Lillo *et al.*, 2006 obtienen una relación de TS para merluza de tres aletas chilena igual a $TS = 20 * \log(talla) - 69,1 \quad (dB)$, la cual ha significado en años anteriores aumentos en la estimación de biomasa en valores cercanos al 15%. Esta relación es incorporada nuevamente a modo comparativo en los resultados.

Independiente de la relación utilizada, los argumentos descritos anteriormente son los que mantienen como base comparativa la aplicación de la relación estimada para merluza común en la evaluación de merluza de tres aletas. En este escenario, las estimaciones mediante métodos hidroacústicos deben ser consideradas como un indicador del tamaño de la biomasa desovante del stock.



b) Validaci3n estructura de tallas.

A fin de determinar la existencia de diferencias significativas en las distribuciones de frecuencia de tallas de los lances diferenciados latitudinalmente, lo que implicar3a la necesidad de trabajar en subzonas, se aplic3 la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG) (Miranda, 1999), la cual corresponde a una prueba estadística que permite establecer la similitud o diferencia estadística entre distribuciones multinomiales. El procedimiento considera el planteamiento de la hip3tesis que supone que las distribuciones provienen de una misma poblaci3n. Atendiendo a la homogeneidad postulada entre estas distribuciones, la hip3tesis nula (**H₀**) se plantea como:

H_0 : la estructura de talla obtenida en cada lance de pesca no presenta diferencias significativas con la estructura de tallas obtenida por el conjunto total de lances.

La DHG considera una estadística, de prueba basada en una variable aleatoria con distribuci3n χ^2 , la que bajo el supuesto de que la hip3tesis nula es verdadera, esta se distribuye como una distribuci3n χ^2 central.

Con este supuesto la estadística de prueba hace uso de una distribuci3n multinomial o estructura de tallas de referencia, la que se asume como te3rica:

$$H_0 : \vec{P}_1 = \vec{P}_2 = \dots = \vec{P}_Z = \vec{P}_p$$
$$H_1 : \vec{P}_z \neq \vec{P}_{z'}, z \neq z'; z = 1, 2, 3, \dots, Z$$



Hipótesis que pueden ser planteadas de manera equivalente según:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} = \dots = P_{Zk} = P_{pk} \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots, k \wedge \forall z = 1, 2, 3, \dots, z$$

$$H_1 : P_{zk} \neq P_{z'k} \quad , z \neq z'; z, z' = 1, 2, 3, \dots, Z$$

La estadística de prueba a utilizar, se basa en una distribución χ^2 dada por la siguiente expresión:

$$\chi_{z(k-1)}^2 = \sum_{k=1}^K \frac{[n_{zk} - n_z \hat{P}_{pk}]^2}{n_z \hat{P}_{pk}}; \quad z = 1, 2, \dots, Z$$

La cual se distribuye como una distribución chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad, dando cuenta de cuan similar es el número de ejemplares observado de talla “k” dentro de cada zona con respecto a lo que se esperaría observar bajo el supuesto de verdad de la hipótesis nula. Si la hipótesis nula es verdadera, esperaríamos que el valor de esta estadística en cada una de las zonas debiera ser igual a cero. Entonces su aporte a las diferencias observadas en la totalidad de las zonas examinadas independientemente podemos adicionarlas (teorema) como sigue:

$$\chi_b^2 = \sum_{z=1}^{z=Z} \chi_{z(K-1)}^2 = \sum_{z=1}^{z=Z} \sum_{k=1}^K \frac{[n_{zk} - n_z \hat{P}_{pk}]^2}{n_z \hat{P}_{pk}};$$

Luego la estadística de prueba esta dada por la relación:

$$\chi_{DH}^2 = \left\{ \sum_{z=1}^{z=Z} \chi_{z(k-1)}^2 - \chi_p^2 \right\} \sim \chi_{((Z-1)(K-1))}^2$$

Donde:

$$\chi_p^2 = \sum_{k=1}^K \frac{[n_k - n \hat{P}_{pk}]^2}{n \hat{P}_{pk}} \sim \chi_{(K-1)}^2$$



$$n_k = \sum_{z=1}^{z=Z} n_{zk} \quad , \quad n = \sum_{z=1}^{z=Z} \sum_{k=1}^K n_{zk}$$

Como criterio de decisi3n respecto de la hip3tesis nula (**H₀**), esta es rechazada si el valor observado de la estadística de prueba $\chi_{DH}^2 > \chi_{c(Z-1)(K-1)}^2$, a un nivel de significaci3n preestablecido $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$.

c) Coeficiente de ecointegraci3n

El coeficiente de ecointegraci3n a la talla “k” en n3mero (C_{nk}) referido a un s_A se calcul3 seg3n:

$$C_{nk} = (4\pi * 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

Donde: TS_k = Intensidad de blanco a la talla “k” (dB)

Para evaluar la relaci3n TS/longitud, se utiliz3 la distribuci3n de frecuencia obtenida de los muestreos de talla de los lances de pesca.

4.3.5 Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio se estim3 seg3n:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k w_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$



donde :

\hat{A}_k = abundancia a la talla k (en número).

a = área prospectada (mn^2).

\hat{C}_{nk} = coeficiente de eointegración a la talla k ($\text{n}/\text{mn}^2/\text{s}_A$)

w_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).

$\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.

P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca ponderados y agrupados en el área de estudio.

\hat{R}_k = estimador de razón a la talla k.

Siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R} P_k$$

Donde \hat{R} se obtuvo de acuerdo a los siguientes métodos

- **Hansen (Conglomerados)**

El estimador de razón (\hat{R}) de las lecturas acústicas del eointegrador (s_A) por IBM correspondiente a los métodos de Hansen *et al.* (1953) se calcula según:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde:

n = número de transectas de la muestra

X_i = densidad de la transecta i-ésima.

Y_i = número de IBM. en la transecta i-ésima.



- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} segun el m3todo Bootstrap (Robotham y Castillo 1990) se calcula segun:

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

siendo \hat{R}_i un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tamao n seleccionado con reposici3n de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la raz3n \hat{R} , s3lo en dicha 3rea (V) mediante la expresi3n:

$$Z_v = \frac{1}{V} \int Z(x) dx$$

Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas ac3sticas, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual 3rea de influencia, el estimador de Z_v se calcula como la media aritm3tica de los datos de s_A por IBM.

La lectura ac3stica del eointegrador por IBM corresponde a la expresi3n:

$$s_A = 4\pi s_v R_o^2 (1852m/mn)^2 (r_2 - r_1)$$



donde :

- s_v = coeficiente volumétrico de dispersión (m^2/m^2).
- R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
- r_2, r_1 = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformación de m a mn.

4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determina según:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 \left[\hat{V}(\hat{C}_{nk}) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \right]$$

Pero como la varianza del coeficiente de ecointegración en número (\hat{C}_{nk}) no se pudo determinar al no tener las varianzas de los estimadores de la relación de TS, la varianza se determina de acuerdo a:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 * C_{nk}^2 \left[\hat{V}(\hat{R}_k) \right]$$
$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(P_k) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) P_k^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{R}_k)$$

La varianza de la biomasa se calcula según:

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

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un



estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la poblaci3n en estudio no presenta periodicidad en relaci3n a la selecci3n de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen cuatro estimadores alternativos de varianza de la raz3n.

- **Conglomerado de tama1o desiguales (Hansen et al., 1953)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{ny} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

donde, N es el n1mero total de transectas en el 1rea, y

$$s_{xy} = \sum_i^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

donde, el intervalo de confianza $1 - \alpha$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} est1 dado por la expresi3n:

$$\left(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})}\right)$$



- **Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} = \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \bar{\hat{R}})^2$$

Donde:

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

Siendo \hat{R}_i un estimador de razón obtenido de la i-ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2 Z_0) \})$$

Donde \hat{F}^{-1} es la función inversa de la distribución acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = Prob(\hat{R}_x - \hat{R})$$

y donde,

$$Z_0 = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

Siendo f^{-1} la función inversa de la distribución normal estándar y Z_α es el percentil superior de una normal estándar.



- **Método de las variables regionalizadas**

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geográficamente correlacionados mediante la ecuación:

$$\sigma^2_E = 2 \bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

Donde los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) según:

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

$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

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

Donde V es el área de prospección, (a, β) los índices de los intervalos básicos de muestreos y n el número de muestras en V.

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la función de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos últimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma.

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



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

4.3.7 Estimación del Coeficiente de variación (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el coeficiente de variación.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}}$$

Donde:

$\hat{V}(\hat{B})$ = varianza de la abundancia ó biomasa

\hat{B} = Abundancia o biomasa

4.3.8 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

La distribución espacial de la merluza de tres aletas en el área prospectada, se estimó a partir de los datos de densidades locales provenientes de la información acústica y de los lances de pesca de identificación. Se presenta como una carta de contornos, en donde estos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo visualizar las áreas de mayor concentración de los recursos (MacLennan y Simmonds, 2005).

Análisis de estructura espacial

Para estimar la estructura espacial de la abundancia de merluza de tres aletas en términos de densidad acústica (s_A) se empleó el enfoque geoestadístico, donde la



correlación espacial entre las observaciones es modelada usando una medida de continuidad espacial expresada en el semivariograma (Rivoirard *et al.*; 2000; Isaaks and Srivastava, 1989; Cressie, 1991). La descripción del modelo espacial descrito en función de la distancia mide la desigualdad promedio entre los datos del muestreo separados por la distancia del vector h , se estima entonces el semivariograma como la mitad de las diferencias entre los componentes de cada par de datos,

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N=h} (z(x_i) - z(x_i+h))^2$$

$z(x_i)$ = valor muestral de la variable en estudio en una localización (x_i) y $z(x_i+h)$ es el valor muestral de la misma variable en un punto distante h del anterior y $N(h)$ = número de pares de datos separados a una distancia h .

Por lo general, los variogramas experimentales muestran fluctuaciones que dificultan su interpretación, Rivoirard *et al.*, 2000 sugiere entre otros métodos, aplicar una transformación logarítmica a la variable en estudio y al mismo tiempo dar cumplimiento a los supuestos asociados al modelamiento en orden de reducir la asimetría.

El modelo teórico que finalmente describirá la estructura espacial del semivariograma permite obtener un modelo de ajuste apropiado con propiedades matemáticas conocidas. En la literatura se describen varios modelos, sin embargo el modelo gaussiano es ampliamente usado para modelar fenómenos extremadamente continuos y los modelos tanto esférico como exponencial, son los mas utilizados en evaluaciones marinas y otras ciencias de la tierra (Roa y Tapia, 2000). Su formulación es la siguiente:



Modelo gaussiano:

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left\{ 1 - \exp(-|h|^2/a^2) \right\}, & h \neq 0 \end{cases}$$

Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y “ a ” el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlación (Isaaks and Srivastava, 1989; Cressie, 1991).

En el ajuste del variograma experimental a un modelo teórico se aplica el método de bondad de ajuste denominado *Gof* (Goodness of fit) (Rivoirard *et al.*, 2000):

$$Gof = \frac{\sum_h w(h) [\gamma(h) - \gamma^*(h)]^2}{\sum_h w(h) [\gamma(h)]^2}$$

Donde $w(h)$ es el número de pares utilizados en el cálculo del semivariograma, $\gamma(h)$ es el variograma experimental y $\gamma^*(h)$ es el modelo ajustado. La cercanía del índice *Gof* a 0, indica un mejor ajuste (Rivoirard *et al.*, 2000).



Se estim3 el centro de gravedad (CG_i) y la inercia (I) como indicadores de la posici3n media y la dispersi3n media de la distribuci3n de la merluza de tres aletas en el 3rea de estudio seg3n (Bez y Fernandes, 2002):

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

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

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

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

4.3.9 Fuentes de incertidumbre

Los estimados de Abundancia y de Biomasa son sensibles a fuentes de incerteza que ocurren durante la evaluaci3n, si bien el medirlas es un proceso probabil3stica, en la



mayoría de los casos, se puede tratar de minimizar el sesgo bajo ciertas condiciones que se pueden manejar. En primer lugar se debe considerar la incertidumbre en el “timing” o período en que se realiza el crucero, el cual debe realizarse en el período de máxima agregación de la especie y en el área que ésta se concentra a fin de optimizar los recursos disponibles y disminuir la fuente de error en este aspecto, factor que se consideró de acuerdo a los antecedentes históricos de la pesquería referido a las migraciones y períodos de máxima captura y desove, además de la comunicación directa con las empresas que operan sobre este recurso. En este sentido el crucero se realizó en la segunda quincena de agosto, período en que históricamente se ha registrado el máximo de concentración reproductiva de la especie.

Otra fuente potencialmente importante de incerteza la genera la interpretación del ecograma, ya sea en la asignación de identidad de los ecotrazos o de la proporción de los s_A asignados a la especie objetivo, lo cual fue abordado mediante la realización de los lances de identificación y con la asignación por proximidad directa a la vecindad del lance de pesca y un prolijo post-proceso de ecogramas.

La zona ciega bajo el transductor se puede considerar irrelevante dada la distribución batimétrica del recurso bajo los 100 metros de profundidad, la zona ciega por distribución de los peces muy cercana al fondo se minimizó realizando la prospección en período nocturno, situación en que el recurso se encontró a mayor distancia del fondo.

Respecto a la incertidumbre respecto a la resolución temporal de las especies recurrentes, ésta se minimizó realizando el lance lo más cercano a la detección posible, con un tiempo estimado entre eventos (detección y lance de pesca) que no superó los 60 minutos.



a) Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds and Maclennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del EK60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

b) Evaluación de fuentes de error en la estimación de biomasa acústica

Para estimar y diagnosticar las fuentes de incertidumbre en las estimaciones acústicas, Rose *et al.* (2000) y O'Driscoll (2004) proponen un método basado en simulaciones Monte Carlo. El método involucra el conocimiento de las distribuciones de probabilidad de las fuentes de incertidumbre, a partir de las cuales se generan muestras aleatorias que son incorporadas en el proceso de estimación de biomasa acústica.

En este estudio se propuso estudiar el aporte de las fuentes de error en la estimación de la biomasa, que corresponden al factor de ecointegración (fuerza de blanco promedio (\overline{TS})), las lecturas acústicas por intervalo básico de muestreo (s_A), la composición de tamaños y el peso medio (\overline{w}). Por lo tanto, para estas fuentes de error, se determinó las distribuciones de probabilidad asociadas y se realizaron simulaciones Monte Carlo con el objetivo de obtener una estimación de la incerteza del estimado de biomasa de merluza tres aletas, y compararlas con las estimaciones de varianza del resto de los métodos de estimación propuestos en este estudio.



4.4 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 1rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.

4.4.1 Muestreo a bordo

En la estimaci3n de la estructura de talla y la proporci3n sexual de merluza de tres aletas, para el 1rea y per3odo de estudio, se bas3 en un dise1o de muestreo bi-et1pico, en donde la unidad de muestreo primario fue el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue una sub-muestra al azar de ejemplares de la captura del lance, siendo 3sta la unidad de an1lisis. En este sentido, cerca del pozo de pesca de la nave fueron realizados los muestreos de biol3gicos de las capturas en todos los lances de pesca de identificaci3n de ecotrazos. El muestreo biol3gico consisti3 en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. La informaci3n registrada del muestreo biol3gico consisti3 b1sicamente en los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posici3n, profundidad y captura), y los datos del muestreo biol3gico, como: talla, sexo y frecuencia de ejemplares.

4.4.2 Composici3n de tallas y proporci3n sexual

La estimaci3n de la composici3n de longitud resulta de una combinaci3n lineal de las distribuciones de talla obtenidas en cada lance de pesca (ponderadas en n3mero). Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gr1fica, junto a las distribuciones de tallas acumuladas.

Estimador de la estructura de talla de la captura por sexo (\hat{P}_k) y su varianza

$$(\hat{V}(\hat{P}_k))$$



$$\hat{P}_k = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{jk}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_k] = \left[1 - \frac{m}{M}\right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} [\hat{P}_{jk} - \hat{P}_k]^2 + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j}\right] \frac{1}{n_j - 1} \hat{P}_{jk} [1 - \hat{P}_{jk}]$$

donde,

$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j} \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j \quad , \quad \hat{Y} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j$$

Notación:

Índices:

- i = ejemplares $i = 1, 2, \dots, n$
- j = Lance $j = 1, 2, \dots, M$
- k = Longitud del ejemplar $k = 1, \dots, K$
- s = Sexo 1 (macho) , 2 (hembra)

Variables y Parámetros:

- n = Número de ejemplares en la muestra.
- Y = Captura en número.
- m = Número de lances muestreados.
- \hat{P}_k = Estimador de la proporción a la talla.
- \hat{P}_s = Estimador de la proporción sexual en la captura.

Estimador de la talla promedio (\hat{l}) y su varianza ($\hat{V}(\hat{l})$)

$$E(\hat{l}) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{P}_k \quad ; \quad \hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{P}_k)$$



Estimador de la proporción sexual (\hat{P}_s) y su varianza $\hat{V}[\hat{P}_s]$

$$\hat{P}_s = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{js}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_s] = \left[1 - \frac{m}{M}\right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} [\hat{P}_{js} - \hat{P}_s]^2 + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j}\right] \frac{1}{n_j - 1} \hat{P}_{js} [1 - \hat{P}_{js}]$$

donde,

$$\hat{P}_{js} = \frac{n_{js}}{n_j} \quad ; \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j \quad ; \quad \hat{Y} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j$$

El análisis de las estructuras de tallas y la proporción sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal, según los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica en la especie efectuados entre el 2001 y 2007 (FIP 2001-20, FIP 2002-20, FIP 2003-10, FIP 2004-8, FIP 2005-06, BIP 2006 N° 30043868-0, FIP 2007-15, FIP 2008-12 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004, Lillo *et al.* 2005, Saavedra *et al.* 2006, Saavedra *et al.* 2007, Saavedra *et al.* 2008, Saavedra *et al.* 2009, Saavedra *et al.* 2010, Saavedra *et al.* 2012, respectivamente). Para efectos de análisis espacial fue empleada la subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002) y Córdova *et al.* (2003), consistente en dividir el área de estudio en 3 áreas: Área 1 entre 45°30' y 47°29' S. denominada Taitao; Área 2 entre 47°30' y 48°59' S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y, Área 3 entre 49°00' y 51°00' S, denominada Trinidad-Concepción.



4.4.3 Estructura de edades del stock

El diseño de muestreo para la estimación de la estructura de edades de la captura corresponde a un diseño de muestreo relacional que vincula los diseños de muestreo correspondientes a la estimación de la captura en número y la estructura de edad; a su vez la estimación de la estructura de edad vincula el diseño de muestreo para estimar la clave talla-edad y la estructura de talla.

Las claves edad - talla son matrices que históricamente se han procesado con intervalo de clase de 2 cm, el cual es adecuado para el rango de tallas que las sustenta. Permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE), y calcular además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

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

4.4.3.1 Composición en número de la abundancia por edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud, se asignan a las diferentes edades según una clave edad - talla. Esta clave, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. La clave edad - talla es construida a partir de las lecturas de edad de los



otolitos recolectados en el crucero de investigación que se realiza en este proyecto.

a) Estimador de la abundancia en número por grupo de edad \hat{N}_{se}

$$\hat{N}_{se} = \hat{N}_s \hat{p}_{se}$$

b) Estimador de la varianza de \hat{N}_{se}

$$\hat{V}(\hat{N}_{se}) = \hat{N}_s^2 \hat{V}(\hat{p}_{se}) + \hat{p}_{se}^2 \hat{V}(\hat{N}_s) - \hat{V}(\hat{N}_s) \hat{V}(\hat{p}_{se})$$

c) Estimador de la estructura de edad de la captura \hat{p}_{se}

Atendiendo a la estructura del diseño de muestreo dada por la “dependencia” de la edad a la talla de un ejemplar, es natural pensar en un estimador “ p ” a la edad como una esperanza matemática de la proporción de ejemplares. Así la estructura del estimador propuesto está dada por la siguiente relación.

$$\hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk}$$

d) Estimador de la varianza de \hat{p}_{se}

La varianza del estimador \hat{p}_{se} , bajo el supuesto de que se haya realizado una distribución proporcional de los ejemplares de la muestra a través de las clases de talla (Kimura, 1977), está dado por la relación o estimador siguiente:

$$\hat{V}(\hat{p}_{se}) = \sum_{k=1}^K \left[\hat{p}_{sk}^2 \frac{\hat{q}_{ske} (1 - \hat{q}_{ske})}{n_{sk}^*} + \hat{p}_k \frac{(\hat{q}_{ske} - \hat{p}_{se})^2}{N_{sk}^*} \right]$$



e) Estimador de la clave talla-edad

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

$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*}$$

f) Estimador de la varianza del estimador \hat{q}_{ske}

$$\hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$

donde

\hat{N}_s : Estimador de la abundancia en número para el sexo “s”

\hat{N}_{se} : Estimador de la captura en número para el sexo “s” y grupo de edad “e”

\hat{P}_{se} : Estimador de la proporción para el sexo “s” y grupo de edad “e”

\hat{P}_{sk} : Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”

\hat{q}_{ske} : Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”, clasificados en el grupo de edad “e”

n_{ske}^* : Número de peces del sexo “s” y la talla “k” que pertenecen al grupo de edad “e”

n_{sk}^* : Número de peces del sexo “s” y de la talla “k” en la muestra



4.4.3.2 Peso medio a la edad por especie

a) Relación longitud-peso

La relación longitud - peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y también para estimar índices de condición (Hayes *et al*, 1995). La expresión más usada para esta relación corresponde a la ecuación alométrica donde el peso es expresado en función de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresión lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso por lo general aumenta con la longitud, esta transformación tiene la ventaja que tiende a estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones retransformadas que es necesario corregir (Bradú and Mundlak, 1970; Hayes *et al*, 1995). Sin embargo, en aplicaciones en pesquerías esta corrección frecuentemente se omite, ya que por lo general es muy pequeña (De Robertis and Williams, 2008).

El modelo que relaciona el peso con la longitud del pez asumiremos que corresponde a un modelo multiplicativo en el término de perturbación, y está dado por la siguiente relación:

$$W_i = a L_i^b \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

donde W_i y L_i representan el peso total y la longitud total del individuo i -ésimo, ε_i indica un error aleatorio, a y b son los parámetros del modelo.



Atendiendo a la forma de la ecuación anterior, podemos derivar un modelo de regresión lineal simple aplicando la transformación logarítmica de la siguiente forma:

$$\ln(W_i) = \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i),$$
$$Y_i = \alpha + b x_i + \varepsilon'_i ; \quad i = 1, \dots, n,$$

Para la estimación de los parámetros de la relación linealizada se utilizará el método de máxima verosimilitud asumiendo que los errores siguen una distribución normal con media cero y varianza σ .

b) Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad, se realiza a partir de la longitud promedio por grupo de edad según sexo, empleando las relaciones longitud – peso, lo cual tiene un sesgo sistemático para cada longitud promedio dada. Este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar & Ricker (1968) abordaron este tema presentando un método que permite corregir en forma significativa este sesgo.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, el valor esperado de función de W , $\Psi(L)$, se estimará mediante el Método Delta (Wolter, 1985) como:

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

en donde el número de términos de esta expresión general, está dado por la parte entera de $(b+3)/2$. Dado el valor que toma el coeficiente b en las funciones para merluza de tres aletas, se indica el uso de 3 términos en esta expresión, siendo:



- a = valor del intercepto de la relación longitud- peso ajustada por sexo
- b = valor de la pendiente de la relación longitud- peso ajustada por sexo
- μ = valor promedio de la longitud al grupo de edad
- σ = varianza de la longitud al grupo de edad
- a1; a2 = valor tomado de la tabla de valores de coeficientes señalada en Pienaar y Ricker 1968.

4.4.3.3 Madurez a la edad

El muestreo biológico efectuado en los lances de identificación realizados durante el crucero de investigación considera la caracterización del estado reproductivo de ambos recursos objetivos, clasificando macroscópicamente sus gónadas según su estadio de madurez sexual (EMS) en base a las escalas de clasificación utilizadas por el Instituto de Fomento Pesquero.

- **Ojiva de madurez y talla media de madurez**

Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideran sexualmente inmaduros los peces en EMS I y II y maduros aquellos en EMS III, IV y V. La estimación de la edad media de madurez ($GE_{50\%}$) y de la ojiva de madurez fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988), teniendo como objetivo lograr como estimación del parámetro estudiado el valor que haga máxima la probabilidad de obtener la muestra observada.

La expresión corresponde a una función logística generalizada, restringida a los parámetros identificados por " b_0 " y " b_1 ", en que $P(GE)$ es la fracción de individuos maduros en función de la edad; GE es el grupo de edad, relacionados a través de:



$$P(GE) = \frac{1}{[1 + \exp(b0 + b1 * GE)]}$$

Un factor importante a considerar en estos estudios es el tama1o de muestras en los estadios de desarrollo gonadal, especialmente en el rango de transici3n de inmaduros a maduros.

Las ojivas de madurez en funci3n a la edad, se realizan sobre la base de muestreo que cubre el rango de edades presente en el 1rea de desove, en los d1as en donde se desarrolla el m1ximo de esta actividad, por lo que es frecuente encontrar una baja representaci3n de los individuos inmaduros.

4.5 Determinar el 1ndice gonadosom1tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.

4.5.1 Trabajo a bordo, toma y fijaci3n de muestras

La condici3n reproductiva de la merluza de tres aletas se analiz3 con muestras de cada lance efectuado durante el crucero de prospecci3n. Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria, dado que 1stas debieron permitir estimar una serie de indicadores como es la proporci3n de estadios de madurez, el 1ndice Gonadosom1tico, adem1s de la fecundidad y la ojiva de madurez.

En cada lance con captura de merluza de tres aletas se realiz3 un muestreo biol3gico, al menos a 60 ejemplares, considerando al menos la ejecuci3n de 24 lances y la medici3n entre 1.200 a 1.400 ejemplares, de manera de tener una adecuada representaci3n espacial de la agregaci3n para estimar los diferentes



indicadores. En este contexto, se midieron 1.646 ejemplares para fines de caracterizar la condición reproductiva.

A cada ejemplar se le registró la longitud total, el peso total y el peso eviscerado con una balanza de precisión de 10 g. Las gónadas extraídas fueron

pesadas (0,1 g) y clasificadas en su estado de madurez según los criterios macroscópicos descritos para la merluza (IFOP, 1985), la que consta de las fases señaladas en las **Tablas 1 y 2**. Prácticamente todos los ovarios fueron inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador), para su posterior procesamiento histológico. La fijación es una etapa esencial de la técnica histológica, siendo de gran importancia la velocidad de penetración del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo más parecido al estado vivo y protegerlo de la autólisis y del ataque bacteriano y evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).

4.5.2 Procesamiento de muestras

Los ovarios fijados se procesaron histológicamente para el examen microscópico del parénquima gonadal, en base a los criterios básicos señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) y Hunter y Macewicz (1985) para peces teleósteos, y de acuerdo a la escala microscópica específica para hembras de merluza de tres aletas (**Tabla 3**). El método microscópico se basa en la observación interna de la gónada y permite confirmar las apreciaciones efectuadas en forma macroscópica, dado que confiere una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración sexual.



4.5.3 Estimación de Indicadores reproductivos

4.5.3.1 Estimador del índice gonadosomático (IGS)

Se calculó el Índice Gonadosomático individual (IGS_{ij}), como una proporción del peso de la gónada (W_g) con respecto al peso corporal (W). Posteriormente, se obtuvo el IGS promedio por lance (IGS_j) y finalmente el IGS total (IGS) como el promedio de los índices por lance. También, el indicador se consideró como un promedio ponderado, donde el ponderador corresponde a la captura de la especie en cada lance.

- **Estimador del Índice Gonadosomático**

$$IGS_{ij} = \frac{W_{g_{ij}}}{W_{ij}} 100 \quad ; \quad IGS_j = \sum_{i=1}^{n_j} IGS_{ij} / n_j \quad ; \quad IGS = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} IGS_j \quad ; \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j$$

- **Estimador de la varianza del estimador del IGS**

$$\hat{V}(IGS_s) = \left[1 - \frac{m}{M} \right] \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \frac{(IGS_j - IGS)^2}{m(m-1)} + \frac{1}{mM} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j} \right] \frac{1}{n_j} S_j'^2$$

donde

$$\hat{Y} = \frac{\sum_{j=1}^m Y_j}{m} \quad ; \quad \hat{S}_j'^2 = \frac{1}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_j} (IGS_{ij} - IGS_j)^2$$

- j = Lance $j = 1, 2, \dots, m, \dots, M$
- i = Ejemplares $i = 1, 2, \dots, n$
- n = Número de ejemplares en la muestra.
- Y = Captura en peso.
- m = Número de lances muestreados.



- M = N3mero de lances totales.
 Wg = Peso de la g3nada
 W = Peso corporal
 \hat{IGS} = Estimador del 3ndice Gonadosom3tico

4.5.3.2 Estimaci3n de estadios de madurez en la captura

El dise1o de muestreo para estimar la proporci3n de estadios de madurez corresponde a un muestreo aleatorio bi-et3pico, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y de segunda etapa a la selecci3n de ejemplares al interior del lance.

4.5.3.3 Estimador de la proporci3n de estadios de madurez

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

donde,

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

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

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

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



4.5.4 Estimación de la ojiva de madurez

Para un ajuste consistente de la ojiva y estimación robusta de la talla de madurez sexual, es indispensable contar con una buena cobertura y representatividad de tamaños de la población, en especial de longitudes cercanas al valor medio de madurez.

Para el ajuste de la ojiva, además del muestreo al azar de cada lance, complementariamente se realizó un muestreo dirigido a censar todos los ejemplares con longitudes inferiores a los 41 cm LT, de manera de lograr representatividad de la fracción juvenil y de los tamaños cercanos al valor medio de madurez sexual, según los estimados de $L_{50\%}$ entre 36,0 y 36,7 cm reportados en campañas previas de la especie (Saavedra *et al.*, 2010).

Se consideraron los diagnósticos histológicos de la fase del ovario para la clasificación de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el estado de crecimiento de alvéolos corticales como indicador del proceso de maduración. Según la escala apreciativa propuesta, se clasificaron como sexualmente maduras las hembras en EMS II al VI.

Este análisis tiene dos procedimientos, los que son secuenciales. Primero está el ajuste de un modelo para la probabilidad de madurez sexual (P) dependiente de la talla del pez y luego está la estimación de la talla del pez dado una cierta probabilidad de estar maduro, \hat{l}_p , generalmente la talla de $P=50\%$ de madurez sexual. El tema es tratado detalladamente en Roa *et al.* (1999), y la metodología utilizada es la publicada por esos autores.



En el ajuste del modelo de madurez sexual a la talla, la variable predictora es continua y la variable respuesta es dicotómica. El modelo se expresa como:

$$P(l) = \frac{\alpha}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 l}}, \quad (1)$$

donde P es la probabilidad de estar maduro a la talla (l), α , β_0 y β_1 son parámetros a estimar de asíntota, posición y pendiente, respectivamente. Los estimados son elegidos, dado un conjunto de datos, desde el punto en el cual el producto de las probabilidades binomiales de todos los datos (la verosimilitud del modelo) es un máximo, o más convenientemente desde el punto en el cual el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud del modelo es un mínimo.

$$-\ell(\alpha, \beta_0, \beta_1) = -\sum_l \left[(h_l) \ln(P(l)) + (n_l - h_l) \ln(1 - P(l)) \right] \quad (2)$$

donde h es el número de individuos maduros, n es el tamaño de muestra y la sumatoria es a través de todas las longitudes. Dada la naturaleza no lineal de las ecuaciones normales, el mínimo es encontrado mediante un algoritmo iterativo. Los parámetros estimados al minimizar la ecuación (2) son estimadores de máxima verosimilitud (EMV) (Welch y Foucher, 1988).

Los resultados de los ajustes el modelo son un vector de parámetros estimados, que representa un valor medio y una matriz de covarianza, que representa a la incerteza asociada a los valores medios. Con esos dos elementos (vector medio y matriz de covarianza) es posible estimar el modelo inverso.



$$l_{P\%} = \frac{1}{\beta_1} \ln \left[\frac{1}{P} - 1 \right] - \frac{\beta_0}{\beta_1} \quad (3)$$

$$\hat{l}_{50\%} = -\frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1} \quad (4)$$

Se asume que el parámetro α de la ecuación (1) tiene un valor conocido e igual a 1. Este supuesto puede ser verificado al observar los datos y encontrar que todos los peces sobre una cierta talla están maduros. Si las estimaciones $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ son EMV de β_0 y β_1 y ellos son usados para calcular l_{50} en la ecuación (4), entonces ésta también es EMV.

4.5.5 Estimación de la fecundidad

La fecundidad total se calculó de acuerdo al método gravimétrico que relaciona el peso del ovario con la densidad de ovocitos descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Se analizaron 117 hembras en madurez avanzada pre-desovantes para garantizar un nivel de error relativo de un 9 a 10% en la estimación de la fecundidad promedio (ver pto 1.4. Determinación de tamaño de muestra).

Para el cálculo de la fecundidad total se usó el método de la distribución modal de tamaños de los ovocitos, donde secciones de tejido ovárico preservados en solución fijadora fueron pesados con una precisión de 0,1 mg y los ovocitos contenidos se disgregaron mecánicamente mediante un lavado con agua a presión en un aparato tamizado a 250 μ m que retiene los ovocitos. Posteriormente los ovocitos son digitalizados con un scanner para ser analizados con el programa



ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>) y obtener la frecuencia de tamaños, previa calibración de las unidades de píxeles a micras. Las distribuciones de tamaños de los ovocitos son analizados en sus componentes modales con la rutina MPA (Análisis de Progresión Modal) del método Batthacharya y la subrutina NORMSEP (separación de la normalidad por máxima verosimilitud) del Fisat II para la identificación de la moda avanzada.

Se utilizaron sólo aquellos ovarios maduros cuyas distribuciones de frecuencia mostraron al grupo modal más avanzado claramente identificable. El número de ovocitos vitelados avanzados en la submuestra se utilizó para la estimación del número total de ovocitos a ser desovados (fecundidad total), la fecundidad promedio y su varianza de acuerdo a las expresiones:

$$\hat{F}_j = \frac{1}{\nu} \sum_{\nu=1}^{\nu} \left[\frac{H_{\nu j}}{WS_{\nu j}} \right] * PG_j ; \quad \hat{\bar{F}} = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} \hat{F}_j}{n^*} ; \quad \hat{V}(\hat{\bar{F}}) = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} (\hat{F}_j - \hat{\bar{F}})^2}{n^* (n^* - 1)}$$

Donde:

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

$H_{j\nu}$ = Número de ovocitos en la submuestra ν del ovario de la hembra j.

$W_{j\nu}$ = Peso de la submuestra ν del ovario de la hembra j.

PG_j = Peso del ovario de la hembra j.

ν = Número de submuestras del ovario

n^* = Número de hembras analizadas.

Los datos de fecundidad se relacionaron con el peso corporal y con el tamaño de las hembras para determinar el modelo que mejor explique la relación, para lo cual se probaron mediante análisis de regresión los siguientes modelos:



$$\hat{F}_{ij}^* = \alpha + \beta X_{ij}^*; \quad \hat{F}_{ij}^* = \alpha (X_{ij}^*)^\beta; \quad \hat{F}_{ij}^* = \alpha \varepsilon^{\beta X_{ij}^*}$$

Siendo \hat{F}_{ij}^* la fecundidad parcial estimada de la hembra i , α y β los parámetros de los modelos y X_{ij}^* la variable corporal de la hembra i en el lance j . El modelo seleccionado será el que presente la mejor eficiencia estadística expresada en función de la suma de cuadrados residuales.

El análisis de los resultados permitió determinar la condición reproductiva del stock desovante de merluza de tres aletas, los que fueron comparados con los resultados obtenidos en campañas previas.

4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas, en el área y período de estudio

4.6.1 Proporción de captura

En el diseño a emplear para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante, se consideró como unidad muestral el lance de pesca. La información básica que caracterizó el muestreo fue el peso de las especies en kilogramos, además de la información que caracterizó el muestreo como el número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad del lance.

En el diseño se contempló la realización de un censo de lances, al interior de los cuales se tomó una muestra aleatoria de la captura, cuyo tamaño estaba en función a la cantidad extraída. Para esto, al momento de traspasar la pesca desde la red al pozo, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg y su número varió de acuerdo a la siguiente escala de captura.



Intervalo Captura (kg)	Número cajas
< 2000	3
2000 - 6000	4
6000 - 17000	5
> 17000	6

Cada caja fue pesada y posteriormente identificada y en la cual se separaron todas las especies presentes (incluyendo la especie objetivo), para proceder al pesaje de cada grupo de ejemplares de la misma especie. Se debe consignar la dificultad práctica de realizar dicho pesaje en el buque factoría y buque hielero debido a falta de espacio (limita el número de cajas a muestrear) y tiempo disponible, por lo que se limitó el número máximo de cajas a 6.

Para la estimación de la proporción de especie se usó el siguiente estimador:

a) Estimador de la proporción de especie

El estimador de la proporción de la especie e (\hat{p}_e) en la captura total está dado por la siguiente relación:

$$\hat{p}_e = \sum_{j=1}^M \frac{C_j}{C_o} \hat{p}_{ej}$$
$$C_o = \sum_{j=1}^M C_j ; \quad \hat{p}_{ej} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{ejk}}{\sum_{k=1}^K W_{jk}}$$



donde:

- C_j : Captura total en el lance j .
- C_o : Captura total acumulada
- W_{ekj} : Peso de la especie e , en la caja k del lance j .
- W_{jk} : Peso en la caja k del lance j
- M : Número total de lances en el viaje.
- \hat{p}_{ej} : Estimador de la proporción de la especie e en el lance j

donde C_j se estimó a partir de la observación directa de la captura en los pozos de pesca, los cuales se encuentran debidamente cubcados en peso por el Armador del buque.

La expresión para el estimador de la varianza del estimador p_e , está dada por:

$$\hat{V}(\hat{p}_e) = \frac{1}{C_o^2} \sum_{j=1}^M C_j^2 \hat{V}(\hat{p}_{ej})$$

Donde

$$\hat{V}(\hat{p}_{ej}) = \frac{1}{K_j} \frac{1}{\bar{W}_j^2} \frac{\sum_{k=1}^{K_j} [W_{ejk} - W_{jk}]^2}{K_j - 1}$$

$$\bar{W}_j = \frac{1}{K_j} \sum_{k=1}^{K_j} W_{jk}$$

Lo anterior permitió determinar la importancia relativa global para el área de estudio de la fauna acompañante. Posteriormente se agruparon los lances por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías (método gráfico).



4.6.2 Análisis de los datos

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

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de *M. australis*, se agrupó la fauna acompañante por especie en rangos latitudinales. Para estimar la importancia relativa de las especies, se consideró revisar el registro del volumen de captura específico y efectuar la determinación de la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompañante. La importancia relativa se determinó en términos de la contribución a la captura total y en relación a la especie objetivo.

4.6.3 Análisis comunitario

Se consideró realizar este tipo de análisis con el fin de poder establecer e identificar agrupaciones específicas en la fauna acompañante de merluza de tres aletas. Estos análisis consideró dividir el área de estudio en macro zonas, a la vez que cada macro zona se dividió en rangos batimétricos de 100 m de profundidad, facilitando la comparación faunística.

Este análisis consistió básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas dentro de la fauna acompañante, las que se obtienen a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en la clasificación y ordenación de las



especies. Estos métodos numéricos, según Acuña *et al.*, 2004, permiten obtener una visión macro de cómo está estructurada la comunidad a la cual esta asociada la especie objetivo.

4.6.3.1 Identificaciones de agrupaciones específicas

Para la identificación de agrupaciones faunísticas específicas, el área de estudio en cada caso fue dividida según los criterios descritos anteriormente. El análisis consistió en la identificación por macro zona de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenación MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford and Stephenson, 1975).

Ambos métodos requieren la construcción de una matriz de similaridad, la que fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompañante, agrupadas por macrozona. La comparación se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (BC; Bray and Curtis, 1957), según Arancibia 1988 la ventaja de utilizar este índice es que no es afectado por las ausencias (valores cero). La función del índice se expresa por:

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde p número de puntos macro zona rango batimétrico, x_{ij} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ j ” rango batimétrico “ k ” y x_{ik} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ j ” rango batimétrico “ k ”.

Para equilibrar los valores atípicos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia



relativa (CPUA) fueron transformados a través de la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke and Warwick, (1994).

4.6.3.2 Determinación de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)

Una vez establecidas las agrupaciones comunitarias de la fauna acompañante a partir del análisis de clasificación, estas fueron comparadas a través del análisis de similitud ANOSIM de una vía (Clarke y Green, 1988), con el propósito de establecer las diferencias que puedan establecerse entre las agrupaciones comunitarias identificadas. El análisis considera efectuar permutaciones no paramétricas, entre pares de datos, sobre la matriz de similitud obtenida a partir del índice de similitud (**BC**). De esta forma, se obtiene el coeficiente **R** y su respectivo nivel de significancia, global y para todos los pares de datos comparados. El estadístico **R** se encuentra definido por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{(r_B - r_W)}{n * (n - \frac{1}{4})}$$

donde: r_B corresponde al promedio de los rangos de similitud de todos los pares de replicas en las distintas macro zonas y r_W corresponde al promedio de todos los rangos de similitud entre réplicas dentro de cada macro zona.

El valor de **R** puede variar entre -1 y +1. Cuando el valor de **R** es igual o próximo a cero las agrupaciones específicas resultantes no muestran diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA). Por otro lado, cuando el valor de **R** es igual o se aproxima a 1, es indicativo de que las agrupaciones obtenidas presentan diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA.).



Tanto los análisis de clasificación y ordenación como los análisis de similitud (ANOSIM) fueron realizados utilizando el paquete estadístico R.

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

La caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, se efectuó mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica, lances de pesca y navegaciones realizadas durante el crucero de evaluación mediante el sistema de ecointegración Simrad ER-60. Estos datos fueron posteriormente procesados mediante el programa Sonardata Echoview[®].versión 5.3.40.

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

- **Procedimiento de detección y de asignación de ecotrazos de merluza de tres aletas**

Es similar al procedimiento del numeral 4.3.2. con diferencias en el delineamiento del contorno de la región y en la asignación de los s_A , siendo éste el siguiente:



- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de detección superior e inferior en el ecograma.
- 2) Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración y detección.
- 3) Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubicó 3 metros bajo el transductor. En todo caso este factor no fue relevante dada la profundidad media en que se encontraba el recurso
- 4) Limpieza del ecograma, este proceso consistió en definir regiones del tipo “bad regions”, las cuales fueron excluidas de la detección e integración de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido acústico y fuera del contorno de éstos, de tal forma de delinear el borde de la señal acústica.
- 5) Una vez limpio el ecograma se enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estándar provoca cortes en la agregación.
- 6) Asignación de s_A : A fin de asignar correctamente los S_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaban el largo del IBM (0,5 mn), se procedió a



exportar dos tipos de archivos. Uno con “regiones” y otro con “regiones y celdas (IBM’s)”, debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada “región” la sumatoria de los s_A (PRC_NASC) que esta región generaba en cada celda o IBM.

4.7.1 Descriptores morfológicos, batimétricos y de energía

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en tres tipos: morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.* 1996). Y de energía que reflejan la energía retrodispersada por el blanco o agregaciones de peces. Dentro de los descriptores morfológicos estimados para las agregaciones se encuentran: el área transversal, altura, largo, elongación y perímetro. De tipo batimétrico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones, índice de altura (**Fig. 4**) y la variable “pendiente del fondo” (**Fig. 5**) Como descriptores de energía se consideró la energía retrodispersada (expresada en s_A) y densidad acústica expresada en s_A/m^2)

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

$$Se = d_j * e$$

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



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

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

La dimensión fractal (*DFrac*) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997):

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

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

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

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



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

La pendiente del fondo “ α ” medida en grados fue determinada a partir del ángulo formado entre la línea que une los puntos del fondo justo debajo del inicio y término de la agregación y la línea horizontal que cruza el punto del fondo de menor profundidad observado entre ambos y que tiene igual longitud que el largo de la agregación (**Fig. 5**). El ángulo α fue determinado de acuerdo a:

$$\alpha \equiv A \tan \left(\frac{Abs|F_1 - F_2|}{Largo} \right)$$

Los descriptores de energía están referidos a la energía retrodispersada de las agregaciones en unidades de s_A (m^2/mn^2) y a la densidad acústica ($Denst$) de las mismas referidas en unidades de s_A por área (s_A/m^2), determinadas de acuerdo a:

$$s_A = 4 * \pi * (1852)^2 * 10^{\frac{Sv_{prom}}{10}} * Altura\ media$$

Donde:

$$Sv_{prom} = 10 * Log(E) \text{ (dB)}$$

$$E = \sum_{i=1}^N E_i$$

$$E_i = 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$



Altura media= Altura media (m) de la agregación (definida a continuación en descriptores morfológicos).

N: número de muestras utilizadas para calcular S_{Vprom} en la agregación, y

$$Dens = S_A/Area$$

4.7.2 Análisis de los datos

Las agregaciones con su morfología, batimetría y energía asociada se referenciaron considerando su posición geográfica (latitud, longitud). Se aplicó una logaritmización a los datos que no presentaban una distribución normal. Lo anterior fue testeado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, la cual compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada (la normal en este caso). La Z de Kolmogorov-Smirnov se calcula a partir de la diferencia mayor (en valor absoluto) entre las funciones de distribución acumuladas teórica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución normal. Las variables que aún no presentaban una distribución normal fueron analizadas mediante el test de Krustal Wallis para distribuciones no normales

Posterior a la normalización, se aplicó un análisis de varianza de los diferentes vectores a fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre los valores promedios de los descriptores de acuerdo a las subzonas que se separó el estudio), de rangos de fondo (cada 100 metros) y según rangos de la pendiente del fondo. Posteriormente, los datos fueron analizados mediante la aplicación del análisis de componentes principales (ACP). Este método permite resumir la información contenida en la matriz de datos y lograr una representación visual o



geométrica de la información (Rencher, 1995), preservando las características de la observación original.

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose nuevas variables que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables.

Se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), para determinar los componentes que fueron seleccionados como principales para su posterior interpretación.

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

4.8.1 Muestreo a bordo

Los estómagos estudiados fueron obtenidos a partir de los muestreos biológicos de merluza de tres aletas efectuados a los ejemplares capturados en el crucero. Las muestras obtenidas a bordo del B/H Friosur VIII fueron almacenadas en bidones de plástico de alta densidad de 60 l, fijadas y conservadas en formaldehído al 10 % y etiquetadas, registrándose además la información del lance de pesca (fecha, número del lance, y posición) Durante el muestreo también se registró el estado del estómago, clasificándose como vacío, rotos y con contenido.



4.8.2 Procesamiento de las muestras en laboratorio

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de Biología Marina de la Universidad Andrés Bello en Santiago. Allí cada estómago se analizó individualmente. Cada estómago se registró de acuerdo a la identificación que contenía, luego se pesó en una balanza electrónica de 0.1 g de precisión. Una vez extraído el contenido estomacal el estómago vacío se pesó y registró. Las presas se separaron cuidadosamente y se identificaron al taxon más bajo posible. Cada presa se contó y se registró su peso. Los datos generados se ingresan a un archivo electrónico para posteriormente ser cruzados con la información proveniente de los datos biológicos de las merluzas capturadas.

Las presas como peces, crustáceos y moluscos se identificaron, con el apoyo de una lupa microestereoscópica, según claves y/o descripciones que aparecen en la bibliografía especializadas como por ejemplo, Wisner (1976) para peces mictófidios, Cohen *et al.* (1990) para peces Gadiformes y Nakamura (1986), Retamal (2000) y Palma y Kaiser (2003) para crustáceos, entre las más utilizadas. Además, y como complemento, se comparan con especímenes de las colecciones de peces, crustáceos y cefalópodos depositados en el Museo Nacional de Historia Natural en Santiago.

Los especímenes de merluzas de tres aletas estudiadas se separaron en diferentes clases de tallas, de acuerdo a las bases de datos entregadas, y se agruparon de la siguiente forma: Clase I (≤ 39 cm), Clase II (40 - 49 cm) y Clase III (≥ 50 cm). Los valores del recorrido de dicho análisis se obtuvieron por aproximación al histograma producido por el software Past (Hammer *et al.*, 2001)



4.8.3 Análisis de los datos

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

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

Con los datos anteriores es posible estimar la importancia relativa de cada taxon presa utilizando el Índice de Importancia Relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971 *fide* Berg, 1979) según la siguiente ecuación:

$$IIR_i = [(N_i + P_i) \cdot F_i]$$

donde,

N: Porcentaje del número de presas de cada taxón encontrado en los estómagos analizados de la especie objetivo.

P: Porcentaje del peso de las presas de cada taxón, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.



F: Porcentaje de la frecuencia de aparición de cada taxón presa.

i: ítem presa $i = 1, 2, \dots, n$

Los resultados de los descriptores cuantitativos de porcentajes numéricos, frecuencia y peso fueron graficados en un sistema de coordenadas tridimensional propuesto por Cortes (1997). De esta representación se puede inferir algunas características de la especie en estudio como: importancia de la presa (si es dominante o es rara), si el depredador es especialista o generalista, entre las más importantes.

Para establecer diferencias de alimentación por sexo se utilizó el test estadístico no-paramétrico W de Wilcoxon (Zar 1999). Los análisis estadísticos se realizaron con la utilización del software Past (Hammer *et al.*, 2001) de libre disposición en internet.

Con el objeto de estimar si el número de estómagos es el adecuado para realizar el análisis se generó una curva de diversidad trófica, siguiendo lo propuesto por Ferry and Calliet (1996), Cortes (1997) y Gelsleichter *et al.* (1999), la cual grafica el número de estómagos analizados versus el número de especies presas acumuladas. Se consideran los restos de organismos de peces, crustáceos y otros. La utilización de estas curvas tróficas, asume que, cuando la curva alcanza la asíntota, la dieta estaría bien caracterizada con ese número total de estómagos, ya que nuevas especies presas serían cada vez menos frecuentes. A este respecto, Gartland (2002) señala que si todos los animales que son objeto de análisis fueron capturados en el mismo lugar, la asíntota se produciría más rápido, en cambio si los individuos son recolectados en diferentes lugares, requerirá un número mayor de estómagos y la asíntota se generará más lentamente, sin embargo, esta última proveería una mejor representación de la dieta de la especie (Cortes, 1997; Gelsleichter *et al.*, 1999).



5. RESULTADOS

5.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración acústica del sistema de ecointegración del B/H “Friosur VIII” se realizó el 31 de julio del 2012 en Puerto Chacabuco (XI Región). Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 4**. La nueva ganancia se estimó en 26,50 dB.

5.1.1 Lances de pesca

Se realizó un total de 30 lances de identificación con un desarrollo vertical de la boca de la red de 60-70 m, su distribución geográfica y composición de capturas en peso y número se entrega en la **Tabla 5**.

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

5.2.1 Desarrollo del crucero

A fin de explorar el borde norte del área de estudio, la prospección se inició en el 46°45 LS' realizándose tres transectas extras a las 49 ofertadas en la propuesta técnica, iniciándose la prospección el 15 de agosto y finalizando en el 51°00' LS el 25 de agosto. Durante la prospección y dado que en el avance hacia el sur no se detectaban grandes concentraciones de merluza de tres aletas, se puso especial atención a las navegaciones en el área del buque surimero Unión Sur, el cual opera específicamente sobre merluza de tres aletas, sirviendo de referente sobre la ubicación y desplazamiento del recurso.



Las navegaciones continuas norte-sur-norte del buque surimero sirvieron para corroborar que el foco principal de desove aún no había ingresado al área de estudio, esperando poder detectarlo más al sur, sin embargo cerca del límite sur del área y finalizando la prospección, se recibe información referida a que el B/F “Unión Sur” se encontraba operando sobre el recurso objetivo en las cercanías del 47°05' LS, significando que el stock desovante había ingresado al sector norte del área de estudio sin pasar por el sector costero en que se realiza la prospección. Lo anterior, motivó a acelerar el recorrido en la etapa final del área de estudio hasta el 51°00' LS donde luego y por condiciones de mal tiempo se procedió a navegar por zona de canales al sector norte del área de estudio para realizar una re-prospección en la zona de concentración del recurso.

La re-prospección se realizó entre el 46°55' LS y el 47°15' LS cubriendo el foco principal de desove, completándose 5 transectas, separadas cada 5 mn, la cual fue realizada entre el 27 y 28 de agosto.

Se debe consignar que la re-prospección en el norte del área fue posible debido a la modalidad de arriendo del buque, ya que se utilizó el tiempo de holgura disponible.

5.2.2 Validación de la estructura de tallas

El análisis exploratorio de la distribución de frecuencia de tallas del total de lances en la zona de estudio, dio cuenta de una moda principal en el rango entre 38-42 cm y otra secundaria de individuos de mayor tamaño centrada en el rango entre 49-52 cm. Al realizar un análisis más detallado de las distribuciones de tallas por lance, se observa que éstos se pueden diferenciar en dos categorías o grupos principales: Lances del grupo 1 que consideró lances con distribuciones de



frecuencia de individuos de menor tama1o (moda 38-42 cm) y lances del grupo 2 que consider3 distribuciones de frecuencia con individuos de mayor tama1o (moda 49-52 cm) (**Fig. 6**).

En el primer grupo se consideraron 16 lances mientras que en el segundo 11 lances, los tres lances que no se incorporaron no presentaban captura de merluza de tres aletas, de esta forma el test DHG se aplic3 para los lances separados en estas dos categor3as. La prueba muestra que existe diferencia entre los grupos 1 y 2 (**Tabla 6**), pero similitud dentro de ellos (**Tablas 7 y 8**). Obteni3ndose que, al comparar la estructura de tallas de cada uno de los lances del grupo con su estructura de talla general, estas son similares, es decir, se acepta H_0 . En ambos casos.

Dados los resultados del test y considerando las posiciones geogr3ficas de los lances se diferenci3 el 3rea de prospecci3n total en 3 zonas (Zona 1, 2 y 3) m3s la zona de re-prospecci3n (Zona R, que se superpone a la Zona1), determinadas de acuerdo a las siguientes latitudes:

Zona	Latitud	3rea	Lances
1	46°45' LS - 47°17,5' LS	241,8 mn ²	1-2-3-4
2	47°17,5 LS - 48°02,5' LS	338,0 mn ²	5-6-7-8-10-11-12
3	48°02,5 LS - 51°00' LS	1.342,1 mn ²	13-15-16-17-18-19-20-22-23-24-25.
R	46°55' LS - 47°17,5' LS	148,4 mn ²	27-28-29-30.

Las distribuciones de frecuencia del grupo 1 (individuos de menor tama1o) se distribuyeron en las zonas 1 y 3 mientras que las distribuciones de frecuencia del grupo 2 (individuos de mayor tama1o) se distribuyeron en la zona 2 y la zona de retrospecci3n (Zona R).



5.2.3 Biomasa y abundancia

Los estimados se realizaron sobre las tres zonas mas la zona de re-prospección, entregándose los resultados para el total de las zonas 1, 2 y 3 (cruce operación normal) y la zona de re-prospección (Zona R) por separado.

Los resultados muestran que durante la operación normal del cruce no hubo coincidencia con la entrada del foco principal de concentración del recurso, obteniéndose una abundancia que varió entre 25,5 y 25,8 millones de ejemplares según el método aplicado, (**Tabla 9**) con CV que variaron entre 13,1% y 13,5%.

La biomasa total en la prospección normal varió entre 14.152 y 14.336 toneladas según el método utilizado. Los valores de CV fueron bastante similares entre métodos siendo los menores con el método Geoestadístico y Bootstrap e iguales a 8,9% (**Tabla 9**).

Al considerar la zona de re-prospección los resultados cambian notoriamente, reflejando la detección del foco de concentración desovante. La abundancia en la Zona R varió entre 116,4 y 117,4 millones de individuos según el método empleado (**Tabla 10**), el menor CV se obtuvo mediante el método Geoestadístico con un 19,4%

La biomasa en la Zona R varió entre 82.107 y 84.463 toneladas, al igual que en la abundancia el menor CV se obtuvo con el método Geoestadístico e igual a 19,4% (**Tabla 10**)

La **Tabla 11** entrega los resultados obtenidos con el método Geoestadístico de abundancia y biomasa estimados para cada zona por separado, junto al total para



las zonas 1, 2 y 3 y las posibles combinaciones que se podrían realizar sumando la biomasa de la Zona R con las zonas 2-3 y sólo con la zona 3.

De acuerdo a los antecedentes históricos que confirman la entrada de un stock reproductivo, el cual se refleja en el fuerte cambio que se observa en la estructura de tallas del stock especialmente en el mes de agosto, el cual varía desde peces con una estructura de tamaños que presentan una moda entre los 37 y 42 cm, (peces que nos referiremos como “residentes” ya que permanecerían en el área durante el año), a peces “adultos mayores” con una estructura de tallas con rango modal entre 48 y 56 cm, es que se puede inferir que los peces detectados en las zonas 1 y 3 pertenecerían al stock “residente”, mientras que los peces detectados en la zona 2 y por supuesto la zona R pertenecerían al stock migratorio, siendo los peces de la zona 2 un pequeño grupo de avanzada del stock desovante. Dado el desfase temporal entre la prospección por la zona 2 (16-19 de agosto) y la re-prospección en la zona R, contigua a la zona 2 (27-28 agosto), es que se espera que el grupo de avanzada de la zona 2 se encontrara en la zona de desove o zona R al momento de la re-prospección.

En base a lo anterior y respecto a la zona 1, es que considerando que en la Zona 1 el aporte a la biomasa es despreciable y además dada la superposición de áreas entre la zona 1 y la zona R, es que se puede considerar que en la estimación de biomasa de la zona R se estaría incluyendo a los peces de la zona 1, además se observa en la distribución de frecuencia de la zona R una pequeña segunda moda con rangos entre los observados en la moda principal de la zona 1, es decir estarían representados estos peces residentes en la distribución de tallas de la zona R. Respecto a la zona 3, zona de mayor área y donde se habrían detectado peces del stock residente, se puede considerar que estos peces no se trasladarían a la zona de desove, por lo que no estarían incorporados en la estimación hecha en la zona R.



Bajo este análisis lo más acertado para la estimación de la biomasa total, sería considerar la biomasa de la Zona R (biomasa el pulso reproductivo) y agregar la biomasa de la Zona 3 (stock residente), dado que este ultimo grupo permanecería en la zona 3. En este escenario la estimación de la biomasa total de merluza de tres aletas, resultó en la cantidad de 87.759 toneladas con un intervalo de confianza que abarca desde las 61.404 a 114.114 toneladas (CV=18,2%) y una abundancia preliminar de 128,68 millones de individuos con un intervalo de confianza que abarca entre los 89,54 y 167,82 millones de individuos (CV=18,4%).

Los resultados de la abundancia y la biomasa a la talla, obtenidos mediante método Geoestadístico, por Zona y combinados de acuerdo a la **Tabla 11**, se entregan desde la **Tabla 12** a la **Tabla 18**.

En la estimación de la abundancia, se empleó la información de distribución de frecuencia de tallas de las captura y las relaciones peso-longitud (**Tabla 19**) obtenidas durante el crucero de prospección.

5.2.4 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

El área prospectada durante la prospección normal alcanzó a 1.922 millas náuticas cuadradas. Como se explicó anteriormente en el primer recorrido no se detectó algún foco de abundancia resultando un centro de gravedad en los 48°13' LS.

Al descartar la Zona 1 y considerando la Zona R como referente principal de la estimación de biomasa se tienen dos escenarios; uno considerando el resto del área prospectada, sumando la Zona 2 y 3 a la zona R, y otro, considerando solamente la Zona 3 como complemento a la biomasa total. En el primer caso el CG se ubica en los 47°16' LS (**Fig. 7**) mientras que en el segundo caso el CG se



desplaza levemente más al norte a los $47^{\circ}14'$ LS (**Fig. 8**), en ambos casos el CG detectado se ubica muy al borde norte del área de estudio, muy similar al año pasado pero con un desfase temporal cercano a los 10 días (después) respecto a la entrada del stock desovante del año anterior. El 2011 el CG se ubicó en la latitud $47^{\circ}19'S$. El año 2009 el CG se ubicó en los $48^{\circ}06'LS$, también mas al norte que los años anteriores 2008 y 2007 donde el CG se ubicó en la latitud $48^{\circ}38'S$ y $48^{\circ}24'S$, respectivamente. El año 2006 se ubicó en la latitud $49^{\circ}15'S$, mientras que el 2005 el CG de la distribución estuvo centrado en la latitud $48^{\circ}46'S$. El año 2004 el recurso se encontró ubicado mas al sur (CG $50^{\circ}10'S$) y el año 2003 el CG se localizó en la latitud $47^{\circ}45'S$. Los años 2002 y 2001 el centro de gravedad de las distribuciones se ubicó en la zona central y sur del área de estudio, en las latitudes $48^{\circ}27'S$ y $49^{\circ}42'S$ respectivamente.

La distribución batimétrica media de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 150 y 430 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 290 metros, detectándose en promedio 50 metros mas profundo que el año anterior.

Los semivariogramas obtenidos a partir de la información recopilada en las transectas se ajustan en las 4 zonas analizadas. En la estimación del semivariograma se utilizó una amplitud de lag igual a la distancia entre muestras (0,5 mn).

La distribución espacial estudiada en cada sector a través del variograma experimental y modelado con un modelo teórico del tipo esférico en las zonas 1, 2 y R, y exponencial en la zona 3 (**Fig. 9**), modelos que a su vez representan fenómenos naturales continuos (Roa y Tapia, 2000), mostró para todas las zonas una clara estructura espacial de baja zona de influencia y correlación espacial (**Tabla 20**), esto es 2,5 mn para el área 1 y 2; 3,4 para el área 3 y 1,8 para el área R, con un nivel de varianza no explicada que representó entre un 14,7% para la



estructura espacial más continua (zona 1) y 34,5% para la menos continua y valores de nugget entre 0,9 y 4,7. Por su parte, la intensidad del patrón espacial y variabilidad de los datos mostró un alto nivel de dependencia espacial (Spd) mayor al 65% en todos los casos analizados con un sill menor en el área 3 (5,3) y mayor en el área R (13,5) (**Tabla 20**).

El índice de bondad de ajuste utilizado (GoF) con bajos valores indicó un buen ajuste entre los modelos ajustados y el valor experimental calculado en cada zona. El análisis anisotrópico de los variogramas direccionales hace referencia a un comportamiento isotrópico en los sectores analizados, por cuanto el comportamiento de los parámetros meseta y rango mostraron similitud en los distintos ejes evaluados (0°, 45°, 90° y 135°) y principalmente en el variograma omnidireccional.

La concentración característica de este recurso en el período de desove en el área de estudio, se refleja en el valor estimado para el Índice de Gini, el cual alcanzó un valor de 0,98, bastante similar al año anterior (0,99) y al 2009 (0,98), 2008 (0,88) y 2007 (0,96) reflejando la conducta de esta especie en desove, ejemplares muy agregados en una estrecha área. Las curvas de Lorenz confirman lo anterior (**Fig. 10**), resaltando el presente resultado como uno de los que registra una distribución mas gregaria del recurso junto al año 2011, con el recurso en una situación muy similar concentrado en el límite norte del área, al año 2004, donde el recurso se encontró concentrado en el límite sur del área en proceso de migración post-desove, y al año 2009, donde el recurso se encontró concentrado al centro del área. Por el contrario las distribuciones más homogéneas se registran los años 2002 y 2001, donde se registraron mayores estimados de biomasa y una distribución más amplia del recurso en la mayor parte del área



5.2.5 Evaluación de fuentes de error

Las fuentes de incerteza que afectan a la evaluación y que no fueron posibles de medir, fueron minimizadas, tales como: el timing, realizando el crucero en el período y zona de mayor agregación del recurso; la variabilidad espacio temporal, realizando los lances lo más cercano a la detección; y la re-insonificación del recurso, la cual a pesar de no detectarlo en una primera instancia, la información *in situ* del B/F “Union Sur” que finalmente se encontró operando sobre el recurso, permitió re-prospectar la zona de desove detectando el stock desovante. La fuente de error que se pudo cuantificar y compensar fue la pérdida de información por cabeceo y roleo del buque durante la prospección, la cual también se minimizó realizando las transectas en sentido oeste-este.

También se cuantificó la incerteza asociada a la evaluación acústica generada por diferentes fuentes de error mediante la metodología propuesta por Rose *et al.* (2000) y recomendada por O’Driscoll (2004), bajo un enfoque de simulación. El método simulado fue el de Hansen considerándose como fuentes de error en la estimación de la biomasa los estimadores involucrados en el factor de eointegración (fuerza de blanco promedio (\overline{TS})), la composición de tamaños (\hat{P}_k), peso medio (\hat{W}_k) y las lecturas acústicas por intervalo básico de muestreo (\hat{R}). Para cada una de las fuentes de error se determinó su distribución de probabilidad asociada y se realizaron 5.000 simulaciones Montecarlo en el proceso de estimación de la biomasa, con el objetivo de obtener una estimación de la incerteza del estimado.

Esto dio como resultado una estimación de La biomasa y sus límites de confianza para el área total (zona R + zona 2) de 84.500 t aproximadamente, con un



coeficiente de variación de un 46 % y un intervalo de confianza que fluctuó entre 8.167 y 160.815 t. La **Tabla 21** entrega los estimados de biomasa mediante el método simulación de Montecarlo para las cuatro zonas analizadas.

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

5.3.1 Composición de tallas y proporción sexual

5.3.1.1 Muestreos

El total de merluzas de tres aletas medidas durante el crucero de investigación para el análisis de las estructuras de tallas fue de 3.874 individuos (**Fig. 11**), con 2.324 machos y 1.550 hembras, correspondiente a 27 lances con capturas del recurso.

El tamaño de muestras obtenido en el estudio sobrepasaron los estimados de tamaños de muestra mencionados en la propuesta técnica, en donde se indica que entre 22 y 24 lances se debe muestrear en promedio 100 ejemplares de la especie para obtener un índice de error de 0,05 en machos y 0,04 en hembras; lo que en el caso de este crucero fue sobrepasado, muestreándose en promedio 144 ejemplares por lance; observándose que de los 27 lances, 7 fueron censados.

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

Como ha sido habitual, en el área y período de desove, la estructura de talla registrada fue principalmente de ejemplares adultos (**Fig. 11**), con escasa



presencia de juveniles (1,6% <35 cm), registrando una talla promedio total de 46 cm y un predominio de las hembras de 57% respecto de los machos (43%).

La composición de tallas de merluza de tres aletas registró básicamente dos modas adultas (**Fig. 11**), una principal entre 36-45 cm y otra moda secundaria de tallas mayores entre 48-63 cm (**Fig. 11**); siendo esta última la moda adulta que ha sido habitualmente registrada en los estudios anteriores (Lillo *et al.* 2002, 2004, y 2005; Córdova *et al.* 2003, Saavedra *et al.* 2006, 2007, 2008 y 2009); sin embargo, en el año 2012 se registró una menor presencia. En el caso de las hembras, presentaron una distribución de talla desplazada a la derecha y con mayor talla promedio (48 cm) respecto de los machos (44 cm, **Fig. 11**).

Latitudinalmente, la estructura de talla registró un gradiente norte a sur, en sentido que en el área Taitao registró una mayor presencia de ejemplares adultos de tallas mayores entre 48-63 cm, pasando a una disminución de esta moda hacia el sur, incrementando la presencia de la moda adulta de menor talla entre 36-45 cm hacia el área Trinidad-Concepción (**Fig. 12**). Este gradiente, muestra que el recurso no está distribuido homogéneamente en el área, siendo la estructura de talla del área Taitao la que está principalmente asociada a la mayor concentración y abundancia del recurso en el área de estudio.

Durante el período de estudio fue posible reevaluar la zona de mayor concentración del recurso, denominada zona R (46°55'-47°17,5' S); entre el 27 y 28 de agosto de 2012; cuya estructura de talla se caracterizó por una moda adulta entre los 48-63 cm (**Fig. 13**), es decir la fracción que se caracteriza por su migración a desovar proveniente de aguas atlánticas (Lillo *et al.* 2002 y 2004). Previamente, entre el 15 y 25 de agosto de 2012 se evaluó toda el área sin registrar alta presencia de esta moda adulta, como es posible observar en la **Figura 13** en las denominadas Zonas 1 2 3. Además, al comparar la zona 1 y zona R, que comprende la misma



área, pero en diferentes fechas de evaluación (zona 15-16 de agosto y zona R 27-28 de agosto), es evidente la diferencia, tendiendo a una mayor concentración de la fracción adulta entre 48-63 cm hacia fin de mes con fines reproductivos; antecedente que, dadas las diferencias en las estructuras de talla, es posible registrar un cambio (desfase) en el patrón reproductivo de esta especie en el año 2012.

En sentido batimétrico, la moda adulta entre 48-63 cm, que marca el foco de actividad reproductiva, se encuentra a una mayor profundidad, entre los 300-399 metros en el área Taitao (**Fig. 14**). Mientras, la moda adulta de menor tamaño (36-45 cm) tiende a distribuirse en una mayor amplitud batimétrica entre los 100 y 299 m. Esta estratificación batimétrica de la fracción adulta (48-63 cm) a mayor profundidad, podría responder a un comportamiento directamente asociado al proceso de desove.

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

La estructura de talla registrada en el estudio fue analizada respecto de la estructura de talla del recurso registrada en la captura comercial del buque arrastrero fábrica surimero (dirigido a la captura de merluza de tres aletas), en la misma área y período de estudio (**Fig. 15**). La distribución total de talla del crucero respecto de la distribución del buque fábrica no muestra similitud (**Fig. 15**). Sin embargo, la estructura del buque fábrica, que se caracteriza por ser una moda adulta entre los 48-63 cm, es similar a la estructura de talla registrada en el crucero para la zona R (área re-evaluada) y el área Taitao; coincidiendo ambas con la estructura del foco principal de concentración reproductiva registrada en el período de estudio.



5.3.1.4 Distribución de talla del crucero 2012 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2012 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los diez cruceros anteriores (**Fig. 16**), del 2001 al 2011 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012 respectivamente), realizados para la misma área de estudio con similar metodología.

Como es habitual durante el período reproductivo de la especie, el área de estudio se caracteriza por una alta presencia de adultos en la zona, no obstante, es posible observar que la moda de adultos entre 50 y 65 cm, registrada en la distribución de talla de merluza de tres aletas en los primeros años de la serie con ~70%, ha tendido a bajar su proporción llegando al año 2012 a 34%, a lo cual se agrega el aumento en la presencia de adultos entre 35 y 49 cm (65%, **Fig. 16**). Por otro lado, en la serie de los años de estudio, el 2012 marca una diferencia en la proporción sexual respecto de años anteriores, prevaleciendo las hembras respecto de los machos (**Fig. 16**), condición que puede ser una característica del foco de concentración registrado en esta especie.

5.3.2 Estructura de edades del stock

El muestreo Biológico Específico en que se registra talla, peso corporal, peso de la gónada, sexo, estado de madurez sexual y se extrae el par de otolitos sagitta de los ejemplares, estuvo compuesto por ejemplares cuyo rango de tallas fluctuaba entre los 26 y 67 cm de longitud total. Para el objetivo de estudio de la edad se colectó una muestra de 2.103 pares de otolitos (1.216 machos y 842 hembras). El muestreo para el estudio de edad es dirigido a obtener la mayor cobertura de las tallas presentes en las capturas.



Una gráfica de la dispersión de las longitudes de los peces según los lances de pesca en que se efectuó muestreo biológico (comprende la extracción de otolitos), se presenta en la **Figura 17**. En cada lance el 50% de los datos se muestra en la caja, en la que interiormente se representa con una línea el valor de la mediana. Los círculos vacíos y asteriscos representan valores marginales. Si la distribución de las tallas dentro del lance fuese simétrica, entonces la mediana aparecería centrada dentro de la caja de datos y bigotes.

Se aprecia en su composición interna (**Fig. 18**) que la fracción de machos usualmente se presenta con medianas y rangos menores de longitud que lo que se observa en hembras, siendo una condición típica de este recurso que presenta dimorfismo sexual. En general, para machos se presenta la mediana en los 45 cm (rango 28-63 cm) y para hembras en 50cm (30-67cm). En sentido latitudinal, el lance 2 representa el muestreo obtenido más al norte del área estudiada. El lance 1 no se considera dado que se realizó levemente al norte del área de interés, luego del lance 2, que corresponde a la fase de de inicio la prospección, los muestreos/lances avanzan hacia el sur hasta llegar al lance 25 (lance 26 sin muestreo biológico). Los lances 27 a 30 corresponden a un regreso a la zona inicial del área de interés.

En una vista general, considerando los muestreos de longitudes de todos los lances de este crucero, la distribución de frecuencia de tallas observadas presentó en machos la moda principal concentrada en las clases de talla 38-40 cm y una moda secundaria en la clase 48 cm. En hembras, las clases de tallas predominantes estuvieron en los 42 y 50-52 cm.



Para merluza de tres aletas, en ambos otolitos de cada par colectado se empleó un tratamiento de hidratación y pulido, de manera de realzar los *annuli* que permiten la asignación de la edad.

Las claves edad talla (CET) empleadas para el presente estudio, corresponden a las elaboradas a partir de la edad observada en los otolitos, en los cuales se desarrolló el análisis empleando técnicas de preparación, que facilitan la observación (Ojeda y Muñoz, 2008; www.ifop.cl, Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, merluza de tres aletas).

5.3.3 Relaciones peso - longitud

Las funciones peso-longitud (**Tabla 19**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación, representan la dispersión de las variables que se muestra en la **Figura 19**.

Si se compara las estimaciones que entregan las curvas teóricas que describen las funciones peso-talla en los últimos 10 años en que se ha realizado el crucero de investigación de este recurso, se tiene que en el 2004 y 2006 ha sido donde se han registrado los menores pesos corporales de este período (**Fig. 20**), lo cual en tales años, es coincidente con la presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente, también se puede apreciar que durante los cruceros 2011- 2012 el recurso se encontraba, en el caso de machos, en su estado de peso dentro de la franja superior de los valores promedios observados a la talla. En el caso de hembras, se presentó con valores de peso a la talla intermedios respecto de la serie histórica.



5.3.4 Abundancia por grupos de edad

La estructura de edades fue estimada a partir de las claves edad-talla correspondiente al crucero de prospección realizado en el área de estudio. Los grupos de edades presentes en las capturas obtenidas durante los lances de identificación comprendieron a ejemplares pertenecientes a los grupos de edades 2 a 24 (**Tabla 22 y 23**).

Dada las características especiales de dispersión en que se encontraba el recurso al momento de la prospección, la abundancia obtenida en el crucero se trabajó en base a zonas geográficas parciales. La abundancia del stock desovante del año 2012, se estimó en base a la adición de lo registrado en la zona 3 (12.280.207 ejemplares) con lo estimado para la zona reinspectada (zona R: 116.398.703 ejemplares), lo que indica una abundancia del stock de 128.678.910 millones de ejemplares.

Tanto en la zona 3 como en la zona R reinspectada, se obtuvo la abundancia separada por sexos empleando la proporción sexual macho:hembra que proporcionaban los muestreos asociados a cada zona.

La abundancia final del crucero separado por sexo se presenta en la (**Tabla 22 y 23**), en donde se aprecia que existió un 61% de machos (77.999.763 ejemplares) y un 39% de hembras (50.679.147 ejemplares).

La estructura de edad está compuesta por numerosos grupos que van fluctuando en intensidad lo que es típico de observar en este recurso. Se destaca en machos y hembras, un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en el GE IV, correspondiente a talla promedio 39 – 40 cm (**Tabla 22 y 23**). Una moda secundaria se presenta



en la fracción más adulta en el GE VIII en machos y GE VIII y X en hembras, con tallas promedio entre 48 cm y 52 cm (**Tabla 22 y 23**).

Considerando en general los GE que aportan un 5% ó más a la estructura de la abundancia se observa que, en machos el 78% lo constituyen 7 grupos que corresponden desde GE IV a X, en hembras en cambio, una fracción similar la constituyen 9 grupos de edad, entre IV - XII.

Esta especie presenta un crecimiento notablemente lento después de la edad 7, con incrementos en longitud muy pequeños de año en año (Ojeda *et al.*, 1998). Esto se traduce, en la práctica, en que existe un rango de tallas (48 – 60 cm) que contiene una gran variedad de edades como se puede apreciar en las matrices de composición por GE de la abundancia (**Tablas 22 y 23**).

Las estimaciones de abundancia de merluza de tres aletas durante el presente estudio (128,7 millones de ejemplares) son 23% inferior a los obtenido en el año 2011 (166,8 millones de ejemplares) y la biomasa estimada de 87.759 t fue un 32% inferior a la del año 2011 (129.427 t), lo que indica estar ante un componente de individuos de menor tamaño en general.

Se presenta en la **Tabla 24** la abundancia por GE, con su respectiva desviación estándar y coeficiente de variación (CV) asociado. Como es característico el CV toma valores elevados en los casos donde la información es escasa y en los grupos de modales más relevantes (>5%) este coeficiente alcanza valores entre 5 y 21 %.

5.3.5 Serie histórica

Las estructuras de edades de las abundancias registradas en los Cruceros de Investigación 2001-2012 se presentan en la **Figura 21**, en porcentaje (**Fig. 21A**) y en número de individuos (**Fig. 21B**). A modo de referencia se incluyó también la



estructura que constituye la remoción que corresponde a la pesquería anual (período 2001 y 2011), que actúa preferentemente en el segundo semestre del año, considerando ambos sexos en común (Ojeda *et al.*, 2012).

Si se observa la columna A de gráficas en la **Figura 21**, en donde se presenta la estructura por GE en porcentaje, se aprecia que la moda en la pesquería (representada con barras vacías) tiene tendencia a manifestar modas principales en edades de adultos jóvenes, como se presenta GE III, IV, V; VI, VII, VIII, IX y X en el 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 respectivamente, moda que se sigue secuencialmente su traspaso de año en año (**Fig. 21 A**).

Los GE destacados en la pesquería se observan a su vez en el período de concentración para desove, pero con menor intensidad, indicando una posible permanencia de este grupo en la zona ó al menos sugiriendo que no siguen el mismo comportamiento de los peces más adultos, de los cuales se aprecia su mayor presencia en las gráficas referidas a época de cruceo de investigación.

La estructura por GE de la abundancia al momento del cruceo de evaluación del stock desovante, presenta una característica particular en los peces nacidos antes de la clase anual 1998, señalada en la **Figura 21** como **ca98**. Se observa que en los años 2001, 2002, 2003 y 2005, la estructura está focalizada hacia peces más adultos en el período de desove. En los años 2004 y 2006, en que se ha encontrado en el área de estudio una fuerte componente de peces en fase de post desove, se observa una baja representación de la fracción de adultos mayores, los cuales posiblemente siguiendo su patrón de migración ya no están presentes en el área en su máxima concentración.



El stock en el año 2007 presentó parte de su composición concentrada en forma importante en peces del GE XVIII y mayores, no obstante igual se presenta el GE IX de forma relevante, siguiendo la trayectoria de la marcada moda del GE VIII que se produjo en el año anterior. Durante el crucero 2008, se destacó el GE X (clase anual 1998), representando un 10% de la abundancia (**Fig. 21 A**) y se registró además un ingreso notable del GE IV (clase anual 2004), el cual, se pronosticaba como un aporte importante para el año 2009 y en los años sucesivos, de no mediar cambios significativos en el medioambiente que alteren su ciclo de vida.

Durante el 2009, se confirmó la clase anual 2004 encabezando la moda estructural, correspondiendo a una marcada moda principal (GE V, **Fig. 21 B**). El crucero de investigación que permite la visita a la zona en el mes de agosto no se realizó durante el 2010 y el crucero de investigación 2011 mostró una estructura por grupos de edad del stock desovante con marcadas características de composición a partir de adultos jóvenes, presentando el GE III (**ca08**) como moda principal y el GE VIII como moda secundaria.

En el año 2012, se acentúa la composición focalizada aún con mayor intensidad que el año anterior hacia los GE más jóvenes, con moda principal en GE IV (**ca08**).

En la **Figura 22** se muestra la estructura demográfica separada por sexo de la serie de once años en que se ha realizado cruceros de evaluación del recurso en el área de interés, tanto en composición de abundancia por tallas (gráficas de la columna izquierda), como por GE (gráficas de la columna derecha). Se puede apreciar las numerosas edades que componen la estructura de tallas del recurso.



Si se observa la abundancia por clases de talla, se puede apreciar que en los años 2001 a 2003, 2005 y 2007, la abundancia presentaba su mayor componente en la moda constituida por las clases de talla desde 52 a 60 cm, con una moda secundaria en clases de talla menores que se fue intensificando en el tiempo.

En cuanto a los años 2004 y 2006, son los años considerados atípicos, con características de visita a terreno en etapa en que ha pasado la máxima concentración para el desove. Se aprecian con estructuras de tallas diferentes, si bien presentan moda en tallas entre 56-60 cm, tienen a su vez marcada moda en peces más pequeños entre las marca de clase 42-50 cm.

Desde el año 2008 al 2012, la estructura de tallas se presentó fuertemente conformada por peces menores a 50 cm.

La **Figura 22** permite apreciar el predominio de los machos en las clases de talla menores ó iguales a 50,5 cm, señalando con ello la mayor vulnerabilidad de los ejemplares machos ante el arte de pesca de arrastre, que si bien para el crucero de investigación este va preparado para evitar escape a través de las mallas, en la pesquería también se presenta la saturación del copo, impidiendo la salida de ejemplares pequeños, lo que hace un efecto similar.

En relación a los grupos de edades, la clase anual que nació en 1998 (**ca98**), es un ejemplo de secuencias que se siguen en forma notable a través del tiempo (**Fig. 21 y 22**), muestran una estabilidad en el paso secuencial año tras año. No así otras clases anuales, en que si bien se destacan y pueden seguirse parcialmente en su continuidad, pueden corresponder a adultos con un sistema de migración diferente, como se mencionó anteriormente.



Que la moda principal en una estructura de tallas (por ejemplo la correspondiente al año 2001) esté constituida por numerosos grupos de edad representa una ventaja significativamente alta ya que el impacto de la pesca lo reciben varias clases anuales, las cuales por su condición pueden ser más ó menos exitosas en el desarrollo de su vida, dependiendo de las condiciones medioambientales que hayan favorecido su supervivencia y desarrollo.

5.3.6 Edad y estados de madurez

Si se considera una talla media de madurez sexual (50%) de 36,0–36,5 cm de longitud total (Córdova *et al.*, 2003, Saavedra *et al.*, 2012) , la estructura del stock estimado de merluza de tres aletas que es $\geq 36,0$ cm corresponde a 96% en machos y 98% en hembras, lo cual se puede considerar como propio de la concentración en este período de actividad reproductiva del recurso en el área de estudio, no obstante para estudiar en forma más particular la población se revisó la relación de los estados de madurez que ha presentado últimamente este recurso en relación a la edad en que alcanza el 50% de madurez .

Se presenta la fracción de peces maduros en relación a la edad observada en las muestras analizadas, incluyendo los cinco últimos años, en que se realizó crucero de investigación en la zona (**Fig. 23**). Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideró como sexualmente inmaduros los peces en estado de madurez sexual macroscópico (EMS) 1 y 2 y como peces maduros a aquellos en EMS 3, 4 y 5.

El macho maduro de menor edad correspondió a **GE II**, desde allí en adelante, los peces en esta condición (maduros), se prolongan hasta la edad máxima observada en este crucero que es GEXXII, lo cual deja de manifiesto 21 clases anuales visitando la zona de desove para formar parte del proceso reproductivo,



de las cuales los grupos más jóvenes presentan elevada abundancia y son los que principalmente aportarán a la descendencia.

La hembra de menor edad que se encontraba en estado maduro pertenecía a **GE III**, presentándose ejemplares en la zona de desove hasta GE XXIV, lo que brinda 22 clases anuales que participan del proceso reproductivo, en donde las edades con mayor abundancia de peces están concentradas en GE IV a GE XII.

En la serie histórica, la fracción de machos maduros (FMM) en un 50% se presentó en el **GE II** (valor con decimal= 2,3) en el crucero de investigación 2007, en el **GE IV** (valor con decimal= 3,7) en el crucero 2008, en el **GE III** en el crucero de investigación 2009 (valor con decimal= 2,7), en el **GE IV** (valor con decimal= 3,7) en el crucero 2011 y en el **GE III** (valor con decimal= 2,6) en el crucero de investigación en el 2012.

Las hembras en cambio, alcanzan su madurez (50%, FHM) a edades mayores, siendo en el **GE III** (valor con decimal=2,9) en lo observado en el 2007, **GE V** (valor con decimal=4,5) en el 2008, en **GE III** (valor con decimal=3,4) en el 2009, **GE V** (valor con decimal=4,7) en el 2011 y en el **GE IV** (valor con decimal= 3,6) en el crucero de investigación en el 2012 (**Tabla 25**).

Según lo indicado precedentemente, en machos el $GE_{50\%}$ ha oscilado en el período 2007-2012 entre 2,3 y 3,7 años, en cambio hembras se ha registrado su $GE_{50\%}$ entre 2,9 y 4,7 años. Cada año las hembras alcanzan su GE de primera madurez a una edad mayor que machos, con una diferencia que oscila entre 0,6 a 1 año (**Tabla 25**).

Para el año 2012, según sexo, los $GE_{50\%}$ indicados precedentemente de 2,6 en machos y 3,6 en hembras equivalen aproximadamente a talla media de 33,5 cm



en machos y de 38,1 cm en hembras, valores obtenidos en base a la estructura etaria presentada en la **Tabla 22 y 23**.

Para lo estudiado en el período de desove 2012, las fracciones de peces inmaduros corresponden a 1% de machos, correspondiente a ejemplares bajo el GE en que se manifiestan una FMM_{50%} y un 3,5% de hembras bajo FHM_{50%}, fracciones mucho menores a lo registrado el año 2011 en que los machos inmaduros constituían el 15,3 % y las hembras inmaduras un 18,8%.

Una vista conjunta de las curvas de edad - madurez para el período 2007 – 2012 se presenta en la **Figura 24**. Se aprecia de forma gráfica el desplazamiento de GE_{50%} en los diferentes años, registrándose este parámetro entre los grupos de edad II y IV para machos y entre los grupos III y V para hembras. El GE_{50%} no presenta tendencia y su oscilación responde a la conformación del stock que se reúne a desovar, cuyo cambio en la serie histórica de la estructura del stock por tallas y edad se puede apreciar en la **Figura 22**.

5.3.7 Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica.

Dado que todo lo mencionado en ajustes de curvas edad versus madurez procede de observaciones macroscópicas de las gónadas, se presenta en esta sección un reporte del grado de concordancia que se tiene entre la clasificación de peces “maduros” ó “inmaduros” de acuerdo a las estimaciones que se realiza mediante:

- observación macroscópica de las gónadas
- observación microscópica de las gónadas (empleando técnicas histológicas)



Se empleó la data histórica del período 2007 a 2011, para obtener tablas de doble entrada que permitiesen medir similitudes y diferencias, de donde se obtuvieron los resultados que se señalan en la **Tabla 26**.

Cada año arrojó que entre el 96% al 99% de las observaciones son coincidentes, es decir, que la clasificación macroscópica es avalada por la clasificación microscópica en el rango de clasificación de peces maduros e inmaduros, lo que da una base que permite señalar que las ojivas de edad versus madurez macroscópicas cuentan con apoyo en la clasificación de acuerdo a las observaciones microscópicas (por histología).

Por otra parte es importante destacar que el análisis histológico es preferible (Saavedra *et al.*, 2012) a la clasificación que se realiza en el trabajo de campo (macroscópica). Los $GE_{50\%}$ estimados en base a madurez macroscópica versus edad, pudiesen contener una sobreestimación del parámetro, dado que existe una cantidad de observaciones (estados de madurez) que siendo estado maduro se clasifican como inmaduras al usar el criterio macroscópico.

Para el ajuste de la edad versus el estado de madurez microscópico/histológico, se proporcionó la base de datos de edad de cruceros de investigación al Comité Científico del recurso Merluza de tres aletas, que funcionó durante el año 2012, quienes la solicitaron en virtud que disponían de recursos (Horas-Hombre) lo que les permitiría desarrollar el trabajo de concatenación de data y procesos para determinación de $GE_{50\%}$ basado en estados de madurez microscópico/histológico.



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

La condición reproductiva de la merluza de tres aletas se analizó en base al procesamiento de 2.013 ejemplares (machos: 1.183; hembras: 830) muestreados en 26 lances de identificación, de los cuales, 821 ovarios fueron procesados histológicamente para un análisis microscópico de la actividad gonadal. Los tamaños de los machos fluctuaron entre 28 y 63 cm, mientras que las hembras, entre 29 y 67 cm longitud total (LT). Los datos se agruparon considerando la separación entre las etapas de “Prospección normal” y de “Re-prospección” (Zona R), además de los grupos de interés denominados Zona 1, 2 y 3 definidos de acuerdo a la distribución de tamaños de los ejemplares en el área de prospección.

5.4.1 Índice gonadosomático

Etapas de “Prospección normal” (Zonas 1-2-3)

El IGS medio (**Tabla 27; Fig. 25 y 26**) en machos fue 13,3% (d.s. = 8,8) y en hembras fue 10,2% (d.s. = 6,0), valor de IGS que puede estar influenciado, en ambos sexos, por la presencia de juveniles en la muestra. Al considerar los ejemplares mayores e iguales a 36 cm, los que serían sexualmente maduros (Saavedra *et al.*, 2009), el IGS señaló 14,1% (d.s. = 8,6) en los machos y 10,6% (d.s. = 5,8) en las hembras. La dispersión de los valores del índice reflejado en la desviación estándar se explica por la presencia tanto de ejemplares en desarrollo tardío, en actividad de liberación de gametos e inmaduros.



Etapas de “Re-prospección” (Zona R)

En esta zona re-prospectada el valor de IGS (**Tabla 27; Fig. 25 y 26**) en machos fue 10,2% (d.s. = 6,6) y en hembras de 13,2% (d.s. = 7,3). Para los ejemplares mayores a 35 cm LT el IGS correspondió a 10,6% (d.s. = 6,6) en machos y a 13,3% (d.s. = 7,3) en las hembras.

Zonas 1, 2 y 3 del área de “Prospección normal”

Entre la diferenciación por zonas (**Tabla 27; Fig. 25 y 26**), en machos el IGS medio fluctuó de 8,1% en la Zona 1 a 16,9% en la Zona 2, mientras que en las hembras varió de 5,1% en la Zona 1 a 13,4% en la Zona 2. Al considerar sólo la fracción parental (≥ 36 cm LT) la tendencia se mantuvo con menores registros en machos (8,3%) y hembras (5,4%) de la Zona 1 y los valores más altos para ambos sexos en la Zona 2 (machos: 17,2%; hembras: 13,5%).

La tendencia temporal del IGS medio de la fracción parental durante las etapas de prospección (**Fig. 27**) mostró similar comportamiento para machos y hembras, caracterizándose por registros relativamente bajos al inicio del crucero en la Zona 1. En los lances de identificación de la Zona 2 y Zona 3 el IGS presentó valores relativamente altos con gradual tendencia al descenso, experimentando la mayor caída en los últimos lances de la Zona 3. En la Zona R (re-prospectada) el IGS indicó un incremento. En toda la prospección, en machos, el IGS fluctuó de 3,6% a 20,0%, mientras que en las hembras de 2,1% a 15,8%.

La distribución temporal del IGS reflejó que la merluza de tres aletas se encontró en un proceso reproductivo en desarrollo.



5.4.2 Análisis macroscópico

5.4.2.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

Etapa de “Prospección normal” (Zonas 1-2-3)

La clasificación macroscópica de las gónadas (**Tabla 28; Fig. 28 y 29**) mostró en los machos el marcado predominio de la fase de evacuación activa (EMS IV) con 94%, respecto a testículos en maduración (EMS III) (2%), en fase de regresión (EMS V) (0,2%) e inmaduros (EMS II) (4%). El coeficiente de variación de la proporción de la fase más representada no superó el 1% (EMS IV: 0,6%); en tanto, el CV excede el 10% en el resto de las fases que constituyen menor incidencia en la captura (EMS II: 11%; III: 24; V: 71%).

En las hembras predominaron notoriamente las gónadas en maduración (EMS III) con 86%, en relación a ovarios en desove (EMS IV) (2%) e inmaduros (EMS II) (12%). El CV fue inferior a 2% para la proporción de la fase predominante en la captura (EMS II: 6%; III: 1%; IV: 28%).

Al agrupar las fases macroscópicas, el 96% de los machos y el 88% de las hembras presentaron algún grado de actividad (EMS III+IV). Estos antecedentes indicaron que en las zonas prospectadas 1 a la 3 la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en proceso reproductivo, principalmente en actividad de evacuación en los machos y en estado de maduración avanzada en las hembras.



Etapa de “Re-prospección” (Zona R)

Al re-prospectar la Zona 1, la proporción de las fases en los machos (**Tabla 28; Fig. 28**) mostró prácticamente la totalidad de las gónadas en evacuación (EMS IV) con 99%, respecto a 1% en maduración (EMS III). No se observaron testículos inactivos (EMS I+II+V).

En las hembras (**Tabla 28, Fig. 29**) se observaron diferencias en las fases macroscópicas respecto a la primera prospección de la Zona 1, caracterizándose por un aporte importante de ovarios en maduración (EMS III) (53%) y en desove (EMS IV) (36%), y con menor frecuencia, gónadas en regresión (EMS V) (7%) e inmaduras (EMS II) (4%). El CV fue inferior a 10% para la proporción de las fases predominantes en la captura (EMS II: 43%; III: 6%; IV: 10%; V: 29%).

Al agrupar las fases macroscópicas, el 100% de los machos y el 89% de las hembras presentaron algún grado de actividad (EMS III+IV). Estos antecedentes indicaron que en la Zona 1 re-prospectada la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en proceso reproductivo, en maduración tardía y con importante aporte al desove.

5.4.3 Análisis microscópico

5.4.3.1 Dinámica ovárica y tipo de desove

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



5.4.3.2 Estadios de madurez sexual (EMS)

Etapa de “Prospección normal” (Z 1-2-3)

El análisis histológico de los ovarios (**Tabla 29; Fig. 30**) mostró mayor frecuencia de hembras con desarrollo gonadal, predominando marcadamente la fase en madurez tardío (EMS III) con 78%, en relación a la madurez inicial (EMS II: 4%) y a los estados indicadores de desove (EMS IV+V: 8%). La fracción inactiva correspondió 4% de ejemplares en regresión (EMS VI) y 6% de inmaduros (EMS I). El CV fue inferior a 2% para la proporción de la fase predominante en la captura (EMS I: 10%; EMS II: 17%; III: 2%; IV: 16%; V: 21%; VI: 16%).

Etapa de “Re-prospección” (Zona R)

En la Zona 1 re-prospectada, la proporción de ovarios (**Tabla 29; Fig. 30**) indicó el predominio de ejemplares con desarrollo gonadal, destacando las hembras en maduración tardía (EMS III: 41%) y con actividad de desove (EMS IV: 37%; EMS V: 15%). Una fracción menor se encontró en maduración inicial con 4% (EMS II), en regresión con 3% (EMS VI) e inmaduras con 1% (EMS I). Los CV fueron inferiores al 11% para las proporciones de las fases predominantes en la captura (EMS I: 100% (un ejemplar); II: 43%; III: 8%; IV: 10%; V: 19%; VI: 50%).

Al agrupar las fases gonadales, en la “Prospección normal” (Zonas 1 a 3), el 90% de las hembras presentaron actividad de desarrollo gonadal (EMS II al V), de las cuales, 8% se encontró con evidencia de desove activo (EMS IV + V), mientras que en la re-prospección de la Zona 1, el 96% presentó actividad gonadal, pero con 52% de las hembras en procesos de desoves. De los antecedentes se desprende la evolución del proceso reproductivo hacia el inicio de los desoves



masivos en las hembras de la Zona 1 re-prospectada, respecto a lo observado en la primera etapa de prospección.

El análisis de la proporción de fases gonadales por lances de identificación entre el 15 y 28 de agosto (**Fig. 31**), mostró en la prospección hasta el 23 de agosto el predominio marcado de hembras en desarrollo tardío (EMS III), con menor aporte tanto de ovarios en maduración inicial (EMS II) (al inicio de la quincena), con evidencia de desove (EMS IV y V) y regresionados (EMS VI) (desde mediados de la quincena). Desde el 24 de agosto los lances se caracterizaron por el incremento en la frecuencia de hembras con actividad de desove, lo que indicó el cambio en la condición hacia el inicio de los desoves masivos (principalmente en ejemplares de la Zona 1 re-prospectada). Las hembras en regresión (EMS VI) destacaron en dos lances entre 24 y 25 de agosto. Las hembras inmaduras (EMS II) sobresalieron marcadamente en lance del 23 de agosto (Zona 3).

La proporción de fases de madurez por grupos de tamaños de las hembras mostró, en los lances del crucero normal (Zonas 1, 2 y 3) (**Fig. 32**), que bajo los 36 cm LT predominaron notoriamente los ejemplares inmaduros (EMS I) con 87%, los que también se observaron con menor aporte en el siguiente grupo 36-40 cm (15%). Las hembras de longitudes a partir del grupo 36-40 cm se caracterizaron por mayor contribución de fases de desarrollo gonadal (> 78% actividad), principalmente en maduración tardía (EMS III). Respecto a la Zona R que se superpone a la Zona 1 (**Fig. 33**), se observó similar compromiso al evento reproductivo desde el grupo 36-40 cm, pero con mayor frecuencia de la condición de desove en todos los grupos de tamaños.



Zonas 1, 2 y 3 del área de “Prospección normal”

Al agrupar los ejemplares por zonas (**Tabla 29; Fig. 34**) se observó similar frecuencia de fases de madurez, con predominio en todas las zonas de hembras en desarrollo tardío (EMS III). El bajo aporte al desove se centró en las hembras de la Zona 3, mientras que la madurez inicial se presentó mayormente al inicio de la prospección en la Zona 1. De este análisis se desprende semejante condición reproductiva de las hembras en el área de la prospección normal.

De los resultados de los indicadores se desprende que la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración tardía durante la prospección normal y con importante aporte al desove en la re-prospección de la Zona 1.

5.4.3.3 Comparación entre el estimado macroscópico y microscópico de estadios de madurez sexual.

Si bien, tanto las determinaciones macroscópicas como microscópicas fueron concordantes en términos de identificar ovarios en desarrollo avanzado e hidratados, el análisis histológico es preferible dado que entrega certeza y precisión en la identificación de ovarios desovantes recientes, mediante la presencia de folículos postovulatorios, así mismo de la incidencia de atresia ovocitaria, información necesaria al momento de seleccionar las hembras para el estimado de fecundidad, evitando de esta manera la subestimación del parámetro. También permite discernir con precisión ovarios virginales de aquellos en regresión (inmaduros reincidentes) para el ajuste de ojiva de madurez.



5.4.3.4 Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico

La **figura 35** muestra la distribución del IGS medio según la fase de desarrollo del ovario. En ejemplares inmaduros (EMS I) y en la fase inicial (EMS II) el IGS no alcanzó el 5%, mientras que incrementó notoriamente a partir de la maduración tardía (EMS III) (12%) con el máximo en la fase de hidratación (EMS IV) (16%). En ejemplares que iniciaron los desoves sucesivos el IGS disminuye (EMS V) (9%) llegando a un valor bajo en ovarios en regresión al término del periodo reproductivo (EMS VI) (1%).

5.4.4 Ojiva de madurez

Para el ajuste de la ojiva de madurez se usó la clasificación microscópica en 821 hembras entre 29 y 67 cm de LT. La hembra madura más pequeña midió 34 cm y desde los 40 cm prácticamente el 100% se encuentra madura sexualmente.

Como en evaluaciones anteriores al recurso, las hembras de tamaños inferiores en torno a los 35 cm estuvieron débilmente representadas en los lances, correspondiendo al estrato de tamaños de transición a la componente adulta, de manera que se debe tener en consideración en el estimado de la talla de madurez. En este contexto, complementariamente se entrega un ajuste de madurez que agrupa los registros microscópicos de evaluaciones de 2001 al 2012 ($n= 6.358$), con las limitaciones propias al compilar pulsos reproductivos anuales.

El ajuste de la ojiva para las hembras de la evaluación de 2012 indicó la talla de madurez en 35,5 cm (LI: 33,7; LS: 36,6), mientras que para las hembras de evaluaciones 2001-2012 fue 36,7 cm LT (LI: 36,1; LS: 37,3) (**Fig. 36**). En la **figura 37** y **tabla 30** se entregan las estimaciones de madurez al recurso en campañas hidroacústicas de 2001 al 2012.



5.4.5 Fecundidad

La merluza de tres aletas es un desovador parcial con fecundidad anual determinada, de esta manera se calcula la fecundidad total como el equivalente al número de ovocitos en desarrollo vitelogénico de hembras pre-desovantes, constituyéndose esta moda en ovocitos comprendidos entre 450 y 1.125 μm (Lillo *et al.*, 2002).

La fecundidad total se estimó en 117 hembras que presentaron la condición de maduración tardía sin evidencia de desove previo, fluctuando de 103.340 ovocitos en una hembra de 39 cm (315 g) a 1.083.838 ovocitos en una hembra de 63 cm (1.800 g). La fecundidad promedio fue 400.441 ovocitos (CV 55%), lo que significó 38% menor a lo estimado en la evaluación de 2011.

La fecundidad relativa promedio fue 456 (CV 23%) ovocitos por gramo de peso corporal (menos el peso del ovario) con una fluctuación de 239 a 695 ovocitos, representando una disminución de 16% respecto al promedio de 2011. La **Tabla 29** entrega los estimados de fecundidad en campañas hidroacústicas en el periodo de 2001 al 2012.

La fecundidad total en función del peso corporal y la longitud total presentó un mejor ajuste al modelo potencial (**Tabla 32; Fig. 38 y 39**).

5.5 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio.

Para el desarrollo del presente objetivo, se realizó un análisis general para la zona completa, complementado por una división histórica de zonas, separadas de la



siguiente manera, zona Taitao comprendida entre 45° 30'S – 47° 29'S, zona golfo de Penas comprendida entre 47° 30'S – 48° 59'S, zona Trinidad-Concepción comprendida entre 49° 00'S – 51° 00'S, además de la zona de reospección incluida este año, la que comprendió entre 46° 55'S – 47° 15,5'S

Además de esto las especies identificadas, fueron nombradas por un código de tres letras para hacer más fácil su identificación, lo cual se describe en la **Tabla 33**, junto con su nombre científico.

5.5.1 Proporción de captura

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 30 lances de pesca de identificación, de los cuales, 27 (90%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 28 (93,3%) y 18 (60%) lances de identificación, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta por merluza de tres aletas (48,23%), merluza de cola (46,62%), merluza del sur (3,77%), brótula (0,73%), congrio dorado (0,26%), cojinoba (0,17%), reineta (0,08%), jibia (0,07%), tollo de cachos (0,07%), calamar (0,003%). (**Fig. 40**).

Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola representa el 90,05%, seguida en importancia por merluza del sur con 7,28%, brótula 1,41%, congrio dorado 0,51%, cojinoba 0,34%. En tanto que las especies calamar, tollo de cachos, reineta y jibia completan el 0,42% restante.

En cuanto a la captura efectuada en cada una de las zonas en la que se divide el área de estudio (**Fig. 41**), se tiene que para la primera zona denominada Taitao, la principal especie capturada correspondió a merluza de cola (60,50%), de la captura efectuada en la zona, le siguieron en importancia merluza de tres aletas,



con 34,90%; merluza del sur (4,05%), brótula (0,38%), y congrio dorado (0,14%), cojinoba (0,04%), tollo de cachos (0,04%). No registrándose capturas de reineta, jibia y calamar.

Para la zona denominada golfo de Penas la riqueza de especies es mayor que para el área anterior, siendo la especie más capturada merluza de cola (50,67%), seguida en importancia por merluza de tres aletas (41,37%), merluza del sur (6,6%), brótula (0,3%), reineta (0,29%), congrio dorado (0,21%), cojinoba (0,17%), tollo de cachos (0,17%), jibia (0,15%), y calamar (0,01%).

Dentro de la zona Trinidad – Concepción, se observa que el 57,84% de la captura en la zona estuvo compuesta por merluza de cola, seguida por merluza de tres aletas (34,86%), merluza del sur (3,86%), brótula (2,41%), congrio dorado (0,74%), Cojinoba (0,13%) y tollo de cachos (0,027%), no registrándose presencia de reineta y calamar.

En la zona de re-prospección, se observa el valor más alto por zonas para merluza de tres aletas (82,54), seguido por merluza de cola (17,0%), cojinoba (0,41%), merluza del sur (0,04%), brótula (0,01%), no registrándose ninguna de las otras especies recurrentes como reineta, jibia, congrio dorado, calamar y tollo de cachos. (**Fig. 41**).

Al observar los resultados en relación con la participación de cada una de las especies presentes en la captura total, efectuada por veril de profundidad, considerándose cinco veriles de 50 m de profundidad cada uno, se tiene que el veril localizado entre 100 m y 150 m de profundidad (veril 1), presentó la menor diversidad de especies, observándose principalmente merluza de cola (87,95%), seguido por merluza de tres aletas (10,42%), merluza del sur (0,80%), y cojinoba



(0,83%). Las especies reineta, jibia, congrio dorado, calamar, brótula y tollo de cachos, no se registraron en ninguno de los lances realizados a esta profundidad.

El veril 2 (151 m a 200 m), presentó una alta abundancia de merluza de tres aletas (71,64%), seguida por merluza de cola (26,46%), merluza del sur (1,83%), como las más recurrentes y con mayor número de ejemplares por lance realizado, en cambio congrio dorado, brótula y cojinoba, presentan tan solo el 0,07% de la participación total. Mientras otras especies recurrentes como reineta, jibia, calamar y tollo de cachos, no estuvieron presentes en este veril.

El veril 3 (201 m a 250 m), destaca por presentar la mayor riqueza de especies, observándose nueve especies de diez que han sido observadas dentro del área total. Encontrándose, merluza de cola (52,60%), merluza de tres aletas (41,21%), merluza del sur (4,20%), brótula (1,19%), congrio dorado (0,43%), jibia (0,10%), tollo de cachos (0,10%), reineta (0,09%) y cojinoba (0,08%), no observándose a esta profundidad calamar.

En el veril 4 (251 m a 300 m), la presencia es casi totalmente dominada por las tres especies de merluzas, merluza de cola (63,65%), merluza de tres aletas (33,48%), merluza del sur (1,68%), seguido muy por debajo, por cojinoba (1,15%) y brótula (0,04%), no encontrándose en este veril, reineta, jibia, congrio dorado, calamar, tollo de cachos .

En el veril 5 (301 m a 350 m), se observaron porcentajes muy similares para las especies merluza de cola (43,31%), y merluza de tres aletas (40,52%), seguidas por merluza del sur (14,84%), reineta (0,58%), cojinoba (0,53), jibia (0,15%), y calamar (0,07%), no observándose congrio dorado, brótula, tollo de cachos. (**Fig. 42**).



5.5.2 Identificación de agrupaciones para el crucero 2012

De la información contenida en los lances de identificación y los veriles de profundidad establecidos para la zona de estudio, se elaboró una matriz de captura estándar para todas las especies capturadas durante la realización del crucero. A partir de esta matriz se efectuaron dos tipos de análisis, el primero, consiste en un análisis de clasificación por conglomerados (“*cluster*”), mientras que el segundo análisis se basó en la clasificación de las entidades (lances – veril) por el método de ordenación (“NMDS”). Para tal efecto, se consideró como unidad de muestra el lance de pesca de identificación clasificado por veril de profundidad, a partir de los cuales se construyó la matriz de entrada para cada tipo de análisis. Además el mismo procedimiento se realizó para la información histórica de los cruceros precedentes (periodo 2001-2011), con el objetivo de establecer cambios históricos de la fauna acompañante. Para ello se utilizó la data proveniente de los cruceros de evaluación efectuados entre el 2001 y 2009 (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004, Lillo *et al.*, 2005, Saavedra *et al.*, 2006, Saavedra *et al.*, 2007, Saavedra *et al.*, 2008, Saavedra *et al.*, 2009, Saavedra *et al.*, 2010, Saavedra *et al.*, 2012)

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados para los lances del presente crucero (**Fig. 43**), muestra la presencia de un gran grupo, muy homogéneo mostrando en general niveles de similitud superiores al 60%. Este grupo presentó una composición faunística bastante homogénea donde las especies dominantes son merluza de cola, merluza de tres aletas, merluza del sur. De este grupo se exceptúan solo dos observaciones, el lance 14, donde sólo se capturó merluza de cola, y el lance 30, también monoespecífico, pero para merluza de tres aletas.



A partir del análisis de ordenación (**Fig. 44**) se observa una agrupación formada por merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, estableciéndose como los componentes faunísticos principales en la zona de estudio, así mismo se puede identificar otro grupo compuesto por congrio dorado y brótula, mientras reineta, jibia, cojinoba, calamar y tollo de cachos, se presentan como entidades individuales (**Fig. 44a**).

De esta forma se observa un alto grado de correlación entre, las entidades lances de pesca-veril con las tres especies de merluzas presentes en la zona de estudio (**Fig. 44b**), lo cual resulta coincidentes con la ordenación de los grupos obtenidos del análisis de clasificación (**Fig. 43**).

Adicionalmente se efectuó un análisis de similitud (ANOSIM) de una vía a partir del resultado obtenido del análisis de clasificación, esto como método de validación estadística para verificar diferencias entre las agrupaciones resultantes. El resultado obtenido del análisis de similitud (ANOSIM) de una vía obtenido a su vez, del análisis de clasificación, pone en evidencia que las agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas, estimándose un valor global del estadístico $R = 0,857$ (*valor-p* < 0,001). Este método de validación estadística se realizó para verificar diferencias entre las agrupaciones resultantes.

5.5.3 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012.

Al igual que para los lances del crucero 2012, se analizó mediante cluster y NMDS la información histórica de lances de identificación efectuados para todos los cruceros realizados desde el 2001 al 2012. Esto se realizó con el fin de observar diferencias interanuales en la composición de especies.



El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por año (**Fig. 45**), muestra la presencia de dos grupos, con niveles de similitud superiores al 60%. El primer grupo está compuesto por la información proveniente del crucero de 2003, caracterizado por una baja abundancia de individuos, colectados como fauna acompañante. El segundo grupo compuesto por los cruceros realizados, durante los años, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, y 2012 se caracterizan, por presentar valores semejantes en toda la serie de años, con dominancia de merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur para todos estos años.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 46**), se observó una agrupación formada por merluza de tres aletas, merluza de cola, merluza del sur, considerándose como los componentes faunísticos principales en la zona de estudio para todo el período. Otras agrupaciones se observan entre brótula, congrio dorado y reineta, otra distinta a la anterior conformada por, cojinoba, calamar y tollo de cachos, las cuales no son significativas para la información existente, la especie jibia se presenta como una entidad individual (**Fig. 46a**). Observándose un alto grado de correlación entre los cruceros, con las tres especies de merluza capturadas en la zona de estudio (**Fig. 46b**), especies las cuales se establecen como especies principales.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, entrega un $R = 0,497$ (*valor-p* = 0,001), evidenciando que las agrupaciones resultantes no presentan diferencias estadísticas.



5.5.4 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012, analizada por zona.

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por año y zona (**Fig. 47**), muestra la presencia de seis grupos, con niveles de similitud superiores al 60%. La primera variable representada por la zona 3 en el año 2003, se caracteriza por presentar el valor más bajo de presencia de merluza de tres aletas y merluza de cola de la serie completa, la ausencia de merluza del sur, y una baja presencia de especies componentes de la fauna acompañante. La segunda variable en análisis corresponde a la zona 1 en el año 2007, en donde la única observación existente, corresponde a una baja presencia de reineta. La tercera variable es similar a la antes analizada y corresponde a la zona 3 del año 2007, donde se observa, presencia de merluza de tres aletas y reineta, como los únicos componentes faunísticos presentes. El cuarto grupo está conformado por los cruceros realizados durante el 2001, 2004 y 2005, todos de la zona 1, los que se caracterizan por la presencia de merluza del sur, merluza de cola, cojinoba y reineta, destaca además uno de los niveles más bajos de merluza de tres aletas, en el año 2004. El quinto grupo corresponde a la zona 1 y 2 del crucero del año 2003, zonas 2 y 3 del año 2004, y la zona de repospección del presente año, grupo el cual se caracteriza por la alta presencia de merluza de tres aletas, y merluza de cola, baja participación de merluza del sur, y alta presencia de reineta a excepción de la zona de repospección del crucero 2012. El sexto grupo, es el grupo que reúne la mayor cantidad de variables, dentro del cual, se consideró una distancia de similitud menor que en el grupo anterior, considerando semejanzas mayores al 65%, resultando dos sub- agrupaciones, la primera compuesta por la zona 2 y 3 del crucero del año 2008, y las tres zonas de los cruceros de los años, 2009, 2010, 2011, 2012; grupo que se caracterizó por la máxima riqueza de especies, contando con la totalidad de especies observadas, para todos los



cruceros realizados hasta la fecha, destacando entre ellas, la dominancia de las tres especies de merluza, reineta, congrio dorado, brótula y cojinoba. En la segunda sub-agrupación, conformada por las zonas 2 y 3 del año 2001 y 2005, la zona 2 del año 2007, la zona 1 del año 2008, y las tres zonas de los años 2002 y 2006, en este grupo se observa la presencia de merluza de tres aletas, siendo la especie dominante, con una presencia absoluta en todos los años, además de ser la más abundante, seguida por merluza de cola y del sur, se observa también presencia en todas las zonas de cojinoba, además de baja presencia y abundancia de reineta, jibia y congrio dorado, especies las cuales están presentes en solo tres zonas, y no existen observaciones de brótula, calamar, y tollo de cachos.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 48a**), se comprueba la cercanía de las tres merluzas, estableciéndose como los componentes faunísticos principales en las tres zonas establecidas para todo el periodo analizado, otro grupo lo conforman las otras cinco especies de peces (reineta, brótula, congrio dorado, cojinoba, y tollo de cachos), mientras que las dos especies de cefalópodos (jibia y calamar), se encuentran como entidades individuales (**Figura 48a**). Se aprecia también un alto grado de correlación entre los cruceros analizados por zona, con las tres especies de merluza observadas las que se establecen como las especies principales, en toda el área de estudio (**Figura 48b**),.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, entrega un **R = 0,646** (*valor-p* < 0,001), evidenciando que las cinco agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas.



5.5.5 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012, analizada por veril.

El análisis de clasificación por conglomerados, realizado por año y veril (**Fig. 49**), muestra la presencia de ocho grupos, con niveles de similitud superiores al 60%, y tan solo uno con un nivel de 57% de similitud. El primer grupo se compone por la variable, veril 1 para el año 2004, y veril 6 del año 2007, caracterizados por la presencia exclusiva de reineta en una muy baja proporción. El segundo grupo es el que presenta un nivel de similitud de 57%, acá se incluyen el veril 1 de 2006, y los veriles 1 y 2 de 2008, en este grupo se observa una alta participación de merluza de cola, y baja de merluza de tres aletas, el veril 1 de 2008, se encuentra separado del otro par, pues presenta exclusivamente participación de merluza de cola y con valores muy altos. El tercer grupo reúne a los veriles 4 y 5 de los años 2003 y 2004, el cual nos muestra una relación más estrecha entre merluza de tres aletas, merluza de cola y reineta en las cuatro observaciones. El cuarto grupo compuesto por los veriles 5 y 6 del año 2005, relacionados entre ellos por presentar exclusivamente merluza de cola y del sur, y en proporciones similares. El quinto grupo, muestra la presencia de las tres especies de merluza observadas en la zona, además de presencia de cojinoba, aunque no en un nivel alto. En el sexto grupo se encuentra solo una variable, y corresponde al veril 1 del año 2002, el cual muestra merluza de tres aletas con mucha abundancia, y baja abundancia de merluza del sur, no observándose merluza de cola, como ocurre en la mayoría de los casos. El séptimo grupo conformado por los veriles, 2 del año 2004, 3 y 4 de 2009, desde veril 1 a 4 de 2011, y desde veril 1 a 5 de 2012, caracterizados principalmente por, la presencia de merluza de cola, merluza de tres aletas y merluza del sur, en orden de abundancia para todas las observaciones, se destaca también la presencia exclusiva en este grupo de calamar, y tollo de cachos, presencia de reineta, congrio dorado, cojinoba, y brótula, en niveles más bajos que para otros años, así también, en esta agrupación jibia destaca con altos niveles de abundancia. El octavo y último



grupo, se conforma por los veriles 1 al 3 de 2001, 2 al 5 de 2002, 2 y 3 de 2003, veril 3 de 2004, 1 al 4 de 2005, 2 al 6 de 2006, 1 al 3 de 2007, 3 y 4 de 2008, 1 y 2 de 2009, en este grupo se destaca la superioridad de merluza de cola, merluza de tres aletas, y merluza del sur, por sobre el resto de especies, pero al contrario de la zona anterior, se observa una dominancia compartida entre merluza del cola y de tres aletas, relegando a un nivel de menor influencia a la especie merluza del sur, se observa también una presencia importante de reineta, participación en un nivel discreto de cojinoba, le sigue, una muy baja abundancia y participación de jibia, así también para brótula especie para la cual se tienen registros solo en los años 2008 y 2009; para las especies calamar y tollo de cachos no se observa ningún registro en este grupo, similar situación se observa en congrio dorado, especie para la cual sólo se observan dos registros en este grupo.

Por último y en base al análisis de ordenación (**Fig. 50**), se mantiene la cercanía de las tres merluzas, estableciéndose como el componente faunístico principal en los veriles establecidos, para todo el periodo analizado. Otro conjunto lo forman congrio dorado, brótula y cojinoba, un tercero formado por calamar y tollo de cachos, sin lograr ser determinante en el análisis, el único componente que logra ser más influyente es jibia, especie la cual además se encuentra como una entidad individual (**Fig. 50a**). Se aprecia además, un alto grado de correlación entre los cruceros estudiados por veril, con las tres especies de merluza capturadas en la zona de estudio (**Fig. 50b**), las que aparecen como especies principales, sin embargo jibia, se observa influenciando fuertemente en el veril 5 del 2003, y veril 3 del 2009; así también en el veril 2 de 2003 y 2006, pero de manera más débil.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, evidencia diferencias estadísticas entre las agrupaciones resultantes, obteniéndose un **R = 0,752** (*valor-p* < 0,001).



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

5.6.1 Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 34** donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas, detectándose un total de 49 agregaciones.

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron un largo promedio de 400 metros con un rango de variación, que fluctuó entre los 26 m y los 2.153 m (CV 1,02). El alto promedio fue de 19 m, con un rango entre 7 y 29 m (CV 0,30). La relación de aspecto o elongación fluctuó entre 1 y 119 (CV 1,02) presentando un valor promedio de 22.

El perímetro presentó un promedio de 3.112 m y un rango de distribución con valores entre 207 m y 26.802 m (CV 1,46). El área de las agregaciones presentó un amplio rango de variación entre 385 y 38.389 m² (CV 1,07) con promedio en 7.618 m². La dimensión fractal alcanzó un valor promedio de 1,39 reflejando este año una tendencia formar agregaciones definidas en los bordes. El valor mínimo fue de 1,05 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,73 (CV 0,13).

Batimétricamente las agregaciones se distribuyeron en profundidades entre los 168 y 423 m en la columna de agua (CV 0,22) presentando una profundidad promedio de 280 m. El fondo marino fluctuó entre los 192 y 1.476 m (CV 0,58) resultando en promedio 541 m. El Índice de altura, que permite ubicar las



agregaciones con respecto al fondo del mar, presentó un valor promedio de 38%, con valores que fluctuaron entre el 6 y el 82% del fondo (CV 0,57).

Los valores de la pendiente del fondo donde fueron detectadas las agregaciones variaron entre 0,01 y 49,2° con un promedio de 9,3°.

Los valores de energía acústica fluctuaron entre los 114 y 109.939 s_A con un promedio de 3.109 s_A (CV 5,06). La densidad acústica medida en s_A/m^2 , varió entre 0,02 y 4,95 con promedio de 0,3 s_A/m^2 (CV 2,18).

5.6.2 Descriptores según zona

A fin de analizar el comportamiento de los descriptores de acuerdo a la diferenciación de zonas detectadas en el área de estudio, se separaron las agregaciones de acuerdo a éstas, los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 35**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. El mayor número de agregaciones se ubicó en las zonas 2 y 3 con 17 detecciones cada una, seguida de la zona R con 8 y finalmente la zona 1 con 7 detecciones.

La **Tabla 36** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por zona. De acuerdo a ésta, el alto, la pendiente y ambos descriptores de energía no presentarían diferencias significativas entre zonas, sin embargo se debe destacar que el valor promedio de ambas descriptores energéticos es notablemente mayor en la zona R, que en el resto de las zonas con 16.452 s_A v/s 585 s_A en zona 1, 569 s_A en zona 2 y 408 s_A en zona 3, por lo que la aceptación de la hipótesis (no hay diferencias significativas) se explica por el bajo número de agregaciones sumado a un



amplio rango de variación lo que hace un desviación estándar muy alta de 38.114 s_A en la zona R.

Las agregaciones de la zona R presentaron el mayor valor promedio del largo, seguida de la zona 3, el menor valor promedio se detectó en la zona 2. El alto no presentó diferencias significativas pero el menor valor promedio se detectó en la zona 1. La elongación presenta la misma tendencia que el largo, con el máximo en la zona R y el menor valor en la zona 2 (**Fig. 51**). El tamaño de las agregaciones reflejado en los valores promedio de área, fue mayor en la zona R, seguida de la zona 3, las agregaciones de menor tamaño se detectaron en la zona 2 (**Fig. 52**).

Respecto a las variables batimétricas, la profundidad de agregaciones muestra que las agregaciones de la zona R (zona de desove) se ubicaron en promedio a menor profundidad que las agregaciones en el resto de las zonas, mientras que las agregaciones de la zona 2 se detectaron en mayores fondos que en el resto de las zonas, significando que en la zona 2 las agregaciones se encontraban más lejanas a la costa, lo cual podría implicar que era un grupo migratorio de avanzada entrando por fuera. En la zona 2 también se detectó a las agregaciones más alejadas del fondo que en el resto de las zonas (**Fig. 53**), así como también fue la zona en que se detectó la mayor pendiente promedio del fondo (**Fig. 54**).

El valor de s_A promedio fue notoriamente mayor en la zona R, implicando una mayor concentración del recurso en dicha zona, aun cuando el análisis de varianza no muestre diferencias significativas entre zonas, como se mencionó anteriormente, esto se explica debido al alto valor de la desviación estándar resultante en la zona R lo que genera un amplio intervalo de confianza (CV 2,32) el cual abarca los intervalos más pequeños de las otras áreas. Los



valores de densidad también fueron notoriamente mayores en la zona R, seguida de la zona 2, zona que se cree también contenía agregaciones pertenecientes al foco reproductivo (**Fig. 54**).

5.6.3 Descriptores según rango de fondo

La **Tabla 37** entrega los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de los descriptores para cada rango de fondo. El fondo referido en las tablas y gráficos comprende todo el rango, es decir el rango 200 comprende desde los 200 m hasta los 299 m, excepto el rango de 600 m, el cual incluye ocho agregaciones que se detectaron en fondos sobre los 699 m, alcanzándose un máximo de profundidad cercano a los 1.480 m, lo que provoca que el mayor número de agregaciones (14 detecciones) se detecte en el rango superior de fondo, seguido del rango de 300 m (11 detecciones), de 400 m, 200 m y 500 m con 9, 8 y 7 detecciones, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza según rangos de fondo, se entrega en la **Tabla 38**, en ésta se aprecia que sólo las variables batimétricas profundidad de agregaciones e índice de altura presentaron diferencias significativas en los diferentes rangos de fondo, en el resto de los descriptores no se observaron diferencias estadísticas.

Aun cuando las variables morfométricas no presenten diferencias notables, en el rango de 200 m se observa el menor valor promedio del alto y en el rango de mayor profundidad se observen los mayores valores del alto, esto provoca que los valores de elongación promedio presenten la tendencia contraria (mayor valor en el menor rango de fondo y menor valor en el mayor rango) dado que los valores del largo promedio de agregaciones se mantienen sin diferencias significativas en todos los rangos de fondo (**Fig. 55**). Las agregaciones de



mayor tamaño reflejado en los valores de área, se ubicaron en el rango entre 200 y 299 m de fondo, el perímetro no presenta diferencias visuales (**Fig. 56**).

Los descriptores batimétricos presentan diferencias significativas según rango de fondo. La profundidad de agregaciones presenta su menor valor en el rango de 200 m, aumentando posteriormente ante mayores rangos de fondo, para mantenerse a partir del rango de 300 m de fondo hacia abajo en una profundidad cercana a los 280 m en la columna de agua. Lo anterior se refleja al observar el índice de altura (**Fig. 57**) en donde se aprecia que éste descriptor aumenta notoriamente a medida que aumenta el fondo a partir de los 300 m que es el rango donde las agregaciones se estabilizan en su profundidad en la columna de agua, indicando que las agregaciones se encuentran más distanciadas del fondo a mayores profundidades. La pendiente o inclinación del fondo tiende a aumentar desde el rango de 300 m debido a la caída del talud continental.

Los descriptores de energía s_A presentan su mayor valor promedio en el rango de 300 m de profundidad, situación que se repite como el año anterior. La alta variabilidad registrada en el rango de 300 m respecto a los valores de energía y dada por la presencia de foco reproductivo en dicho rango de fondo genera un CV tan alto que permite la aceptación de la hipótesis de la no existencia de diferencias significativas tanto en los s_A como en los valores de densidad acústica (**Fig. 58**).

5.6.4 Descriptores según pendiente del fondo

La **Tabla 39** entrega los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de los descriptores para cada rango de pendiente del fondo. El rango de 5° de la pendiente del fondo incluye los ángulos de inclinación hasta



5°, el rango 10° incluye los ángulos entre 5° y 10° de inclinación, mientras que el último rango de 15° incluye todas las pendientes mayores a 10°, abarcando pendientes registradas hasta un máximo de 49° de inclinación.

El mayor número de observaciones se registró en la zona de pendiente intermedia ($5^{\circ} < 10^{\circ}$) con 23 detecciones, para disminuir el número de registros a 19 en el menor rango de pendiente ($< 5^{\circ}$) y a 7 en el rango de mayor pendiente.

La **Tabla 40** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por rango de inclinación de la pendiente del fondo. La mayoría de los descriptores no presentaron diferencias significativas entre rangos inclinación de la pendiente del fondo ubicándose el área y el índice de altura en la zona de indecisión con sigmas iguales a 0,035 y 0,043, respectivamente.

Aun cuando el largo no presenta diferencias estadísticas, éste presenta sus valores máximos en fondos con inclinaciones de hasta 5°, luego ante aumentos en la pendiente el largo disminuye para presentar un mínimo en fondos con el máximo rango. El alto no presenta diferencias significativas, provocando que la elongación presente la misma tendencia observada en el largo de agregaciones disminuyendo su valor promedio ante aumentos en la pendiente (**Fig. 59**).

Las variables perímetro y área presentan una tendencia similar que el largo ante cambios en la inclinación del fondo, mayor valor en la menor inclinación y disminución de éste ante aumentos en la inclinación del fondo (**Fig. 60**).

La profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas ante cambios en la pendiente del fondo, siendo levemente menor en el menor rango de inclinación. La profundidad del fondo tampoco presenta diferencias



estadísticas, pero el mayor valor promedio se presenta en el rango con mayor pendiente (levemente), implicando que el índice de altura presente similar comportamiento (**Fig. 61**).

El descriptor de energía s_A si bien se ubica en la zona de indecisión por su valor de sigma cercano a 0,05, visualmente se aprecia una notable diferencias entre los valores según rangos de pendiente, detectándose el mayor valor en los fondos con menor pendiente. La densidad de las agregaciones no presenta diferencias pero el mayor valor también se ubica en la zona de menor inclinación (**Fig. 62**).

5.6.5 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 34** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas.

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes ($r > 0,79$) entre las variables: largo-área, largo-elongación, s_A -densidad, largo-perímetro, elongación-perímetro, fondo-índice de altura, elongación-área y perímetro-área, respectivamente (**Tabla 41**).

La **Tabla 42** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los componentes.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los primeros 3 componentes cumplen la condición, explicando en conjunto el 79,8% de la variabilidad total. El componente 1 aporta con un valor propio de 4,21 explicando el 42,1% de la variabilidad total, mientras que el



componente 2 aporta el 22,4% de la variabilidad (valor propio= 2,25). El componente 3 con valor propio de 1,53 aporta el 15,3% d la variabilidad total.

La **Tabla 43** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, elongación, perímetro, área y dimensión fractal presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, respectivamente, agrupando un grupo principal de agregaciones con mayor tamaño, mayor longitud y bien definidas en sus contornos. El segundo componente relaciona a agregaciones con valores altos en sus variables energéticas s_A y densidad y que presentan un mayor valor en el descriptor alto de agregaciones. El tercer componente relacionó a las agregaciones que presentaban menores valores del alto en fondos mas bien bajos (**Fig. 63**).

5.6.6 Resultados serie histórica

La **Tabla 44** entrega los valores promedio para la serie histórica 2001-2012 (año 2010 no se realizó crucero) de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía, más sus respectivos coeficientes de variación (CV). Morfométricamente se observa que el valor del largo promedio, presenta una disminución respecto al año 2011 del 26%, tendencia a la disminución que viene desde el año 2008 a la fecha. El alto presenta similar situación, con una baja el 2012 del 7% respecto al 2011 y tendencia a la baja desde el 2008. El área y perímetro también presentan disminuciones respecto al 2011 de un 28% y 39%, respectivamente, estando en general todas las variables morfométricas muy por debajo de los valores promedios de la serie histórica 2001-2011 (**Fig. 64**).

Los datos batimétricos de la serie histórica reflejan que al inicio de la serie (2001) las agregaciones se detectaron en fondos cercanos a los 260 m, para luego en el período 2002-2004 encontrarse a mayor profundidad de fondo o



mas alejadas de la costa con un peak el 2002 en un fondo promedio cercano a los 570 m, luego en los años 2005-2011 se detectaron nuevamente a menores profundidades de fondo con rango promedio entre 240 y 320 m con un fuerte incremento el 2008 (400 m de profundidad). Este último año nuevamente se detectaron más alejadas de la costa en fondos promedio cercanos a los 540 m. La profundidad promedio donde se ha detectado merluza de tres aletas en la serie 2001-2012, ha variado entre 159 y 280 m, con el mínimo el año 2006 desde donde paulatinamente se observa una profundización en la columna de agua para llegar al máximo valor promedio del año 2012 (**Fig. 64**).

Los valores de s_A y densidad promedio este año son menores al promedio de la serie histórica en un 50% y 30%, respectivamente, aun cuando la densidad aumentó el último año respecto al 2011 en un 23% no alcanza a revertir la situación. El valor de s_A promedio bajó respecto al año 2011 en un 44% (**Tabla 44**). El número de agregaciones se mantuvo constante respecto al año anterior (49 observaciones) pero muy por bajo al promedio observado en la serie (118 observaciones), implicando además en una baja en los estimados de abundancia y biomasa el último año respecto al anterior (**Fig. 64**).

5.6.7 ACP serie histórica

La aplicación del ACP a la serie histórica de datos incluyendo los años 2001 al 2012 e incorporando como variables al número de observaciones y a los estimados de biomasa y abundancia para la misma serie de años, calificó a tres componentes como principales (**Tabla 45**), explicando en conjunto el 85,7% de la variabilidad. El primer componente explica el 40,5% mientras que el segundo y tercer componente explican el 29,0% y 16,2%, respectivamente.



La **Tabla 46** entrega la matriz de correlaciones entre las variables originales y los tres componentes principales. El primer componente asoció a las variables morfométricas largo, perímetro, área y elongación con el descriptor energético de energía retrodispersada s_A , el segundo componente correlacionó las variables referidas a “estado del recurso” como niveles de biomasa, abundancia y número de detecciones con el alto de las agregaciones, indicando que este descriptor morfométrico pudiera relacionarse con el estado del recurso, mientras que el tercer componente asoció variables batimétricas (profundidad del fondo e índice de altura) con la densidad, ésta última en forma negativa, significando que a menor profundidad las agregaciones estarían más cercanas al fondo y con un mayor valor de densidad acústica.

La **Figura 65** entrega la representación gráfica de los dos primeros componentes con las variables originales, donde se aprecia el primer componente morfométrico asociado a la variable de energía y el segundo componente que podemos denominar de “estado del recurso”, asociado con mayor fuerza a la variable alto de agregaciones.

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

Se analizaron un total de 943 estómagos para toda el área estudiada, de ellos sólo 270 (28,7 %) estómagos presentaron contenidos mientras que 673 (71,3 %) estaban vacíos. La **Tabla 47** resume la información sobre el número de estómagos en las sub-zonas sometidas a análisis indicando que la cantidad de estómagos con contenido tuvo poca variación, siendo el área de Taitao la que presentó un mayor número ($n=510$) mientras que Trinidad-Concepción presentó la menor cantidad ($n= 134$).



La curva trófica obtenida al graficar el resultado de 270 estómagos (**Fig. 66**) que contienen presas y cuyos estados de digestión permitían identificarla, demuestra que esta cantidad es adecuada para realizar un análisis de la alimentación de la merluza de tres aletas, toda vez que la asíntota comienza a evidenciarse claramente a partir de los 150 estómagos, sin embargo se realizaron de igual manera los análisis alimenticios.

5.7.1 Alimentación de *Micromesistius australis* en el espacio y tiempo estudiado

Para el área total, es decir, la comprendida desde Taitao hasta Trinidad-Concepción, la alimentación de *Micromesistius australis*, en términos de número se basa principalmente en los peces de la familia Myctophidae con 36,4 %, luego *Euphausia* sp. con 28,8 % y *Pasiphaea* sp con 12,1 %, los restantes ítems alcanzan valores secundarios en importancia. En términos de frecuencia de aparición, los peces Myctophidae con 34,5% y *Euphausia* sp con 27,3% fueron las presas dominantes. De acuerdo a la importancia otorgada por el peso, los peces Myctophidae fueron la más importantes con un 89%, el resto de los organismos presa se encuentran por debajo del 5%, característico de presas accidentales o raras. El método de IIR (**Tabla 48**) reveló que los Myctophidos se constituyen como alimento principal con 77,4%, mientras que *Euphausia* sp corresponde al segundo alimento en importancia con 14,6%. Las **Figuras 67 y 68** corroboran la importancia de los peces respecto de los crustáceos encontrados como alimento de la merluza de tres aletas para el área total y en menor grado la importancia de los crustáceos.



5.7.2 Alimentación de *Micromesistius australis* por sexo

a) Machos

Para el área estudiada se estudiaron 151 estómagos con contenido, los machos de *M. australis* (**Tabla 49**) se alimentan en número principalmente de *Euphausia* sp. con 36,6% y de peces Myctophidae con 26,8%. En cuanto a la frecuencia de ocurrencia, para los machos de merluza de tres aletas, *Euphausia* sp y los peces Myctophidae dominaron con 35,2% y 20,6%, respectivamente. En el caso del método por peso, nuevamente los peces Myctophidae son el alimento más importante con un 69,4 %, seguido de *Pasiphaea dofleini* con 11,2%. Los restantes organismos (Tabla 3), se encuentran representados por valores bajo el 10%. El IIR para los machos de merluza de tres aletas revela la importancia de los Myctophidos con 48,5 %, seguido de *Euphausia* sp con 34,2% (**Fig. 69**)

b) Hembras

La alimentación de las hembras de *M. australis*, para toda el área y tiempo estudiado (**Tabla 50**) se basa en 118 estómagos con contenido, encontrándose que numéricamente el alimento más importante corresponde a los peces Myctophidae con 54,2 %, seguido de *Pasiphaea* sp. con 20,8% y *Euphausia* sp con 16,7%. La alimentación por frecuencia de ocurrencia, mostró que también Myctophidae, *Pasiphaea* sp. y *Euphausia* sp fueron las presas dominantes con 57,1%, 19% y 14,3%, respectivamente. Con relación al peso de las presas, nuevamente los Myctophidae son lo más importante con 94,7%. El análisis del IIR indica claramente que la merluza de tres aletas presenta como alimento principal a los Myctophidos con 92%, mientras que el resto de las presas encontradas se encuentran representadas con valores bajo el 10 % (**Fig. 69**).



c) Comparaci3n de la alimentaci3n entre machos y hembras

No se encontr3 diferencias significativas entre la alimentaci3n de machos y hembras de *M. australis* ($K-W= 1,588$; $p= 0,2076$) para el espacio y tiempo estudiados. Esto tambi3n est3 en concordancia con la **Figura 69**.

5.7.3 Alimentaci3n de *Micromesistius australis* por tallas:

a) Clase de talla I: ≤ 39 cm

La alimentaci3n, como lo muestra la **Tabla 51**, se basa num3ricamente en crust3ceos con *Euphausia* sp como presa principal (25%), mientras que en t3rminos de frecuencia los crust3ceos del genero *Pasiphaea* fueron los m3s frecuentes con valores sobre 15%. De acuerdo al peso, los peces Myctophidae son el ítem m3s importante con 58,7%. El alimento m3s importante correspondi3 a los peces Myctophidae con 33,9% y *P. dofleini* con 22,7%.

b) Clase de talla II: 40 – 49 cm

Los individuos pertenecientes a este rango de tallas presentaron una alimentaci3n basada principalmente en peces y crust3ceos (**Tabla 52**). Num3ricamente *Euphausia* sp con 50 % seguido de los peces Myctophidae con 25 %. En t3rminos de frecuencia la alimentaci3n se basa principalmente en *Euphausia* sp con 50%, mientras que en peso los Myctophidos dominan con 72,4%. En orden de importancia relativa encontramos a *Euphausia* sp con 48,6%, seguido de los Myctophidae con 41,6%.



c) Clase de talla III: ≥ 50 cm

De la **Tabla 53** se desprende que numéricamente y de frecuencia los peces Myctophidae son los más importante con 57,6% y 51,9 %, respectivamente, mientras que en peso, alcanzan el 95,3%. De acuerdo al % IIR, éste señala que el ítem alimentario más importante para este grupo de tallas, corresponde a los peces Myctophidae con 89,2% seguido del crustáceo *Euphausia* sp con 9,36%. Así nuevamente los peces representan la componente nutricional por excelencia.

5.7.4 Alimentación de *Micromesistius australis* por área de estudio

a) Taitao

La **Tabla 54** señala que numéricamente Myctophidae y *Pasiphaea* sp con 27,8% y 22,2% fueron el alimento más importante. En términos de la frecuencia de ocurrencia, peso e IIR, los Myctophidos son los más importantes para esta zona.

b) Golfo de Penas-Ladrillero

En esta zona, la importancia numérica corresponde a Euphausidos y los peces Myctophidae con 52% y 36% (**Tabla 55**). De acuerdo con la frecuencia, peso y el método de IIR los Myctophidae es el alimento más abundante con valores sobre el 75%.



c) Trinidad-Concepción

De acuerdo a la **Tabla 56**, numéricamente los peces Myctophidae con 29,4% es el alimento más importante, seguido de *Euphausia* sp con 17,6% y del genero *Pasiphaea* (> 15%). En términos de la frecuencia, peso y además en IIR los peces Myctophidae son la presa de mayor importancia, relegando a las restantes presas a órdenes secundarios y terciarios.

Al comparar la alimentación entre zonas se encontró (**Fig. 70**) que no existen diferencias significativas en todas las combinaciones posibles. Así al comparar el Golfo de Penas/Ladrilleros vs Taitao encontramos que $KW=0,9419$; $p=0,3446$. Golfo de Penas/Ladrilleros vs Trinidad/Concepción $KW=0,9419$; $p=0,3446$. Taitao vs Trinidad/Concepción $KW=0,0119$; $p=0,9164$

5.7.5 Alimentación de *Micromesistius australis* por profundidad en el área total

a) Estrato 149 - 220 m

De acuerdo a la **Tabla 57**, numéricamente el crustáceo *Euphausia* sp. es el alimento dominante con 50%. Según la frecuencia, los peces Myctophidae son el alimento que domina con 46,1%, al igual que con el método gravimétrico, en el cual alcanza un 94,4%. El % IIR señala a los peces Myctophidae como el alimento principal con 73,9%, seguido de *Euphausia* sp. 24,6%.

b) Estrato 220 – 346 m

Numéricamente el alimento principal corresponde a Myctophidae con 36,7%, seguido de *Euphausia* sp. con 22,4 %. El método de frecuencia indica a los



Myctophidae y *Euphausia* sp. como los ítemes más relevante con 32,5% y 22,5%, mientras que el método gravimétrico señala a los peces Myctophidae como el alimento más importante con 87,9%. De acuerdo al %IIR señala que los Myctophidae con 77,6% son el alimento más importante (**Tabla 58**). En tanto la **Figura 71** muestra que no existieron diferencias significativas (KW=1,136 p=0,2936)

5.8 Taller de difusión y discusión metodológica

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto se realizó el taller de presentación y discusión de resultados, el que tuvo lugar en Valparaíso en el auditorium *Marcos Espejo* del Instituto de Fomento Pesquero, el día 18 de abril del 2013. La asistencia al taller estuvo constituida por 23 personas pertenecientes al entorno del sector pesquero industrial, personal de SUBPESCA, FIP, CEPES, SHOA, UNAB e investigadores de IFOP, junto al staff de expositores,. El programa que se desarrollo en esa oportunidad se presenta a continuación:



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
PROYECTO FIP 2012-08

Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza tres aletas, año 2012.



Jueves 18 de abril, 2013. Valparaíso
Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal"
Almte. Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso

Programa:

15:00 horas

Bienvenida a los asistentes y antecedentes del proyecto:
Álvaro Saavedra Godoy, Jefe Proyecto, IFOP.

15:10 horas

Exposición de metodologías y resultados del proyecto.

- Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas.
Álvaro Saavedra Godoy, IFOP (15').
- Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas.
Renato Céspedes Michea y Vilma Ojeda Cerda, IFOP(25').
- Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas.
Eduardo Díaz Ramos, IFOP (15').

■ C a f é (10') ☕

- Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas.
Rene Vargas Silva, IFOP (10').
- Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio.
Álvaro Saavedra Godoy, IFOP (10').
- Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.
Roberto Meléndez Cortés, Consultor externo (15').

16:50 horas

Discusión de resultados.

17:30 horas

Cierre Taller.



Las principales conclusiones del taller, de acuerdo a la exposición de los resultados de los objetivos planteados en el proyecto fueron:

“Evaluación hidroacústica del stock desovante merluza de tres aletas, año 2012”.

Relator Sr. A. Saavedra

Se explica la diferencias de este crucero con otros anteriores, ya que en un primer recorrido por el área de estudio no se detectó el foco de desove, logrando prospectarlo posteriormente en el norte del área gracias a información adicional de la flota, y a la modalidad de arriendo del buque que permitió la autonomía necesaria para devolverse al punto de inicio y re-prospectar la zona de concentración del recurso.

En relación a los estimados del 2012 en relación al 2011, se observó una disminución del 32% en la estimación de biomasa y una disminución del **23%** en la estimación de la abundancia. Respecto de un análisis histórico se indicó que con la merma registrada este año se observa en general una tendencia a la baja en la biomasa en la serie 2001-2012,

“Composición de talla del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, 2011”.

Relator Sr. R. Céspedes.

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2012 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 46 cm, predominio de las hembras (57%) respecto de los machos, y escasa presencia de juveniles (1,6% < 35 cm), observándose una moda principal de



tallas adultas de menor tamaño entre 36-45 cm , y otra moda secundaria de tallas mayores entre los 48 y 63 cm.

En los años de estudio 2007 a 2012 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 35% en el 2012), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 65% en el 2012).

La fracción adulta migratoria entre 50-65 cm registró un atraso en su foco de concentración reproductiva hacia fin de mes y en un área reducida por la parte norte del área de estudio (área Taitao).

En los once años de investigación, la estructura de talla de merluza de tres aletas en el área y período de desove es principalmente adulta, confirmándose en cada uno de los años la presencia de la fracción adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.

“Edad merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*)”.

Relatora Sra. V. Ojeda.

En el 2012, se registraron peces desde 2 hasta 24 años. En la serie histórica, los grupos modales se han acentuado hacia edades menores, correspondientes a adultos más jóvenes de lo que se presentaba hace una década atrás, lo que deja en evidencia un stock desovante deteriorado.

Los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock y que conforman sobre el 70% del stock, correspondieron en machos a los GE IV a X y en hembras a los grupos entre GE IV a XII (9 clases anuales).



La clasificaci3n macrosc3pica de las g3nadas, en nivel maduras e inmaduras, tiene alta correlaci3n con la madurez estimada en forma microsc3pica (estudio histol3gico). En base a clasificaci3n macrosc3pica de la madurez de las g3nadas, los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a edad 2,6 en machos y 3,6 en hembras (equivalente a 33,5 cm y 38,1 cm data crucero).

La abundancia estuvo compuesta por un 99% de peces maduros en el caso de machos y en 96 % de ejemplares maduros en caso de hembras.

“Determinaci3n del 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n”.

Relator Sr. E. D3az.

La merluza de tres aletas se encontr3 mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduraci3n tard3a durante la prospecci3n normal y con importante aporte al desove en la etapa de re-prospecci3n

El estimado de la talla de madurez (L50%) fue 35,5 cm de LT, mientras que para las hembras de evaluaciones de 2001 al 2012 fue 36,7 cm.

El potencial de fecundidad total promedio fue 400.441 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 456 ovocitos, 38% y 16% menor respecto a lo estimado en 2011, respectivamente.



“Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) en el área y periodo de estudio”.

Relator Sr. R. Vargas

Merluza de tres aletas y merluza de cola componen el 97.3%, de la fauna asociada a la zona y la época de estudio, seguida en importancia por merluza austral (1,6%). Considerando sólo la fauna acompañante (sin m3a), merluza de cola compone el 87% de ésta, seguida en importancia por merluza austral (7,9%) y cojinoba (2,1%).

El 89% de la fauna se distribuye en promedio, en la franja batimétrica de 200 m.

Las tres especies de merluzas son las especies dominantes en el área de estudio, su aporte muestra claras variaciones interanuales, la tendencia es que ellas mantienen una alta jerarquía, sobre las otras especies de la fauna acompañante. Especies como brótula, cojinoba, jibia y reineta, a pesar de no presentar altos valores de participación como fauna acompañante, son muy recurrentes, dentro del área de estudio

“Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio”

Relator Sr. Á. Saavedra.

Mediante el ACP aplicado a la serie histórica 2001-2011, se logró diferenciar tres directrices o componentes principales, para intentar relacionar los cambios en las características de las agregaciones junto a los cambios en el estado del recurso.



El componente “morfométrico” asoció además a la variable de energía retrodispersada, evidenciando una relación entre el tamaño de las agregaciones y su respuesta acústica, situación no observada años anteriores. El componente asociado a las variables de estado del recurso asoció a la variable morfométrica alto de agregaciones, evidenciando una relación entre este descriptor y la condición del recurso.

Lo anterior implicaría que el alto de las agregaciones podría utilizarse como otro indicador o señal en el manejo del recurso. De acuerdo a esto y dada la tendencia a la disminución en el alto promedio de las agregaciones, es que se puede sumar otra luz de alerta en el estado del recurso.

“Análisis de los contenidos estomacales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman) provenientes de aguas de la X y XI regiones de Chile (agosto 2011).

Relator Sr. R. Meléndez

Los valores de IIR para toda el área, para cada una de las áreas, por profundidad, por tallas y por sexos, dan cuenta de la importancia que tiene el grupo de los peces en la alimentación de la merluza de tres aletas en la época estudiada. En este sentido se destaca la alta presencia de restos de peces, los que necesariamente deben provenir de Myctophidae, Sternoptychidae u otras familias meso y epipelágicos, indicando la relevancia del grupo de los peces en la alimentación de la merluza de tres aletas.

Los taxa presentes en el espectro trófico de la merluza tres aletas nos estarían indicando una cierta amplitud en su alimentación, y por lo tanto, podríamos concluir que es eurifágica.



Los resultados nos indican que la merluza de tres aletas es una especie ictiófaga, especialmente mictófidis, a diferencia de lo descrito para la Patagonia Atlántica.

Consultas y observaciones por parte de los asistentes:

Respecto a las estimaciones de biomasa y abundancia se consultó sobre el argumento para considerar solamente la biomasa de la zona re-prospectada y la zona 3 en la estimación total y no considerar las zonas 1 y 2 en el estimado. Se explica que dado el desfase temporal que ocurre entre la primera prospección del área norte y la re-prospección en la misma zona, habían transcurrido 10 días, se consideró que los peces presentes en la zona 1 que eran adultos jóvenes, seguramente formaban parte del stock residente y formarían parte del estimado que se hizo en la zona R. Los peces que se encontraron en la zona 2, los cuales presentaban tallas atribuibles al stock desovante y dado que habían pasado 10 días entre una prospección y otra, se consideró que al momento de la re-prospección en la zona R, estos se habrían trasladado a desovar junto al foco principal. Por último los peces de la zona 3 que presentaban tallas que los clasificaban como adultos jóvenes, parte del stock residente, no se habrían movilizado al foco de desove, por lo que se debía agregar el estimado de esa zona a la biomasa total.

Respecto a la distribución de frecuencia de talla, se recomienda que en vez de usar las tallas medias para ver los cambios en la serie de años, se utilice la proporción de tallas mayores y menores a fin de observar los cambios reales en las estructuras.

Respecto a consultas orientadas a porqué utilizar la captura como ponderador, el Sr. Céspedes responde que no se observan grandes diferencias entre ponderar por la captura o usar la frecuencia total, sin ponderar, dado que el lance,



especialmente en esta especie, refleja la abundancia en la zona, por lo que no implicaría mayores diferencias en los análisis. Al respecto el jefe de proyecto clarifica que para la estimación de biomasa y abundancia no se ponderan las distribuciones de frecuencia, sino que se utiliza la frecuencia total en cada zona y posteriormente se utiliza la densidad acústica de la zona para lograr el estimado de abundancia a la talla.

Frente a una observación referida a si hay una caída en la talla de primera madurez o en la fecundidad, El Sr. Díaz aclara que no se observa tendencia al descenso, no encontrando señales que indiquen alguna inclinación a la baja. Al respecto, el Sr. Payá indica que realmente no se está evaluando la talla de primera madurez ya que al operar sobre un stock adulto puede haber falta de información sobre madurez de ejemplares más pequeños, el Sr. Díaz concuerda y ratifica que se trabaja sobre el stock parental, pero que al probar con diferentes datos intentando correr la curva hacia la izquierda, esta es bastante robusta, por lo que cree que los valores estimados están cerca de la realidad.

Se consulta si los porcentajes de composición de especies de los lances de pesca se utilizaban en la lectura de los ecogramas. A lo que se indicó que sí, explicando que se aplica a los cardúmenes el porcentaje de composición en número de especies en relación a su coeficiente de dispersión acústico según el método de Bodholt y que cada lance tiene un área de influencia de acuerdo a la separación entre lances.

En relación a la alimentación, se afirma que merluza de tres aletas es un organismo ictiófago, en la costa chilena, pero no así en otras regiones (en aguas Argentinas específicamente). El Dr. Meléndez recuerda que normalmente se observa una gran cantidad de estómagos vacíos en merluza de tres aletas, informando que actualmente se utiliza la técnica de isótopos que es mucho más



exacta, t3cnica que podr3an utilizarse en un futuro estudio de merluza de tres aletas.

N3mina de asistentes al Taller:

NOMBRE	INSTITUCI3N
3lvaro Saavedra	IFOP
Alejandro Zuleta	CEPES
Andr3s Franco	CEPES
Andr3s Flores	IFOP
Aurora Guerrero	SUBPESCA
Eduardo D3az	IFOP
Esteban Molina	IFOP
Francisco Contreras	IFOP
Gresel Arancibia	SHOA (CONA)
H3ctor Torruella	EMDEPES
Ignacio Pay3	IFOP
Juan Carlos Quiroz	IFOP
Lorenzo Flores	IFOP
Luis Adasme	IFOP
Marcelo San Mart3n	IFOP
Michell Dapremontt	FIP
Patricia Ruiz	CEPES
Patricio G3lvez	IFOP
Renato C3spedes	IFOP
Ren3 Vargas	IFOP
Roberto Bahamonde	IFOP
Roberto Mel3ndez	UNAB (Consultor)
Rodrigo Wiff	IFOP
Satoshi Kaneda	EMDEPES
Sergio Lillo	IFOP
Vilma Ojeda	IFOP



6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este crucero y por primera vez en la serie de cruceros de evaluación 2001-2012, no se detectó el foco principal de desove durante la prospección normal, a pesar de operar en las fechas adecuadas de acuerdo a los antecedentes históricos referidos a la entrada del recurso, normalmente en la segunda quincena de agosto. Debido a lo anterior y dado que se contó con la información de que el recurso habría ingresado al sector norte con un desfase de 10 días y a que, a la vez se pudo disponer y administrar los días-buque es, fue posible, una vez terminada la prospección en el área de estudio, realizar una re-prospección en el sector norte en la zona de mayor concentración del recurso.

El primer punto a analizar es si es adecuado descartar y reemplazar la biomasa obtenida en la Zona 1 durante la primera prospección, por la biomasa obtenida en el mismo sector (Zona R) durante la re-prospección. Considerando primero que el aporte de la Zona 1 a la biomasa total detectada en la prospección normal no es significativa (1.600 ton) y que las distribuciones de frecuencia de los individuos detectados en la Zona 1 difieren de los individuos detectados durante la re-prospección, siendo en el primer caso más pequeños y por ende seguramente no siendo parte del stock migratorio desovante, como sí fueron los detectados en la re-prospección, es que parece pertinente descartar y reemplazar la biomasa de la Zona 1 ya que sería parte de la biomasa obtenida en la Zona R.

Frente a eso se generan dos nuevos escenarios posibles, que sería el considerar la biomasa total presente en el área como la suma de la biomasa en la Zona R más las biomásas obtenidas en las Zonas 2 y 3, o considerar la biomasa total como la suma de la biomasa obtenida en la Zona R mas la Zona 3 solamente.



Como se explicó anteriormente, en el primer caso dado el desfase temporal debido a la diferencia de fechas en que se realizaron las prospecciones de la Zona R y de la Zona 2, especialmente en su límite común (47°17,5' LS) y que alcanza a 10-11 días (aumenta variabilidad espacio-temporal), sumado a que los individuos de ambas zonas pertenecen al mismo grupo de tallas, aumenta la probabilidad de que la biomasa de la Zona 2 sea parte del stock desovante y que se haya desplazado en ese período a la zona de desove (Zona R), por lo que en el caso de sumar los individuos de la Zona 2 estaríamos sobrestimando la biomasa total.

En el otro escenario, los individuos detectados en la Zona 3 difieren en su distribución de frecuencia de los individuos de la Zona R, perteneciendo a diferentes grupos, siendo los primeros de menor tamaño que los presentes en la zona de desove. Lo anterior orienta a pensar que los individuos de la Zona 3 sean parte del stock residente y que por lo tanto no se habrían desplazado a la zona de desove masivo, por lo que, el sumar las biomásas de ambas zonas sería lo correcto.

Bajo este punto de vista la biomasa estimada alcanzaría las 87.759 toneladas y la abundancia los 128,7 millones de individuos, obtenidos a partir de la relación talla-fuerza de blanco estimada por Lillo *et al.* (1996) para *Merluccius gayi*, relación utilizada en todas las evaluaciones anteriores ejecutadas por el IFOP, lo que permite comparar con un mismo criterio las fluctuaciones anuales de los estimados.

Considerando este escenario y tomando como base la relación de TS históricamente utilizada, el estimado preliminar de biomasa es un 32,2% menor al estimado del 2011 mientras que el estimado de abundancia es un 22,9% menor al 2011. En el caso de la biomasa se llega (sin considerar el 2004) al menor nivel



estimado en la serie 2001-2011, mientras que la abundancia continuaría con tendencia a la baja después del repunte observado el 2009. El no contar con el dato del 2010 nos quita una pieza importante en la información, pudiéndose simplemente interpolar la tendencia entre años (**Fig. 72**).

Respecto a la distribución espacial del recurso, nuevamente se detectó en el límite norte del área de estudio, pero con un desfase de aproximadamente 10 días respecto al año anterior, y en general respecto al resto de los años según los antecedentes históricos. La causa de esta entrada tardía es incierta y debiera ser motivo de análisis y estudios posteriores. El año 2001 podría tener características similares (año de la mayor estimación de biomasa de la serie 2001-2012), considerando que el crucero se realizó entre el 29 de agosto y el 8 de septiembre, encontrándose el recurso en desove masivo en la zona centro-sur del área, lo que significaría que el desove no se habría iniciado la segunda quincena de agosto. Desgraciadamente los cruceros de prospección se deben planificar con antelación, utilizando los antecedentes históricos para disminuir la incertidumbre generada por el "timing", no pudiendo tener un buque operativamente listo para zarpar apenas las señales biológicas del recurso así lo indiquen. Esta tardía entrada del recurso no fue detectada durante la prospección normal realizada entre los 100 y 1.000 m, haciendo suponer que este año el recurso se desplazó al hacer su recorrido sur-norte hacia el área de desove por un área más oceánica, ya que se descarta haber pasado sobre 80.000 toneladas de biomasa y no haberla detectado.

Como se indicó, el recurso fue detectado tardíamente pero en el extremo norte del área de estudio con centro de gravedad en la latitud 47°14', siendo el CG más al norte de la serie de cruceros realizados sobre merluza de tres aletas, seguido del año 2011 (CG: 47°19' LS). El año 2009 se ubicó en el sector centro norte del área, resultando el centro de gravedad en la latitud 48°05' LS. La ubicación del CG de los cruceros efectuados durante la segunda quincena de agosto estuvieron cercanos al



centro del área de estudio (2005 al 2009), mientras los efectuados la primera quincena de agosto ubican el CG mas orientado al norte del área (2002 y 2003) y aquellos efectuados a fines de agosto y primera quincena de septiembre ubican el CG, al sur del área de estudio (2001 y 2004). De este modo se mantiene la premisa de que agosto constituye la mejor época para realizar el crucero, puesto que se cubriría de mejor manera la fracción desovante del stock de merluza de tres aletas.

Respecto a la relación de TS utilizada, tal como se explica en la metodología hay variadas relaciones de TS para *M. australis* y para *M. poutassou*, las cuales incrementarían la incertidumbre de los estimados considerando las limitantes y comentarios precautorios de utilización por parte de sus autores. El limitado rango de tallas que recomienda Pedersen *et al* 2011 para la utilización de su estimado de TS impide utilizarla en el caso chileno, considerando que el 99,7% de los individuos presentan tallas mayores al rango recomendado, así como las sobreestimaciones de hasta un 30% y subestimaciones de hasta un 75% en biomasa según las relaciones estimadas por Monstad 1992 y Godø *et al.* 2002 para *M. australis* y *M. poutassou*, respectivamente. El único estudio dirigido a estimar una relación para merluza de tres aletas chilena fue llevado a cabo por Lillo *et al.* 2006, el cual señala en su análisis que “los resultados de este estudio indican que utilizar la relación estimada para la merluza común (Lillo *et al.*, 1996) como las ahora estimadas entregan resultados que se podrían calificar como similares y se propone el uso de ambas en los futuros estudios de evaluación acústica de este recurso”. Lo anterior se corrobora al observar la **Figura 73**, donde se observan las relaciones de TS nombradas y se aprecia que las relaciones de Lillo *et al* 1996 (utilizada históricamente) y la de Lillo *et al.* 2006 (utilizada comparativamente) transitan en un nivel intermedio entre las otras relaciones de TS, corroborando lo anterior, de que es necesario realizar nuevos experimentos a fin de corregir o corroborar la relación utilizada en Chile.



En relación a la distribución del recurso en el área y período de la prospección, ésta mantiene las características observadas en estudios previos (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 Lillo *et al.*, 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012), al conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (Este-Oeste) y más extensas longitudinalmente.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada durante el año 2012, como también en los diez cruceros de investigación realizados entre los años 2001 al 2011 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012), mantiene la característica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, confirmando la presencia en el área de estudio de la fracción adulta migratoria (50 a 65 cm) y que participa en el proceso de desove; la cual se caracteriza por su alta concentración durante el proceso de desove (Lillo *op cit.*, Lillo y Paillamán, 1995; Lillo y Céspedes, 1998). Sin embargo, la presencia de esta fracción adulta fue registrada hacia fines de mes de agosto, situación que no es habitual en este recurso; lo cual indicaría un cambio en el comportamiento reproductivo en esta especie, sobretodo de la fracción adulta entre 50-65 cm del recurso, la cual ha registrado una tendencia a disminuir su presencia en los últimos años en el área y período de estudio, pasando de 75% en el año 2007 a 34% en el 2012, fracción sobre la cual se ha registrado el proceso migratorio por patrón reproductivo (Lillo *op cit.*, Lillo y Paillamán, 1995; Lillo y Céspedes, 1998), siendo esta situación concordante con la baja de abundancia y biomasa que ha registrado la biomasa desovante del recurso.



En contraste, ha habido un aumento gradual en la proporción de adultos de tallas menores entre 34 y 49 cm, la cual en el 2007 fue de 24% y pasó a 65% en el 2012, fracción que aporta al proceso de desove, pero que individualmente las hembras tienen una menor fecundidad.

En el proceso reproductivo de esta especie en el año 2011, en las áreas de mayor concentración y abundancia del recurso entre los 47°00' y 49°59' S (áreas Taitao y G. Penas-Ladrilleros) se registró una homogeneidad en la composición de talla del recurso. Sin embargo, durante el año 2012 no se registró esta homogeneidad, siendo característico un foco concentrado de adultos en un área reducida por el lado norte del área de estudio, y un gradual aumento de presencia de adultos de menor tamaño en sentido sur del área de estudio, sumado a un atraso en la concentración de la fracción adulta migratoria en el área de desove hacia fin de mes de agosto.

En rango de edades observado abarca desde el GE II hasta el GE XXIV. Históricamente se ha podido apreciar la fuerza de diferentes clases anuales, en estos once años de crucero, se ha visto para la clase anual 98 su evolución desde pertenecer al GE III en el 2001, GE IV en el 2002; GE V en el 2003; GE VI en el 2004; GE VII en el 2005; GE VIII en el 2006; GE IX en el 2007, GE X en el 2008 y como GE XI en el 2009. Es un grupo que mantuvo su presencia en el área ya sea se haya registrado el crucero en plena época de desove ó se haya visitado la zona en períodos con clara presencia de post desove. Esto permite señalar la posibilidad de grupos de adultos jóvenes con sistemas de migración diferente a los adultos mayores, que en períodos de post desove, como es el caso de los cruceros realizados en el 2004 y 2006, están ausentes en el área estudiada.

Las modas principales en el stock desovante 2012 se presentaron en el GE IV, con mucho más intensidad en este grupo la presencia de machos que las



hembras. Para machos la segunda moda importante en la estructura la constituye el GE VIII y en hembras, casi tan importante como la moda en el GE IV, aunque levemente menor, se presenta el GE VIII y X. Estas modas en los grupos GE VIII y X, representan a adultos de edad medianamente jóvenes si se considera la historia en que la moda principal del stock desovante la encabezaban los GE desde XII a XV en los inicios de la década del 2000 y considerando a su vez su presencia en el stock de grupos de edad por sobre los 20 años.

La elevada presencia de peces de GE IV que presentó la estructura de edades en el año 2012, (principalmente constituido por merluzas de tres aletas machos) forma parte de la evidencia de deterioro de la estructura del stock desovante.

El tener un stock desovante sostenido principalmente por GE más jóvenes y con una componente debilitada de la presencia de las clases anuales más adultas habla de un potencial mermado que afecta el estado del recurso. No obstante, se debe destacar que la presencia de edades más adultas no ha desaparecido sino que es la proporción en el stock desovante la que ha sido mermada, ha cambiado su conformación en estructura de edades.

Respecto del análisis de los indicadores reproductivos, los datos del IGS y la proporción de fases gonadales mostraron a la mayoría de las hembras en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en estado de maduración avanzada y bajo aporte al desove en la primera etapa de prospección ("Prospección normal"), mientras que en la Zona 1 re-prospectada (Zona R) las hembras presentaron importante actividad de desove. Los antecedentes indicaron la evolución del proceso reproductivo hacia el inicio de los desoves masivos en los ejemplares de la Zona R, respecto a lo visualizado en las Zonas 1, 2 y 3. Estos resultados son concordantes con lo observado en evaluaciones anteriores donde las hembras con actividad reproductiva predominaron en las quincenas de agosto,



caracterizándose la merluza por encontrarse a inicios de agosto mayoritariamente en condición de madurez avanzada, mientras que a mediados y fines de agosto se manifiestan los desoves masivos que se extienden a la primera quincena de septiembre, a la vez que gradualmente desde fines de agosto incrementa la frecuencia de hembras en regresión que finalizaron el periodo reproductivo, con aportes importantes en la quincena de septiembre (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004; 2005; Saavedra *et al.*, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

Los antecedentes del comportamiento reproductivo de la merluza señalan la regularidad interanual del proceso de desove en aguas del Pacífico Sur (Saavedra *et al.*, 2012). Respecto a la presencia de esta especie en el Atlántico Sur Oeste la información indica un periodo de desove que ocurre desde agosto a octubre, con máximo en septiembre, prolongándose ocasionalmente hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pájaro, 1999; Pájaro y Macchi, 2001), lo que es concordante con las altas concentraciones de huevos en invierno y principios de primavera (Ciechowski *et al.*, 1981; Ehrlich *et al.*, 1999). En aguas de Nueva Zelanda la población se agrega a desovar durante agosto y septiembre en áreas bien definidas en la Plataforma Bounty, en Pukaki, Islas Auckland e Islas Campbell (Hanchet, 1999).

Al agrupar las hembras por tamaños las fases ováricas en condición reproductiva predominaron a partir del grupo 36-40 cm, mientras que la mayor participación en longitudes menores a 36 cm correspondió a ejemplares con gónadas inmaduras. Estos resultados son concordantes con la tendencia observada en evaluaciones anteriores y con los estimados de talla de madurez que fluctúan entre 36,0 cm y 36,7 cm de longitud total (Saavedra *et al.*, 2012).



A partir de los datos de prospecciones reproductivas de merluza de tres aletas el ajuste de la ojiva de madurez presenta la dificultad de que los tamaños menores a 35 cm están débilmente representados en los lances de identificación, correspondiendo al rango de longitudes de transición a la talla media de madurez, lo que es esperable debido a que se está prospectando el stock parental en su época y fondo de desove. De esta manera, al igual que en evaluaciones anteriores, se entrega complementariamente un ajuste con registros compilados de cruceros desde el año 2001 al año 2012, con las limitaciones propias al agrupar datos de distintos pulsos migratorios.

En este año la talla de madurez se estimó en 35,5 cm LT, mientras que para los años agrupados de 2001 al 2012 fue 36,7 cm. Los estimados de 2012 son similares a los registros de evaluaciones anteriores los que han fluctuado en un estrecho rango (36,0 - 37,3 cm), hecho que señala para esta especie la relativa estabilidad del parámetro de madurez. Para la merluza en el Atlántico se reportan valores de 38,0 cm (Sánchez *et al.*, 1986) y 37,8 cm LT (Pájaro y Macchi 2001).

La merluza de tres aletas es un desovador parcial con fecundidad anual determinada, condición que permitió estimar su fecundidad total en hembras pre-desovantes con madurez avanzada, la que estaría constituida por 4 o 5 generaciones de ovocitos a ser desovados en tandas parciales en un breve lapso de tiempo (Sánchez *et al.*, 1986).

Los estimados de fecundidad total y fecundidad relativa en este estudio se ubicaron en el rango de la serie de registros de evaluaciones anteriores, que se caracterizan por una tendencia fluctuante entre 297.329 ovocitos y 733.540 ovocitos en la fecundidad total y entre 314 ovocitos y 698 ovocitos por gramo de peso corporal en la fecundidad relativa (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*,



2003; Lillo *et al.*, 2004; 2005; Saavedra *et al.*, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2012). En el 2012 los promedios disminuyeron en 38% y 16% respecto al 2011 en la fecundidad total y relativa, respectivamente. Para *Micromesistius australis* en el Atlántico se reporta una media de 355.700 ovocitos (Sánchez *et al.*, 1986) y una fecundidad de 477.771 ovocitos para una hembra de 51 cm de LT (Pájaro y Macchi, 2001). La fecundidad relativa la estiman en 323 ovocitos (Sánchez *et al.*, 1986) y en 706 ovocitos (Pájaro y Macchi, 2001).

Los resultados descriptivos de la composición faunística del presente crucero, muestran que merluza de tres aletas se presentó como la principal especie capturada durante el período de estudio, seguida en importancia por merluza de cola, y merluza del sur, las especies restantes que conforman la fauna acompañante, presentan una participación bastante escasa; sumadas, todas ellas presentan una participación tan solo del 1,4% del total, considerando el área total.

Al analizar el área de estudio por zonas, la estructura cambia, apreciándose que merluza de cola es la dominante en las tres zonas históricas, en las cuales se ha dividido este crucero (Taitao, Golfo de Penas, Trinidad-Concepción), siendo merluza de tres aletas la segunda en importancia al observar los porcentajes capturados, sin embargo dada la particular condición del crucero de este año, es la zona de repospección que la presenta la mayor abundancia por sobre el resto de las zonas con un valor de 82,5% de participación en los lances realizados en esta zona, lo cual se debe al muestreo sobre el foco de individuos desovantes.

En relación con los análisis de clasificación, es posible establecer la presencia de tres asociaciones principales, la primera y más importante es la agrupación generada por las tres especies de merluzas las cuales son dominantes, en términos de abundancia y número de individuos dentro de este ecosistema, de la misma forma es posible observar que especies como reineta, cojinoba y jibia



poseen la segunda importancia respecto a participación, siendo los menos observados, congrio dorado, tollo de cachos, brótula, y por último calamar.

Por otra parte, el análisis de ordenación muestra que estas asociaciones estarían fuertemente influenciadas por la presencia de merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, en casi la totalidad de los lances de identificación, donde en general, y al igual que el año 2011, se observó mayor riqueza de especies que en años anteriores de la serie de tiempo, destacando reineta, cojinoba y brótula, en la mayoría de los lances.

Los resultados obtenidos del análisis de clasificación para los datos históricos (cruceros 2001-2012), muestran claramente el dominio de las tres especies de merluzas por sobre el resto de las especies recurrentes, donde las diferencias están dadas, por los niveles de participación de estas especies recurrentes en los primeros años, época en que existía mayor abundancia de ellas, pero menor riqueza de especies, situación contraria a lo observado en este crucero y el anterior, donde se puede observar mayor riqueza de especies pero en niveles de participación menor que en los primeros años. Lo mismo se apreció al analizar el periodo histórico por zonas y veril, en donde los grupos manifestaron el mismo comportamiento. De esta manera, el análisis de ordenación es concordante con la alta influencia de las tres merluzas, estableciéndose como los componentes faunísticos principales en la zona de estudio, tanto por zona como por veril.

Lo anterior pone en evidencia que, las tres especies de merluza son una condición permanente de la composición de fauna en el área de estudio, lo cual corrobora lo descrito por *Lillo et al.*, en 2002, quienes describen a merluza de tres aletas como una especie que conforma agregaciones casi monoespecíficas. Sin embargo, otras especies incidentales también han ganado importancia, pero de forma secundaria, las cuales cambian su aporte entre cruceros, e incluso hay años en



que no se observan pudiendo deberse esto al aumento o disminución de algunas de ellas por cambios en las condiciones ambientales o en la presión de pesca, pues como se conoce, la flota de la pesquería demersal austral, opera mayoritariamente sobre tres recursos específicos, merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas, esta última en un periodo muy reducido de tiempo, por lo que altas o bajas capturas anuales, en la pesca de merluza de cola o merluza del sur, podrían provocar cambios interanuales en la importancia o aporte de ellas como fauna acompañante de merluza de tres aletas, sin embargo la tendencia de estos últimos años, es a la aparición de nuevas especies como tollo de cachos y calamar, las cuales no se encontraban en los registros de años anteriores a 2011.

Las agregaciones de merluza de tres aletas como es característico morfométricamente, mantienen la tendencia a formar agregaciones alargadas tipo estrato con valores altos en su relación de aspecto largo/alto y batimétricamente a aumentar su profundidad en la columna de agua ante aumentos del fondo marino hasta los 300 m de profundidad, para mantenerse posteriormente a una profundidad promedio cercana a los 280 m, al respecto se ha observado un aumento paulatino en las profundidades promedio de distribución de merluza de tres aletas, observada a partir del año 2006 a la fecha, si bien no se dispone de datos oceanográficos como para poder asociar esta diferencia en el comportamiento de la especie, es un punto a destacar, dado que además se observa una disminución en los valores promedio de los descriptores asociados al tamaño de las agregaciones a partir del año 2004.

Al intentar relacionar esta disminución con las variables de estado del recurso como biomasa, abundancia y número de agregaciones, se logra advertir una relación fuerte entre el alto de las agregaciones y estas variables, lo cual es



interesante al considerar que se puede agregar una señal morfométrica que aportaría como indicador del estado del recurso.

Respecto a las diferencias observadas entre las agregaciones de la zona R con el resto de las zonas estudiadas se observó claramente las diferencias entre el comportamiento de esta especie en una condición de desove a una condición de “residencia”, donde en el primer caso, el recurso se agrega fuertemente, a menor profundidad y con altos valores de energía retrodispersada, indicando la presencia clara del pulso reproductivo en la zona.

La alimentación de la merluza de tres aletas, para la época y zonas comprendidas en este estudio no es diferente a la que han sido encontrada por anteriores autores (Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2002, Lillo *et al.*, 2004, Saavedra *et al.*, 2007, Saavedra *et al.*, 2008, Saavedra *et al.*, 2009 y Saavedra *et al.*, 2010), al menos en lo relacionado con los grupos mayores de presas. Sin embargo, en el presente estudio resalta la importancia de los pequeños peces como Myctophidae. En efecto, los valores de IIR para toda el área (**Tablas 47 a 57**), para cada una de las áreas, por profundidad, por tallas y por sexos, dan cuenta de la importancia que tiene el grupo de los peces en la alimentación de la merluza de tres aletas en la época estudiada. Del mismo modo, los gráficos señalan la importancia del grupo de los peces, principalmente Myctophidae. Los crustáceos, principalmente del genero *Euphausia*, aparecen en ésta oportunidad como presas secundarias, lo que podría reflejar diferencias con lo señalado con algunos informes ya mencionados.

La importancia de los peces mictófidos se manifiesta en este estudio aún cuando no se tuvo éxito en el análisis taxonómico más detallado de la o las especies que aparecen en el contenido estomacal de la merluza de tres aletas. Por otra parte, es importante destacar que otro depredador que forma parte de la comunidad de



peces de la Patagonia Chilena, como lo es la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), también ejerce una importante presión depredadora sobre los Mictófididos. De esta manera, se hace importante poder contar con material fresco, es decir, de la disponibilidad ambiental de estos peces, para así poder tener una mejor certeza en la identificación taxonómica.

Al igual que en informes anteriores, la cantidad de estómagos vacíos es también bastante alta, en esta ocasión superando las tres cuartas partes (71%) estaban completamente vacíos; una rápida revisión indica que los lances realizados ocurren cercanos al crepúsculo, en la noche o bien temprano en la mañana. Lo anterior sería un punto a tener en consideración y poder cruzar los datos de los lances con la cantidad de estómagos con y sin contenidos. Finalmente, los taxa presentes en el espectro trófico de la merluza de tres aletas estaría indicando una cierta amplitud en su alimentación y, por lo tanto, podríamos inferir una alimentación eurifágica



7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa total de 87.759 toneladas, mediante el método Geoestadístico con un intervalo de confianza entre 61.403 y 114.113 toneladas.
- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 128,68 millones de individuos con un intervalo de confianza entre 89,54 y 167,82 millones de ejemplares.
- El recurso presentó una distribución asociada al borde de la plataforma y talud continental. El centro de gravedad latitudinal del stock evaluado se ubicó en la latitud 47°14'S. con una distribución agregada en una estrecha franja longitudinal, representada por un índice de Gini igual a 0,98.
- La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2012 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 46 cm, predominio de las hembras (57%) respecto de los machos, y escasa presencia de juveniles (1,6% < 35 cm).
- La estructura de talla del 2012 registró dos modas adultas. Una moda principal de tallas adultas de menor tamaño entre 36-45 cm, y otra moda secundaria de tallas mayores entre los 48 y 63 cm.
- En los años de estudio 2007 a 2012 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 35% en el 2012) y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 65% en el 2012).



- La fracción adulta migratoria entre 50-65 cm registró un atraso en su foco de concentración reproductiva hacia fin de mes y en un área reducida por lado norte del área de estudio (área Taitao).
- En los once años de investigación, la estructura de talla de merluza de tres aletas en el área y período de desove es principalmente adulta, confirmándose en cada uno de los años la presencia de la fracción adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso en el caso de machos con pesos promedios por talla en la parte superior del rango observado y a hembras con valores de pesos promedios a la talla en posición intermedia en relación al rango histórico que presentan los estudios de muestras de cruceros.
- Los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los 2,6 años en machos y 3,6 años en hembras.
- Merluza de tres aletas presenta una estructura por grupos de edad compuesta de numerosos grupos con diferente fuerza ó participación en el soporte de la estructura. Los grupos modales se han acentuado hacia edades menores, correspondientes a adultos más jóvenes que los que se presentaba hace una década atrás, lo que deja en evidencia un stock desovante deteriorado.
- En el 2012, los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock de merluza de tres aletas, que conforman sobre el 70% del stock,



correspondieron en machos a los GE IV a X y en hembras a los grupos entre GE IV a XII.

- La merluza de tres aletas se encontró en desarrollo del evento reproductivo, en condición de madurez avanzada y bajo aporte al desove durante la “Prospección normal”, mientras que en la re-prospección de la Zona 1 las hembras iniciaron los desoves masivos.
- La talla de madurez se estimó en 35,5 cm de longitud total (33,7 – 36,6 cm) para el 2012, mientras que para los años agrupados de 2001 al 2012 fue 36,7 cm (36,1 – 37,3 cm).
- El potencial de fecundidad total promedio fue 400.441 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 456 ovocitos, valores 38% y 16% menor a lo reportado en el 2011, respectivamente.
- Durante el presente crucero la presencia de especies recurrentes como fauna acompañante, sigue el patrón del año anterior donde se observa una mayor riqueza de especies pero en una menor abundancia.
- El tercer veril de profundidad, comprendido ente los 201 a 250 m de profundidad, presentó la mayor riqueza de especies.
- La zona de re-prospección presentó, baja riqueza de especies, observándose casi en su totalidad merluza de tres aletas, corroborando la monoespecificidad de los cardúmenes que esta especie genera.



- El recurso detectado en la zona R presentó notorias diferencias con el resto de las zonas, con agregaciones de mayor tamaño, a menor profundidad y con mayores valores de energía retrodispersada, que en el resto de las zonas insonificadas en la prospección normal.
- La morfometría de las agregaciones presenta una tendencia a la disminución en sus valores promedios en la serie histórica de años 2001-2012.
- Los taxa presentes en el espectro trófico de la merluza tres aletas nos estaría indicando una cierta amplitud en su alimentación, y por lo tanto, podríamos concluir que es eurifágica.
- Los resultados de este año nuevamente nos indican que la merluza de tres aletas es una especie ictiófaga, con dieta centrada especialmente en mictófidios.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, P. Haye, R. León, G. Martínez y S. Neira. 2004. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informe final. Proyecto FIP N° 2004-11, 405 pp.

Arancibia, H. 1988. Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES, C.M.ID: 12 Statistics Cttee., Ref. Demersal Fish Cttee., 18 pp.

Arkhipkin A., P. Schuchert and L. Danyushevsky. 2008. Otolith chemistry reveals fine population structure and close affinity to the Pacific and Atlantic oceanic spawning grounds in the migratory southern blue whiting (*Micromesistius australis australis*) Fisheries Research. Volume 96 pages 188-194

Amundsen, P., H. Gabler and F. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. J. of Fish Biol., 48: 6087-614.

Avilés, S., y M. Aguayo. 1979. Merluza común. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. IFOP-CORFO. AP-79-18.

Balbontín, F. y S. Lillo. 1999. Madurez sexual y talla de primera madurez en hembras de la merluza de tres aletas en el sur de Chile. XIX Congreso de Ciencias del Mar, Antofagasta, mayo de 1999, pág. 70 (Libro de Resúmenes).



- Balbontín, F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 17(3): 285-334.
- Barbieri, M. A. 1981. Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.
- Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. pp.: 249-259.
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, M.G. Böhm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico).Informe Final FIP. IFOP.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. Mar. Biol. 50: 263-273.
- Bez, N. y P. Fernandes. 2002. Geoestadística en hidroacústica. Apuntes de curso. Proyecto ACTIVE – UCV. 48 pp.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.



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

Bradu, D., y Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. J. Am. Stat. Assoc. 65(329): 198-211.

Bray, J.R., and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27:325-349.) Prickle P., A. I. Arkhipkin, V. Laptikhovsky, A. Stocks and A. Taylor. 2009. Resource partitioning by two large planktivorous fishes *Micromesitius australis* and *Macruronus magellanicus* in the SouthWest Atlantic. Estuarine, Coastal and Shelf Science 84:91-98.

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

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



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

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

Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Toledo, E. Palta, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Chong, K. Hunt y F. Cerna. 2004. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 159 p. (más anexos).

Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Toledo, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Chong, K. Hunt. 2005. Investigación situación pesquería demersal austral 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe Final Fase II, IFOP, 186 p (+anexos).

Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 2006. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2005. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las



Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 159 p. (+ anexos).

Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 2007. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2006. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 198 p. (+ anexos).

Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Miranda, K. Hunt y M. Miranda. 2008. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 202 p. (+ anexos).

Céspedes, R., L. Chong, V. Ojeda, L. Adarme, L. Muñoz, K. Hunt, R. Bravo, L. Cid H. Hidalgo y M. Miranda. 2010. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2009. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 334 p.

Ciechowski, J., M. Ehrlich, C. Lasta y R. Sánchez. 1981. Distribución de huevos y larvas de peces en el Mar Argentino y evaluación de los efectivos desovantes de anchoita y merluza. Contribución del INIDEP 383: 59-79

Clarke, K. R. y R. H. Green. 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol 46, pp.213-226.



- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144p.
- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229p.
- Cohen, D. M., T. Inada, T. Iwamoto and N. Scialabba. 1990. Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO species catalogue. Vol. 10. FAO Fish. Synop. No. 125, v. 10: i-x + 1-442.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.
- Córdova, J. y R. Céspedes. 1997. Pesca de investigación de la fluctuación interanual y comportamiento del recurso merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 34 p. (más tablas y figuras).
- Córdova, J., A. Saavedra, M. Espejo, V. Ojeda, L. Muñoz, L. Chong, R. Céspedes, L. Adasme, J. Oliva y E. Díaz. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2002. Informe final de proyecto FIP 2002-20.



- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 726-738.
- Cressie, N. .1991. *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, Inc., New York, United States.
- De Robertis, A., y K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. *Trans. Am. Fish. Soc.* 137:707-719.
- Do M. and A. Surti. 1993. Estimation of dorsal aspect target strength of deep water fishing a model of swimbladder backscattering. *Journal of the Acoustical Society of America.* 87:1588-1596.
- Dunford, Adam 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), *J Acoust. Soc. Am.* 118 (4) 2121-2123
- Ehrlich, M., R. Sánchez, J. Ciechowski, L. Machinandiarena y M. Pájaro. 1999. Documento Científico INIDEP 5: 37-65.
- Ferry, L & G. M. Calliet. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly?, Pages 71-80 In D. MacKinlay and Karl Shearer, editors. *Feeding ecology and nutrition in fish, Symposium proceedings*. American Fisheries Society, San Francisco.



- Foot K, G. 1987. Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82, 981-7.
- Foot, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; MacLennan, D. & Simmonds, J. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Freon, P., F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assessment. ICES. Mar. Sci. Symp., 178-183.
- Gartland, J. 2002. Diet composition of young-of-the-year bluefish, *Pomatomus saltatrix*, in the lower Chesapeake Bay and Virginia's coastal ocean. Master's Thesis, College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia.
- Gelsleichter, J., J. A. Musick & S. Nichols. 1999. Food habits of the smooth dogfish, *Mustelis canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. Environmental Biology of Fishes 54:205-217.
- Giakoni, I. 1992. Pesca exploratoria de recursos presentes en mediagua en el área comprendida entre los paralelos 47°-57° S. IFOP. 32 p.
- Gibbons, 1976. Nonparametric methods for quantitative analysis, Holt, Rinehart & Winston. NY., 463pp
- Godø, O., M. Heino, H. Sjøiland, J. Alvarez, M. Dahl, J. Lange, O. Gullaksen, Ø. Tangen and T. Torkelsen (2002). Blue Whiting Survey During Spring



2002. Rapport and working document. The Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group Vigo, Spain, 29 April-8 May 2002. ICES CM 2002/ACFM:19.

Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica* 4(1): 9.

Hanchet, S. 1999. Stock structure of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 33: 599-609.

Hart, T.J. 1946. Report on trawling surveys on the Patagonian continental shelf. *Discovery Reports* 23: 223-408.

Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (1999): *Análisis Multivariante*, 5ª edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.

Hansen, R., W. Modow & W. Huwitz. 1953. *Sample Survey methods and theory. Volume I and II Methods and applications*: John Wiley and sons. INC.

Heino, M, O.R. Godø, H. Søliland, J.E. Nygaard, J. Alvarez, L. Drivenes, J. de Lange, O.Gullaksen, Ø.Tangen y T. Torkelsen. 2003. Blue Whiting Survey During Spring 2003. Working Document to the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group. Institute of marine research, Bergen, Norway. April 2003. 40 pp.



- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.
- Hunter, J. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S. 77: 641-652
- Hunter, J., N. Lo y R. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- Hunter, J.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 63-65.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – A review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17: 411-429.
- ICES, 2001. Report of the study group on target strength estimation in the Baltic Sea. CM 2001/B:02 Ref.: H
- ICES. 1999. Methodology for target strength measurements (with special references to *in situ* techniques for fish and mikro-nekton). Ed. E Ona. ICES Cooperative Research Report No. 235. 59 pp.



- IFOP. 1985. Manual de muestreo biológico-pesquero. Pesquería de Peces Demersales (Sur-Austral). IFOP. 60 pp.
- Inada, T. y I. Nakamura. 1975. A comparative study of two populations of the gadoid fish *Micromesistius australis* from New Zealand and Patagonian regions. Bulletin of the Far Seas Fishery Research Laboratory 13: 1-26.
- Isaaks, E. H. y R. M. Srivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York, United States.
- Kawaguchi, K. y H. Shimizu. 1978. Taxonomy and distribution of the Lantern fishes, *genus Diaphus* (PISCES, Myctophidae) in the western Pacific. Eastern Indian Oceans and Southeast Asian seas. Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokio, 10
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age - length key. J. Fish. Res. Board of Can. 34 : 317 - 324.
- Lillo, S., R. Céspedes, y M. Barbieri. 1999. Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP, 48 pp. (+ Figuras).
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1995. Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).



- Lillo, S. y R. Céspedes. 1998. Análisis de los procesos migratorios y biológicos del recurso merluza de tres aletas. Informe final. IFOP, 39 p.
- Lillo, S., A. Paillamán y B. Leiva, 1994. Pesca de investigación de merluza de cola y tres aletas al sur de los 47°S. Informe Final de Investigación para empresas Suribérica y American Seafoods.
- Lillo, S., A. Paillamán y S. Pino. 1993. Pesca de investigación de merluza de cola y merluza de tres aletas al sur del paralelo 47° S. Informe Final. Requirente SUBPESCA. IFOP, 65 pp.
- Lillo, S., J. Córdova and A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53: 267-271.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, J. Oliva, L. Adasme y A. Saavedra. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas. Informe Final Proyecto FIP 2001-20, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme y A. Saavedra. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza austral en aguas exteriores. Preinforme Final Proyecto FIP 2002-19, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, L. Adasme y A. Saavedra. 2004. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-10, IFOP.



- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz y A. Saavedra. 2005. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2004. Informe Final consolidado Proyecto FIP 2004-08, IFOP.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, K. Hunt, H. Hidalgo, L. Muñoz, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y Á. Saavedra. 2012. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en aguas exteriores de la X y XI regiones, año 2011. Proyecto FIP 2011-04. Informe final.
- Lisovenko, L. A. Barabanov y V. Yefremenko. 1982. (new data on the reproduction of the "Souther Putassu", *Micromesistius australis* (Gadidae) from the Falkland-Patagonian zoogeographic region). *Journal of Ichthyology* 22(4): 55-67.
- López, R.B. y N.B. Bellidío. 1973. Polaca *Micromesistius australis* Norman 1937. *Monografías de Recursos Pesqueros*, 2. 150 pp.
- Macchi, G. y Pájaro, M. 1996. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). INIDEP. 23 pp.
- Macchi, G. y M. Pájaro. 1999. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP). *Documento Científico* 5: 67-79.



- Macchi, G., M. Pájaro y O.C. Wöhler. 2004. Batch fecundity and spawning frequency of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southwest Atlantic Ocean. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 2005, Vol. 39: 993-1000
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 2005. *Fisheries acoustic*, second edition. Chapman & Hall, 379 pp.
- Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prensky, M. Sabatini, M. Pájaro and L. Machindiarena. 1997. Acoustic, oceanographic and ichthyoplanton surveys on the spawning grounds of the austral blue whiting (*Micromesistius australis*), off southern patagonian, 1994-1996. *ICES, CM 1997/Y: 26*.
- Matheron, G. 1971. *The theory of regionalized variables and its applications*. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathematique, Fontaine bleam (F). 211 p.
- Miranda, H. 1998. *Dócima de heterogeneidad Generalizada*. Documento Interno, IFOP.
- Monstad, T., Borkin, I., y Ermolchev, V. 1992. Report of the joint Norwegian-Russian acoustic survey on blue whiting, spring 1992. *ICES C:M: 1992/H:6*. 26 p.
- Myers, R. A., y N. G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 1274-1285.



- Nakamura, I. 1986 Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fishery Resource Center. Tokyo. Japan. 369 p.
- Niklitschek, E., C. Canales, S. Ferrada, R. Galleguillos, M. George-Nascimento, E. Hernández, C. Herranz, A. Lafon, R. Roa y P. Toledo. 2008. Unidades Poblacionales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Informe Final FIP 2006-15. Universidad Austral de Chile (Centro Trapanada), Coyhaique. 101. (Documento en evaluación).
- Niklitschek, E., D. Secor, P. Toledo, A. Lafon, M. George-Nascimento. 2010. Segregation of SE Pacific and SW Atlantic southern blue whiting stocks: integrating evidence from complementary otolith microchemistry and parasite assemblage approaches. Environ Biol Fishes. Vol (89): 399-413.
- Nielsen and Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109: 319 – 322.
- O' Driscoll, R. L. 2004. Estimating uncertainty associated with acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in Cook Strait, New Zealand. ICES Journal of Marine Science, 61:84-97.
- Ojeda, F. Patricio. 1981. Distribución latitudinal y batimétrica de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 56:61-70.
- Ojeda, V., F. Cerna, J. Chong, M. Aguayo, I. Payá. 1998. Estudio de Crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 - IFOP. 131p, 52 fig. 53 tablas y anexo.



- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096
- Ojeda V., L. Muñoz, K. Hunt, R. Bravo, M. Miranda, Villalón A., L. Cid Vidal L. 2012. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Programa Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2011. Actividad Demersal. Pesquería Demersal Industrial Reg. 2012-I-13. SEC- IFOP.
- Otero, H. 1977. Relación largo-peso y alimentación de la “polaca” (Gadidae, *Micromesistius australis* Norman 1937) del Atlántico sudoccidental. *Physis* (37): 13 – 23.
- Pájaro, M. y G. Macchi. 2001. Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the south-west Atlantic Ocean. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 35: 375-385.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino en aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Paulin, C., A. Stewart, C. Roberts y P. McMillan. 1989. New Zealand fish: a complete guide. National Museum of New Zealand Miscellaneous Series No. 19: 1-279.



- Payá, I. 1997. Evaluación de stock y modelos de reclutamiento y éxito reproductivo. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Proyecto FIP. Informe final. 156 pp.
- Perrotta, R. G. 1982. Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°3: 35-50.
- Pedersen, G., O. Godø, E. Ona and G. y G. Macaulay 2011. A revised target strength – length estimate for blue withing (*Micromesistius poutassou*): implications for biomass estimates. – ICES Journal of Marine Science, 68: 2222-2228
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. y A. Prampart. 1993. EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom.
- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.
- Pienaar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747
- Pinkas, L. M. Olphant y I. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull., 152: 105 p.



- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas recursos demersales sur-austral. Informe final proyecto FIP 94-32. FIP-IFOP. 76 p.
- R Development Core Team. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.
- Retamal, M. 2000. Catálogo multimedia de los crustáceos decápodos de Chile. World Biodiversity Data Base ETI series.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rieman B. y D. Myers, 1992. Influence of fish density and relative productivity on growth of kokanee in ten oligotrophic lakes and reservoirs in Idaho. Trans. Am. Fish. Soc. 121, 178-191.
- Rivoirard, J, J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandez y N. Bez. 2000 Geostatistics for estimating fish abundance. Blackwell Science.
- Roa R. y F. Tapia. 2000. Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) population off central Chile. Marine Ecology Progress Series, 196: 239-251 pp.



- Robotham, H. y J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacustics techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189:421-424.
- Rose, G. A. 1998. Review of southern blue whiting acoustic projects for the ministry of Fisheries, Wellington, New Zealand, 28 July, 1998. Unpublished report 12 p. (held by ministry off Fisheries, Wellington).
- Rose, G., Gauthier, S., y Lawson, G. 2000. Acoustic surveys in the full monte: simulating uncertainty. Aquatic Living Resources, 13: 367-372.
- Russelo, I. 1994. Size-age composition of Southern poutassou (*Micromesistius australis*) catches in New Zealand area. YugNIRO 1994 vol. 40; 84.
- Russelo, I. 1995. On the problem of southern poutassou (*Micromesistius australis* Norman) catches size-age composition from New Zealand regions. YugNIRO Vol. 41, 114-117.
- Ryan, A. W., P. J. Smith, J. Mork. 2002. Genetic differentiation between the New Zealand and Falkland Islands populations of southern blue whiting *Micromesistius australis*. Journal of Marine and Freshwater Research, 2002, Vol. 36: 637-643
- Saavedra, A., V. Correa, R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, J. Oliva, P. Rojas y L. Adasme. 2006. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-06, IFOP.



- Saavedra, A., V. Correa, R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, J. Oliva, y L. Adasme. 2007. Investigación evaluación hidroacústica stock desovante merluza de tres aletas, 2006. Informe Final Proyecto BIP 30043868-0, IFOP.
- Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, J. Oliva, E. Molina y P. Rojas. 2008. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas, año 2007. Informe Final Proyecto FIP 2007-15, IFOP.
- Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, E. Molina y P. Rojas. 2009. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas, año 2008. Informe Final Proyecto FIP 2008-12, IFOP.
- Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, M. San Martín y P. Rojas. 2010. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas., año 2009. Informe Final Proyecto FIP 2009-11, IFOP.
- Saavedra, A., C. Lang, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Diaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011. Informe Técnico FIP 2011-09. 286 pp.
- Saavedra A., J. Castillo, E. Niklitsckek and J. Saavedra-Nievas. 2012. Reducing uncertainty and bias in acoustic biomass estimations of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southeastern Pacific: transducer motion effects upon acoustic attenuation. Latin American Journal of Aquatic Research. Vol 40(3):743-754, 2012.



- S3nchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducci3n y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°6: 21-43.
- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimaci3n de la biomasa de la poblaci3n desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicaci3n del " M3todo de Producci3n de Huevos". Bol. Inst. Mar Per3, Callao. 8: 209-250.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 6: 269-283.
- Selman, K. & R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6: 211-231.
- Sernapesca, 1990, 1998, 2002, 2010. Anuario estadístico de pesca.
- Shotton, R. y Bazigos, J.P. 1984. Techniques and consideration in the design of acoustic survey. Rapp. P. V. Reún. Cons. Int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Shubnikov, D.A. Y.E. Permitin y S.P. Voznyak. 1969. Biology of the pelagic gadoid fish *Micromesistius australis* Norman. Trudy VNIRO 66: 299-306.



- Simmonds, E. y R. Fryer. 1996. Which is better random or systematic acoustic surveys?. A simulation using North Sea herring as an example. ICES J. mar. Sci., 53:285-298.
- Simmonds, J. 1996. Survey design and effort allocation: A synthesis of choices and decisions for an acoustic survey. North sea herring is used as an example. ICES J. Mar Sci., 53:285-298.
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simmonds J. y D. MacLennan 2005. Fisheries acoustic, second edition. Chapman & Hall, 379 pp.
- Simrad, 2003. Simrad ER60. Scientific echo sounder application. Operator manual. 165 pp.
- Southward, G 1976. Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut Comm. Sci. Rep. 58. 31 pp.
- Spak, H. 1975. The distribution of the southern putassu (*Micromesistius australis* Norman, 1937) in the Southwest Pacific. Izv-Tinro. Vol. 98, 244-248.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.



- Wallace, R. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.*, 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.
- Whitehead, P. J. P., M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen y, E. Tortonese 1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean (P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese eds.) UNESCO. United Kingdom, vol I, II y III: 1-1520.
- Wisner, R. 1974. The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. Navy Ocean Research and Development Activity, Mississippi, 229 p.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation XII, 428 page, 1985
- Wöhler, O. y N. Marí. 1996. Aspectos de la pesca de la polaca (*Micromesistius australis*) por parte de la flota argentina en el período 1989-1995. En: *Inidep Inf. Tec.*, X: 1-25.
- Zar, J. 1996. Biostatistical analysis. 3rd edn. Prentice hall, Princeton, NJ, USA, 663 pp.

T A B L A S



Tabla 1

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

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

Tabla 2

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

Estadio	Denominación	Aspecto Macroscópico
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 centímetros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduración de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin óvulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente lúmen claramente apreciable, pero su pared es más gruesa que en la fase V (indica reposo gonádico).
III	En maduración	Gónadas de gran volumen con óvulos visibles de color amarillo pálido, pero no traslúcido, con escasa vascularización. Por lo general, el lúmen desaparece cuando los óvulos alcanzan un diámetro mayor de 500 micrones. Ovario turgente.
III A	Maduración con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con óvulos visibles a simple vista, los que en pequeña proporción presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la gónada es más flácida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con óvulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren óvulos transparentes.
V	Desovado y En regresión	Ovario vacío, distendido, lúmen amplio, muy flácido, de color rojizo de aspecto hemorrágico, sin óvulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.



Tabla 3
Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).

Estadio	Clasificación	Descripción
I	Virginal e Inmaduro reincidente	Sólo ovocitos previtelogénicos basófilos
II	En Desarrollo (inicial)	Un número de ovocitos muestra vesículas de vitelo en el citoplasma (estado vesicular). Los ovocitos más grandes presentan glóbulos de vitelo entre las vesículas. Se observan también, ovocitos previtelogénicos basófilos.
III	En Desarrollo (tardío)	A medida que el crecimiento avanza, el diámetro de los ovocitos incrementa y su citoplasma se hace acidófilo, debido a la acumulación de glóbulos de vitelo. Ovocitos previtelogénicos y en estado vesicular están presentes.
IV	Hidratado y En desove	En la fase final de la maduración, ovocitos vitelados incrementan rápidamente su volumen debido a la hidratación. Durante la ovulación es posible observar folículos postovulatorios (FPO) junto a ovocitos hidratados y vitelados tardío.
V	Desove parcial	Presencia de ovocitos vitelados tardío junto a folículos postovulatorios
VI	Desovada	Esta fase indica el final del desove e involucra la degeneración y reabsorción de los ovocitos maduros residuales. Presencia de ovocitos atrésicos junto con ovocitos previtelogénicos.



Tabla 4
Calibración del sistema de ecointegración ER60. B/H "Friosur VIII".

Lugar	Puerto Chacabuco	
Fecha	31/07/2012	
Buque	Friosur VIII	
Ecosonda	Simrad ER 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	7 m	
Profundidad fondo	40 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia anterior	26,43 dB	
Longitud pulso	1,024 ms	
Ganancia (calibración)	26,50 dB	
TS esfera	-33,6 dB	
Corrección s_A	-0,54 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,191 m	
Coeficiente de absorción	9,9 dB/km	
Velocidad del sonido	1490,2m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	7,01°	6,96°
Desplazamiento del ángulo	0,01°	0,03°



Tabla 5
Posición y captura lances de identificación merluza de tres aletas, Agosto 2012

Lance N°	Fecha	Captura (kg)										Total	
		M.3 aletas	M. Cola	M. Austral	Coj. moteada	Brotula	Reineta	Jibia	Calamar	Tollo cachos	Congrio dorado		
1	15-08-2012	129,3	631,4			3,2							763,9
2	15-08-2012	7,2	711,8	81,0									800,0
3	16-08-2012	7,1	475,0	12,8		2,8				2,3			500,0
4	16-08-2012	1,0	405,8	75,7		10,8					6,8		500,0
5	16-08-2012	959,6	403,5			2,4					1,5		1.367,0
6	17-08-2012	554,7	405,3	37,0		3,0							1.000,0
7	17-08-2012	18,9	451,1	30,0									500,0
8	17-08-2012	356,8	43,2										400,0
9	18-08-2012	0,3	491,1	6,9		1,7							500,0
10	18-08-2012	50,4	207,0	36,1	5,0			1,4					300,0
11	18-08-2012	353,7	61,2	79,2	1,2		4,7						500,0
12	19-08-2012	409,5	280,8		1,2	1,2	1,3	6,0					700,0
13	19-08-2012	970,6	390,0	107,1	1,2		1,1						1.470,0
14	19-08-2012		1.000,0										1.000,0
15	20-08-2012	334,5	204,4	104,9			5,6		0,7				650,0
16	21-08-2012	86,4	247,6		1,5	9,4	1,3	2,2				6,9	355,3
17	22-08-2012	154,0	80,6	64,1								1,3	300,0
18	22-08-2012	95,9	164,1		0,7	2,1	1,2			7,9			271,8
19	22-08-2012	211,7	140,0	31,2		5,2	3,4			3,1		5,5	400,0
20	23-08-2012	215,5	42,5	40,7	1,3								300,0
21	23-08-2012		356,9	37,6		4,1		1,5					400,0
22	23-08-2012	37,1	741,1	81,3		110,9						29,7	1.000,0
23	24-08-2012	32,7	122,6	33,8		7,5		1,0		1,4		1,0	200,0
24	24-08-2012	125,9	664,8		5,5	3,5		3,2				7,8	810,8
25	25-08-2012	1.405,3	1.086,1	7,7				0,9					2.500,0
26	25-08-2012												0,0
27	27-08-2012	31,2	263,9	2,4	2,5								300,0
28	27-08-2012	542,3	255,2		19,6								817,2
29	28-08-2012	36,3	429,5		0,9	0,8							467,5
30	28-08-2012	4.000,0											4.000,0
Total captura (Kg)		11.128	10.757	869	41	168	19	16	1	15		60	23.073

Lance N°	Fecha	N° ejemplares										Total	
		M.3 aletas	M. Cola	M. Austral	Coj. moteada	Brotula	Reineta	Jibia	Calamar	Tollo cachos	Congrio dorado		
1	15-08-2012	383	2.232			3							2.618
2	15-08-2012	26	2.500	38									2.564
3	16-08-2012	22	1.668	3		1				2			1.696
4	16-08-2012	3	1.420	19		9						2	1.454
5	16-08-2012	1.003	1.145			1						1	2.150
6	17-08-2012	533	1.323	14		3							1.873
7	17-08-2012	25	1.057	11									1.093
8	17-08-2012	335	73										408
9	18-08-2012	1	2.006	3		2							2.012
10	18-08-2012	75	639	9	10			1					733
11	18-08-2012	347	170	18	2		3						539
12	19-08-2012	603	591		1	1	1	3					1.199
13	19-08-2012	1.420	1.050	30	1		1						2.503
14	19-08-2012		4.504										4.504
15	20-08-2012	465	446	29			4		1				945
16	21-08-2012	127	685		1	5	1	1				2	822
17	22-08-2012	210	175	22								1	407
18	22-08-2012	162	284		1	1	1			6			455
19	22-08-2012	468	363	4		3	2			2		2	843
20	23-08-2012	323	96	12	1								433
21	23-08-2012		1.822	21		2		1					1.846
22	23-08-2012	179	3.263	24		71						11	3.548
23	24-08-2012	108	302	9		5		1		1		1	427
24	24-08-2012	267	1.632		5	1		2				2	1.909
25	25-08-2012	4.348	2.253	2				1					6.605
26	25-08-2012												0
27	27-08-2012	53	991	1	4								1.049
28	27-08-2012	701	701		15								1.418
29	28-08-2012	57	1.436		1	1							1.494
30	28-08-2012	4.116											4.116
Total captura (unidades)		16.359	34.828	269	42	109	13	10	1	11		22	51.663



Tabla 6

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, para los dos grupos de lances identificados.

Parámetros del análisis	X²crítico=	40.00
	N° de categorías=	27
	Z=	1.64485
	Grupos=	2
	np=	613
Grupos	X² calculado	Ho
2	134.00	R
1	172.50	R
% APROBACIÓN		0.00

A: Acepta; R: Rechaza

Tabla 7

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, del grupo 1.

Parámetros del análisis	X²crítico=	56.00
	N° de categorías=	41
	Z=	1.64485
	Grupos=	16
	np=	345
Lance	X² calculado	Ho
25	5.91	A
3	7.70	A
18	8.03	A
15	8.59	A
2	9.36	A
17	9.66	A
4	9.77	A
19	9.81	A
13	12.13	A
23	12.45	A
9	16.23	A
1	20.00	A
24	20.41	A
16	23.02	A
20	28.41	A
22	28.85	A
% APROBACIÓN		100.00

A: Acepta; R: Rechaza



Tabla 8

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, del grupo 2.

Parámetros del análisis	X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	49.00 35 1.64485 11 268
Lance	X² calculado	Ho
6	1.68	A
12	3.63	A
11	3.96	A
5	4.18	A
10	4.88	A
8	5.17	A
29	6.31	A
7	10.10	A
28	10.60	A
30	10.82	A
27	15.95	A
% APROBACIÓN		100.00

Tabla 9

Estimados de Biomasa y abundancia para el total de zona 1, 2 y 3 (crucero operación normal) según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012

Método	Total Zona 1, 2 y 3			
	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Hansen	14.152	0,101	25.522	0,135
Bootstrap	14.336	0,089	25.814	0,131
Geoestadístico	14.265	0,089	25.743	0,132



Tabla 10

Estimados de Biomasa y abundancia para la zona de Re-prospección según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012

Método	Zona Re-prospección			
	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N ^o *1000)	CV
Hansen	82.800	0,213	117.380	0,207
Bootstrap	84.463	0,198	119.738	0,198
Geoestadístico	82.107	0,194	116.399	0,194

Tabla 11

Estimados de Biomasa y abundancia para las Zonas 1, 2, 3, Zona R, Zona R + Zonas 2-3 y Zona R + Zona 3 según método Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012

	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N ^o *1000)	CV
Zona 1	1.658	0,195	3.603	0,255
Zona 2	6.955	0,083	9.860	0,077
Zona 3	5.651	0,193	12.280	0,258
Zona 1-2-3	14.265	0,089	25.743	0,132
Zona R	82.107	0,194	116.399	0,202
Zona R + Zona 2-3	94.714	0,169	138.539	0,171
Zona R + Zona 3	87.759	0,182	128.679	0,184



Tabla 12
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona 1

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	8.157	1
27	98,3	0	0
28	111,3	3.517	0
29	125,3	36.060	5
30	140,6	67.393	9
31	157,2	114.755	18
32	175,1	83.463	15
33	194,4	37.975	7
34	215,1	62.008	13
35	237,4	123.783	29
36	261,2	144.656	38
37	286,6	221.525	63
38	313,8	295.936	93
39	342,8	277.330	95
40	373,5	323.945	121
41	406,2	268.974	109
42	440,8	253.192	112
43	477,5	202.785	97
44	516,3	173.735	90
45	557,2	138.870	77
46	600,4	122.475	74
47	645,9	94.853	61
48	693,7	87.352	61
49	744,1	75.785	56
50	796,9	71.682	57
51	852,3	52.998	45
52	910,4	33.647	31
53	971,3	43.185	42
54	1034,9	32.146	33
55	1101,4	23.696	26
56	1170,9	16.704	20
57	1243,5	20.366	25
58	1319,1	23.767	31
59	1398,0	19.008	27
60	1480,1	16.848	25
61	1565,5	8.891	14
62	1654,4	10.041	17
63	1746,8	6.946	12
64	1842,7	2.692	5
65	1942,3	653	1
66	2045,7	633	1
67	2152,9	614	1
68	2263,9	0	0
TOTAL		3.603.043	1.658



Tabla 13
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona 2

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	0	0
27	98,3	0	0
28	111,3	0	0
29	125,3	0	0
30	140,6	0	0
31	157,2	0	0
32	175,1	27.453	5
33	194,4	12.907	3
34	215,1	36.478	8
35	237,4	114.743	27
36	261,2	271.142	71
37	286,6	236.149	68
38	313,8	467.236	147
39	342,8	517.512	177
40	373,5	500.745	187
41	406,2	351.191	143
42	440,8	342.635	151
43	477,5	364.894	174
44	516,3	370.277	191
45	557,2	333.179	186
46	600,4	425.134	255
47	645,9	413.599	267
48	693,7	591.768	411
49	744,1	614.694	457
50	796,9	528.506	421
51	852,3	637.681	544
52	910,4	504.228	459
53	971,3	480.376	467
54	1034,9	375.984	389
55	1101,4	288.090	317
56	1170,9	255.482	299
57	1243,5	216.313	269
58	1319,1	142.064	187
59	1398,0	137.289	192
60	1480,1	124.942	185
61	1565,5	56.662	89
62	1654,4	65.819	109
63	1746,8	21.249	37
64	1842,7	13.727	25
65	1942,3	13.307	26
66	2045,7	6.454	13
67	2152,9	0	0
68	2263,9	0	0
TOTAL		9.859.910	6.955



Tabla 14
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona 3

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	27.801	2
27	98,3	0	0
28	111,3	11.985	1
29	125,3	122.904	15
30	140,6	229.694	32
31	157,2	391.117	61
32	175,1	284.467	50
33	194,4	129.430	25
34	215,1	211.342	45
35	237,4	421.888	100
36	261,2	493.031	129
37	286,6	755.022	216
38	313,8	1.008.636	317
39	342,8	945.219	324
40	373,5	1.104.099	412
41	406,2	916.740	372
42	440,8	862.952	380
43	477,5	691.150	330
44	516,3	592.140	306
45	557,2	473.310	264
46	600,4	417.429	251
47	645,9	323.287	209
48	693,7	297.722	207
49	744,1	258.299	192
50	796,9	244.311	195
51	852,3	180.634	154
52	910,4	114.677	104
53	971,3	147.188	143
54	1034,9	109.562	113
55	1101,4	80.764	89
56	1170,9	56.931	67
57	1243,5	69.412	86
58	1319,1	81.005	107
59	1398,0	64.785	91
60	1480,1	57.424	85
61	1565,5	30.303	47
62	1654,4	34.223	57
63	1746,8	23.675	41
64	1842,7	9.176	17
65	1942,3	2.224	4
66	2045,7	2.157	4
67	2152,9	2.093	5
68	2263,9	0	0
TOTAL		12.280.207	5.651

**Tabla 15**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zonas 1, 2 y 3

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	35.957	3
27	98,3	0	0
28	111,3	15.502	2
29	125,3	158.965	20
30	140,6	297.087	42
31	157,2	505.872	80
32	175,1	395.383	69
33	194,4	180.312	35
34	215,1	309.828	67
35	237,4	660.413	157
36	261,2	908.829	237
37	286,6	1.212.696	348
38	313,8	1.771.808	556
39	342,8	1.740.061	596
40	373,5	1.928.790	720
41	406,2	1.536.905	624
42	440,8	1.458.779	643
43	477,5	1.258.828	601
44	516,3	1.136.153	587
45	557,2	945.359	527
46	600,4	965.038	579
47	645,9	831.739	537
48	693,7	976.842	678
49	744,1	948.778	706
50	796,9	844.499	673
51	852,3	871.314	743
52	910,4	652.552	594
53	971,3	670.749	651
54	1034,9	517.692	536
55	1101,4	392.550	432
56	1170,9	329.117	385
57	1243,5	306.090	381
58	1319,1	246.836	326
59	1398,0	221.083	309
60	1480,1	199.214	295
61	1565,5	95.857	150
62	1654,4	110.083	182
63	1746,8	51.870	91
64	1842,7	25.595	47
65	1942,3	16.184	31
66	2045,7	9.244	19
67	2152,9	2.707	6
68	2263,9	0	0
TOTAL		25.743.160	14.265



Tabla 16

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	0	0
27	98,3	0	0
28	111,3	0	0
29	125,3	0	0
30	140,6	0	0
31	157,2	0	0
32	175,1	324.091	57
33	194,4	152.373	30
34	215,1	430.626	93
35	237,4	1.354.569	322
36	261,2	3.200.900	836
37	286,6	2.787.799	799
38	313,8	5.515.834	1.731
39	342,8	6.109.363	2.094
40	373,5	5.911.422	2.208
41	406,2	4.145.899	1.684
42	440,8	4.044.893	1.783
43	477,5	4.307.660	2.057
44	516,3	4.371.213	2.257
45	557,2	3.933.266	2.192
46	600,4	5.018.818	3.013
47	645,9	4.882.641	3.154
48	693,7	6.985.965	4.846
49	744,1	7.256.618	5.399
50	796,9	6.239.143	4.972
51	852,3	7.527.986	6.416
52	910,4	5.952.538	5.419
53	971,3	5.670.960	5.508
54	1034,9	4.438.582	4.594
55	1101,4	3.400.975	3.746
56	1170,9	3.016.032	3.532
57	1243,5	2.553.627	3.175
58	1319,1	1.677.104	2.212
59	1398,0	1.620.735	2.266
60	1480,1	1.474.975	2.183
61	1565,5	668.912	1.047
62	1654,4	777.009	1.285
63	1746,8	250.846	438
64	1842,7	162.046	299
65	1942,3	157.098	305
66	2045,7	76.187	156
67	2152,9	0	0
68	2263,9	0	0
TOTAL		116.398.703	82.107

**Tabla 17**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R + Zona 2 y 3

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	27.801	2
27	98,3	0	0
28	111,3	11.985	1
29	125,3	122.904	15
30	140,6	229.694	32
31	157,2	391.117	61
32	175,1	636.011	111
33	194,4	294.710	57
34	215,1	678.446	146
35	237,4	1.891.199	449
36	261,2	3.965.073	1.036
37	286,6	3.778.970	1.083
38	313,8	6.991.706	2.194
39	342,8	7.572.094	2.595
40	373,5	7.516.267	2.808
41	406,2	5.413.830	2.199
42	440,8	5.250.480	2.315
43	477,5	5.363.704	2.561
44	516,3	5.333.630	2.754
45	557,2	4.739.755	2.641
46	600,4	5.861.381	3.519
47	645,9	5.619.527	3.630
48	693,7	7.875.454	5.464
49	744,1	8.129.611	6.049
50	796,9	7.011.960	5.588
51	852,3	8.346.301	7.114
52	910,4	6.571.443	5.983
53	971,3	6.298.524	6.117
54	1034,9	4.924.128	5.096
55	1101,4	3.769.829	4.152
56	1170,9	3.328.445	3.897
57	1243,5	2.839.351	3.531
58	1319,1	1.900.174	2.507
59	1398,0	1.822.810	2.548
60	1480,1	1.657.341	2.453
61	1565,5	755.877	1.183
62	1654,4	877.051	1.451
63	1746,8	295.770	517
64	1842,7	184.948	341
65	1942,3	172.629	335
66	2045,7	84.798	173
67	2152,9	2.093	5
68	2263,9	0	0
TOTAL		138.538.820	94.714



Tabla 18

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R + Zona 3

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	75,7	0	0
26	86,5	27.801	2
27	98,3	0	0
28	111,3	11.985	1
29	125,3	122.904	15
30	140,6	229.694	32
31	157,2	391.117	61
32	175,1	608.558	107
33	194,4	281.803	55
34	215,1	641.968	138
35	237,4	1.776.456	422
36	261,2	3.693.931	965
37	286,6	3.542.821	1.016
38	313,8	6.524.470	2.047
39	342,8	7.054.582	2.418
40	373,5	7.015.521	2.620
41	406,2	5.062.639	2.056
42	440,8	4.907.844	2.164
43	477,5	4.998.810	2.387
44	516,3	4.963.353	2.562
45	557,2	4.406.576	2.455
46	600,4	5.436.247	3.264
47	645,9	5.205.927	3.362
48	693,7	7.283.686	5.053
49	744,1	7.514.916	5.592
50	796,9	6.483.455	5.167
51	852,3	7.708.620	6.570
52	910,4	6.067.215	5.524
53	971,3	5.818.148	5.651
54	1034,9	4.548.144	4.707
55	1101,4	3.481.739	3.835
56	1170,9	3.072.963	3.598
57	1243,5	2.623.038	3.262
58	1319,1	1.758.109	2.319
59	1398,0	1.685.520	2.356
60	1480,1	1.532.398	2.268
61	1565,5	699.215	1.095
62	1654,4	811.232	1.342
63	1746,8	274.521	480
64	1842,7	171.222	316
65	1942,3	159.322	309
66	2045,7	78.344	160
67	2152,9	2.093	5
68	2263,9	0	0
TOTAL		128.678.910	87.759



Tabla 19
Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas,
crucero de evaluación agosto del 2012

Sexo	Parámetros	Zona sur	
Machos	a	0,001156285	
	intervalo	0,0010268	0,0013020
	b	3,438707614	
	intervalo	3,4074004	3,4700148
	N	1250	
	r²	0,974	
Hembras	a	0,001593236	
	intervalo	0,0013817	0,0018372
	b	3,352603742	
	intervalo	3,3158560	3,3893514
	N	837	
	r²	0,974591312	
Ambos	a	0,00135569	
	intervalo	0,0012406	0,0014815
	b	3,395729095	
	intervalo	3,3725420	3,4189162
	N	2087	
	r²	0,975334025	



Tabla 20.
Parámetros de correlación espacial variograma omnidireccional.

Área	Modelo	Co (nugget)	C (sill)	Rango (mn)	Co/(Co+C) (%)	Spd (%)
Área 1	Esférico	0,9	5,2	2,51	14,70	85,25
Área 2	Esférico	2,8	5,3	2,58	34,56	65,44
Área 3	Exponencial	1,1	4,1	3,36	21,15	78,85
Área R	Esférico	4,7	13,5	1,80	25,80	74,20

Tabla 21.
Estimados de biomasa en las cuatro zonas analizadas mediante el método de simulación de Montecarlo

Biomasa MC	Estimación	Coef. Var. %	Lim Inf	Lim Sup
Área (R+3)	84.491	46%	8.167	160.815
Zona 1	1.447	24%	755	2.139
Zona 2	7.150	27%	3.392	10.908
Zona 3	5.759	14%	4.139	7.379
Zona R	78.732	49%	2.425	155.039



Tabla 22

Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, zona 3 + zona R, crucero 2012, (Abundancia total machos= 77.999.763; machos zona 3 = 7.977.696, machos zona R=70.022.067)

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
10 - 11																										
12 - 13																										
14 - 15																										
16 - 17																										
18 - 19																										
20 - 21																										
22 - 23																										
24 - 25																										
26 - 27	13.900			13.900																						
28 - 29	134.890																									
30 - 31	300.393																									
32 - 33	542.587																									
34 - 35	2.062.208																									
36 - 37	6.172.646																									
38 - 39	11.180.034																									
40 - 41	9.133.063																									
42 - 43	5.919.169																									
44 - 45	5.790.587																									
46 - 47	7.799.885																									
48 - 49	8.836.954																									
50 - 51	7.322.264																									
52 - 53	5.014.289																									
54 - 55	2.835.836																									
56 - 57	2.566.117																									
58 - 59	1.380.956																									
60 - 61	677.308																									
62 - 63	266.613																									
64 - 65																										
66 - 67																										
68 - 69																										
70 - 71																										
72 - 73																										
74 - 75																										
76 - 77																										
78 - 79																										
80 - 81																										
82 - 83																										
84 - 85																										
86 - 87																										
TOTAL	77.999.763	0	760.834	2.485.414	20.693.985	10.542.176	5.288.205	4.780.624	9.385.204	5.545.520	4.771.811	2.823.704	2.198.374	1.389.956	2.143.904	1.290.649	1.320.115	364.803	182.401	692.280	857.239	182.401	300.162	0	0	
PORCENTAJE			0,98	3,19	26,53	13,52	6,78	6,13	12,03	7,11	6,12	3,62	2,82	1,78	2,75	1,65	1,69	0,47	0,23	0,89	1,10	0,23	0,38	0,00	0,00	
TALLA PROM. (cm)			31,00	35,10	38,61	41,25	44,00	45,63	47,87	49,21	50,84	50,45	51,35	51,09	54,34	55,58	56,00	57,22	57,22	59,03	59,67	57,22	61,21			
VARIANZA			1,42	2,33	4,36	5,34	3,96	4,47	4,22	3,43	3,52	5,34	5,05	12,23	3,42	0,99	3,06	0,92	0,92	2,74	1,96	0,92	0,91			
PESO PROM (g)			156,9	240,0	334,5	420,5	522,5	592,5	697,6	765,6	856,1	836,8	888,2	882,6	1.075,6	1.158,9	1.192,1	1.280,2	1.280,2	1.427,9	1.480,8	1.280,2	1.613,9			

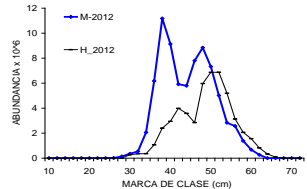
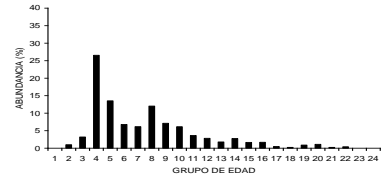




Tabla 23

Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, zona 3 + zona R, crucero 2012, (Abundancia total hembras = 50.679.147; hembras zona 3 = 4.302.510, hembras zona R=46.376.636)

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10 - 11																									
12 - 13																									
14 - 15																									
16 - 17																									
18 - 19																									
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27	13.900			13.900																					
28 - 29																									
30 - 31	270.353		245.776	24.578																					
32 - 33	347.774		208.665	139.110																					
34 - 35	356.217			356.217																					
36 - 37	1.064.106		40.927	532.053																					
38 - 39	2.399.018				450.199	40.927																			
40 - 41	2.945.098				2.089.467	77.388																			
42 - 43	3.987.486				2.454.248	490.850																			
44 - 45	3.579.341				741.858	2.318.306	834.590	92.732																	
46 - 47	2.842.289				89.484	1.610.704	1.342.253	447.418	89.484																
48 - 49	5.961.649					406.041	772.806	1.766.415	1.987.216	993.608	331.203														
50 - 51	6.869.810							312.264	1.249.056	1.769.497	1.665.409	1.249.056	208.176	208.176	104.088	104.088									
52 - 53	6.871.074								728.750	728.750	1.978.036	1.249.286	728.750	624.643	624.643	104.107	104.107								
54 - 55	5.194.047								207.762	415.524	1.350.452	1.142.690	727.167	934.928	311.643	103.881									
56 - 57	3.129.884									164.731	576.558	494.192	494.192	411.827	576.558	164.731	164.731								
58 - 59	2.062.674													82.507	247.521	577.549	495.042	247.521	247.521	82.365	165.014				
60 - 61	1.554.306														67.579	67.579	270.314	405.471	270.314	337.893	135.157				
62 - 63	819.140																32.766	65.531	131.062	196.594	229.359	131.062			
64 - 65	330.544																		47.221	94.441	188.882	40.219			
66 - 67	80.437																								
68 - 69																									
70 - 71																									
72 - 73																									
74 - 75																									
76 - 77																									
78 - 79																									
80 - 81																									
82 - 83																									
84 - 85																									
86 - 87																									
TOTAL	50.679.147	0	495.368	1.298.021	5.825.255	4.944.215	4.005.357	3.593.328	4.460.548	3.699.617	4.390.171	4.013.526	2.766.575	2.054.178	2.240.359	1.142.676	1.533.761	930.086	850.488	665.731	633.969	378.971	323.800	360.163	72.984
PORCENTAJE			0,98	2,56	11,49	9,76	7,90	7,09	8,80	7,30	8,66	7,92	5,46	4,05	4,42	2,25	3,03	1,84	1,68	1,31	1,25	0,75	0,64	0,71	0,14
TALLA PROM. (cm)			31,84	35,66	39,79	43,17	45,38	47,48	49,45	50,58	51,63	52,71	53,85	53,97	54,35	56,26	56,62	58,73	59,22	59,46	60,39	62,04	63,08	64,00	64,70
VARIANZA			2,02	3,94	2,92	3,10	4,11	3,21	3,47	2,75	2,34	3,20	4,10	3,52	3,31	4,30	5,99	1,82	2,78	2,77	1,85	1,71	0,82	1,65	3,96
PESO PROM (g)			176,2	258,3	370,5	486,6	576,3	669,0	766,7	825,9	883,9	948,8	1.020,1	1.026,8	1.050,7	1.181,2	1.208,8	1.359,5	1.399,6	1.418,6	1.493,1	1.633,3	1.726,0	1.812,5	1.884,6

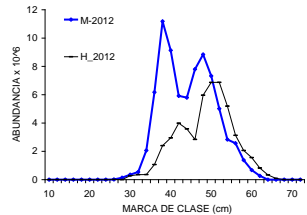
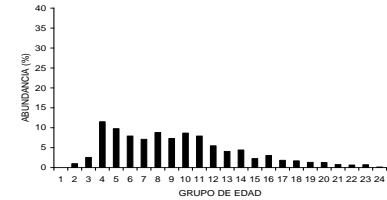




Tabla 24

Número de individuos por grupo de edad, desviación estándar (sd) y coeficiente de variación (CV) de merluza de tres aletas por sexo y proporción de ambos. Crucero de evaluación 2012.

GE	MACHOS			HEMBRAS			AMBOS	
	Nº	sd	CV	Nº	sd	CV	Nº	%
I	0	0		0	0		0	0,0
II	760.834	142.025	0,1867	495.368	97.654	0,1971	1.256.202	1,0
III	2.485.414	392.428	0,1579	1.298.021	189.614	0,1461	3.783.434	2,9
IV	20.693.985	971.678	0,0470	5.825.255	356.843	0,0613	26.519.241	20,6
V	10.542.176	1.033.174	0,0980	4.944.215	489.472	0,0990	15.486.391	12,0
VI	5.288.205	757.336	0,1432	4.005.357	520.365	0,1299	9.293.562	7,2
VII	4.780.624	760.935	0,1592	3.593.328	519.026	0,1444	8.373.952	6,5
VIII	9.385.204	970.237	0,1034	4.460.548	602.493	0,1351	13.845.752	10,8
IX	5.545.520	798.784	0,1440	3.699.617	567.442	0,1534	9.245.137	7,2
X	4.771.811	706.942	0,1481	4.390.171	598.294	0,1363	9.161.983	7,1
XI	2.823.704	593.369	0,2101	4.013.526	578.957	0,1443	6.837.229	5,3
XII	2.198.374	513.604	0,2336	2.766.575	486.472	0,1758	4.964.949	3,9
XIII	1.389.956	418.346	0,3010	2.054.178	427.616	0,2082	3.444.134	2,7
XIV	2.143.904	459.518	0,2143	2.240.359	440.611	0,1967	4.384.263	3,4
XV	1.290.649	346.214	0,2682	1.142.676	308.919	0,2703	2.433.325	1,9
XVI	1.320.115	349.669	0,2649	1.533.761	335.496	0,2187	2.853.876	2,2
XVII	364.803	184.746	0,5064	930.086	247.615	0,2662	1.294.889	1,0
XVIII	182.401	133.902	0,7341	850.488	232.742	0,2737	1.032.890	0,8
XIX	692.280	222.148	0,3209	665.731	208.179	0,3127	1.358.011	1,1
XX	857.239	210.188	0,2452	633.969	188.382	0,2971	1.491.208	1,2
XXI	182.401	133.902	0,7341	378.971	126.680	0,3343	561.373	0,4
XXII	300.162	140.956	0,4696	323.800	96.709	0,2987	623.962	0,5
XXIII	0	0		360.163	93.576	0,2598	360.163	0,3
XXIV	0	0		72.984	40.159	0,5502	72.984	0,1
TOTAL	77.999.763			50.679.147			128.678.910	100,0

Tabla 25

Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de tres aletas; por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.

GE 50% stock desovante de Merluza de tres aletas					
Sexo	2007	2008	2009	2011	2012
Machos	2,3	3,7	2,7	3,7	2,6
Hembras	2,9	4,5	3,4	4,7	3,6
Diferencia	0,6	0,8	0,7	1,0	1,0



Tabla 26

Clasificaci3n de merluzas de tres aletas en estado gonadal maduros e inmaduros mediante observaci3n macrosc3pica y microsc3pica (histol3gica) de sus g3nadas. El achurado en gris representa las coincidencias totales entre ambas t3cnicas.

2007					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	97	0	97	85,1
EMMa	Inmaduro	1	16	17	14,9
Total		98	16	114	
%		86,0	14,0		
Total analizado por ambas t3cnicas (nº) :				114	
Concordancia (nº) :				113	
Concordancia (%) :				99,1	
2008					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	751	1	752	97,8
EMMa	Inmaduro	3	14	17	2,2
Total		754	15	769	
%		98,0	2,0		
Total analizado por ambas t3cnicas (nº) :				769	
Concordancia (nº) :				765	
Concordancia (%) :				99,5	
2009					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	553	0	553	91,0
EMMa	Inmaduro	17	38	55	9,0
Total		570	38	608	
%		93,8	6,3		
Total analizado por ambas t3cnicas (nº) :				608	
Concordancia (nº) :				591	
Concordancia (%) :				97,2	
2011					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	1002	0	1002	92,2
EMMa	Inmaduro	40	45	85	7,8
Total		1042	45	1087	
%		95,9	4,1		
Total analizado por ambas t3cnicas (nº) :				1087	
Concordancia (nº) :				1047	
Concordancia (%) :				96,3	

*EMMA: Estado de madurez, observaci3n macrosc3pica determinada por Observador cientifico a bordo al momento del muestreo

*EMMI: Estado de madurez microsc3pico estimada en el laboratorio de histologia, dirigido por el Investigador Eduardo D3az



Tabla 27

Valor medio del Índice Gonadosomático por sexo, para todas las tallas y > 35 cm LT, de merluza de tres aletas en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.

	Machos			Machos > 35 cm			Hembras			Hembras > 35 cm		
	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n
Zonas 1-2-3	13,3	8,8	1083	14,1	8,6	1006	10,2	6,0	690	10,6	5,8	657
Zona R	10,2	6,6	100	10,6	6,6	94	13,2	7,3	140	13,3	7,3	139
Zona 1	8,1	2,9	144	8,3	2,9	125	5,1	2,5	50	5,4	2,4	46
Zona 2	16,9	8,6	454	17,2	8,5	442	13,4	5,7	285	13,5	5,5	281
Zona 3	11,5	8,9	485	12,5	8,7	439	8,3	5,4	355	8,9	5,2	330

Tabla 28

Incidencia de fases macroscópicas de madurez por sexos y áreas prospectadas.

			Estadios madurez macroscópicos					Total
			I	II	III	IV	V	
Machos	Zonas 1-2-3	n	0	46	16	1019	2	1083
		%	0,0	4,2	1,5	94,1	0,2	
	Zona R	n	0	0	1	99	0	100
		%	0,0	0,0	1,0	99,0	0,0	
hembras	Zonas 1-2-3	n	0	84	594	12	0	690
		%	0,0	12,2	86,1	1,7	0,0	
	Zona R	n	0	5	74	51	10	140
		%	0,0	3,6	52,9	36,4	7,1	



Tabla 29

Incidencia de fases microsc3picas de madurez de hembras en el 3rea de prospecci3n, en la zona re-prospectada y por zonas de inter3s.

		Estadios madurez microsc3picas						Total
		I	II	III	IV	V	VI	
Zonas 1-2-3	n	41	29	532	34	21	27	684
	%	6,0	4,2	77,8	5,0	3,1	3,9	
Zona R	n	1	5	56	50	21	4	137
	%	0,7	3,6	40,9	36,5	15,3	2,9	
Zona 1	n	3	9	38	0	0	1	51
	%	5,9	17,6	74,5	0,0	0,0	2,0	
Zona 2	n	4	2	272	3	5	0	286
	%	1,4	0,7	95,1	1,0	1,7	0,0	
Zona 3	n	34	18	222	31	16	26	347
	%	9,8	5,2	64,0	8,9	4,6	7,5	

Tabla 30

Estimados de la talla de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2012.

Periodo ajuste	$L_{50\%}$	LI	LS
2001-2002	36,0	34,4	37,6
2001-2003	36,6	34,9	38,0
2001-2004	36,1	34,8	37,5
2001-2005	36,7	35,6	37,8
2001-2006	36,6	35,6	37,6
2001-2007	36,0	35,7	36,2
2008	36,7	34,2	38,4
2001-2008	36,6	35,5	37,5
2009	37,3	34,2	40,2
2001-2009	36,7	35,9	37,5
2011	36,5	35,0	38,2
2001-2011	36,7	36,1	37,3
2012	35,5	33,7	36,6
2001-2012	36,7	36,1	37,3



Tabla 31
Estimados de fecundidad total y relativa a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2012.

	Fecundidad total			Fecundidad relativa			Tamaño hembras		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	n
2001	119479	1110293	386831	150	974	392	50	61	57
2002	124058	1103030	523125	254	972	592	37	63	94
2003	119842	1340841	733540	174	1981	698	40	62	124
2004	76676	1573646	615362	141	1159	639	40	64	135
2005	71771	1245209	593968	165	913	534	43	64	124
2006	52285	1590339	474335	87	817	445	42	64	104
2007	105435	1210836	400327	197	738	482	36	62	28
2008	84034	1111541	530681	193	780	447	42	66	123
2009	18478	926779	297329	34	646	314	42	63	36
2011	128402	1387777	649082	182	849	545	44	67	101
2012	103340	1083838	400441	239	695	456	34	65	117
Min			297329			314			
Max			733540			698			
Media			509547			504			

Tabla 32
Resumen de la relación entre la fecundidad total con el peso corporal y la longitud total (a: intercepto; b: pendiente; S_x : error estándar del parámetro; gl: grado de libertad; SCE: suma cuadrado del error; r^2 : coeficiente de determinación).

Año	Variable	Regresión	a	S_a	b	S_b	gl	SCE	r^2
2012	Peso corporal	Lineal	-153500	19150	664,4	21,54	15	5,971e+011	0,89
		Potencial	33,57	10,88	1,39	0,04629	15	5,591e+011	0,90
		Exponencial	122401	7018	0,0013	4,812e-005	15	7,729e+011	0,86
2012	Longitud total	Lineal	-1,345e+006	76225	33982	1475	15	9,860e+011	0,82
		Potencial	0,006521	0,004233	4,528	0,1609	15	6,558e+011	0,88
		Exponencial	5467	902,6	0,08152	0,002897	15	6,911e+011	0,88

**Tabla 33**

Nombre cient3fico y c3digo utilizado para la identificaci3n de especies en crucero de merluza de tres aletas

Nombre com3n	C3digo	Nombre cient3fico
M.3 aletas	m3a	<i>Micromesistius australis</i>
M. sur	mau	<i>Merluccius australis</i>
M. cola	mm	<i>Macruronus magellanicus</i>
Cojinoba	ser	<i>Seriolella sp.</i>
Reineta	bau	<i>Brama australis</i>
Congrio dorado	gb	<i>Genypterus blacodes</i>
Tollo cachos	sqa	<i>Squalus acanthias</i>
Jibia	dg	<i>Dosidicus gigas</i>
Brotula	sau	<i>Salilota australis</i>
Calamar	lgh	<i>Loligo gahi</i>

* La especie Cojinoba, se agrupo por el g3nero, para evitar confusi3n entre especies

Tabla 34

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a de agregaciones de merluza de tres aletas

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	400	2.153	26	406	1,02	49
Alto (m)	19	29	7	6	0,30	49
Elongaci3n	22	119	1	23	1,02	49
Per3metro (m)	3.112	26.802	207	4.547	1,46	49
Area (m ²)	7.618	38.389	385	8.173	1,07	49
Dim. Fractal	1,39	1,73	1,05	0,18	0,13	49
Prof. Card (m)	280	423	168	61	0,22	49
Prof. Fondo (m)	541	1.476	192	312	0,58	49
Indice altura (%)	38	82	6	21	0,57	49
s _A (m ² /mn ²)	3.109	109.939	114	15.730	5,06	49
Densidad (s _A /m ²)	0,3	4,95	0,02	0,7	2,18	49
Pendiente Fondo ⁽⁰⁾	9,3	49,2	0,0	10	1,03	49



Tabla 35

Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según zona.

Variable	Zona	Prom	N	D.S.	C.V.
Largo	1	468	7	773	1,65
	2	132	17	114	0,86
	3	525	17	284	0,54
	R	645	8	346	0,54
Alto	1	15	7	5	0,30
	2	20	17	6	0,32
	3	18	17	4	0,22
	R	19	8	6	0,34
Elongación	1	30	7	44	1,46
	2	7	17	6	0,85
	3	28	17	13	0,47
	R	37	8	22	0,60
Perímetro	1	5.450	7	9.888	1,81
	2	488	17	278	0,57
	3	3.739	17	2.918	0,78
	R	5.310	8	3.109	0,59
Área	1	7.514	7	13.783	1,83
	2	2.761	17	2.469	0,89
	3	10.138	17	6.752	0,67
	R	12.676	8	8.666	0,68
Dim. Fractal	1	1,45	7	0,19	0,13
	2	1,25	17	0,14	0,11
	3	1,45	17	0,16	0,11
	R	1,51	8	0,13	0,09
Prof. Agregación	1	286	7	41	0,14
	2	291	17	62	0,21
	3	298	17	57	0,19
	R	213	8	34	0,16
Fondo	1	460	7	170	0,37
	2	787	17	393	0,50
	3	429	17	144	0,33
	R	326	8	92	0,28
Ind. Altura	1	32	7	19	0,58
	2	54	17	21	0,39
	3	26	17	16	0,63
	R	32	8	13	0,41
S _A	1	585	7	533	0,91
	2	569	17	409	0,72
	3	408	17	274	0,67
	R	16.452	8	38.114	2,32
Densidad	1	0,2	7	0,2	0,87
	2	0,4	17	0,4	0,95
	3	0,1	17	0,1	1,25
	R	0,9	8	1,7	1,90
Pendiente	1	5	7	5	0,87
	2	13	17	12	0,97
	3	9	17	9	0,99
	R	6	8	6	0,89



Tabla 36

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por zona.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	1997545,66	3	665848,55	5,06	0,004
	Intra-grupos	5920712,78	45	131571,40		
	Total	7918258,44	48			
Alto	Inter-grupos	133,06	3	44,35	1,48	0,233
	Intra-grupos	1349,81	45	30,00		
	Total	1482,86	48			
Elongación	Inter-grupos	6588,79	3	2196,26	5,41	0,003
	Intra-grupos	18266,37	45	405,92		
	Total	24855,16	48			
Perímetro	Inter-grupos	200657319,10	3	66885773,03	3,80	0,016
	Intra-grupos	791793736,96	45	17595416,38		
	Total	992451056,06	48			
Área	Inter-grupos	713687919,10	3	237895973,03	4,30	0,010
	Intra-grupos	2492433031,26	45	55387400,69		
	Total	3206120950,35	48			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,52	3	0,17	7,60	0,000
	Intra-grupos	1,02	45	0,02		
	Total	1,53	48			
Prof. Agregación	Inter-grupos	44311,90	3	14770,63	5,05	0,004
	Intra-grupos	131709,77	45	2926,88		
	Total	176021,67	48			
Fondo	Inter-grupos	1655314,25	3	551771,42	8,19	0,000
	Intra-grupos	3031340,55	45	67363,12		
	Total	4686654,79	48			
Ind. Altura	Inter-grupos	7522,46	3	2507,49	7,72	0,000
	Intra-grupos	14614,03	45	324,76		
	Total	22136,49	48			
S _A	Inter-grupos	1702622567,18	3	567540855,73	2,51	0,071
	Intra-grupos	10174179585,90	45	226092879,69		
	Total	11876802153,08	48			
Densidad	Inter-grupos	3,78	3	1,26	2,51	0,071
	Intra-grupos	22,58	45	0,50		
	Total	26,35	48			
Pendiente	Inter-grupos	368,00	3	122,67	1,38	0,262
	Intra-grupos	4010,35	45	89,12		
	Total	4378,35	48			



Tabla 37
Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo

Variable	Rango fondo	Prom	N	D.S.	C.V.
Largo	200	451	8	375	0,83
	300	469	11	324	0,69
	400	440	9	369	0,84
	500	360	7	284	0,79
	>600	311	14	561	1,80
Alto	200	15	8	6	0,41
	300	21	11	5	0,26
	400	17	9	5	0,29
	500	16	7	6	0,37
	>600	22	14	3	0,15
Elongación	200	30	8	22	0,75
	300	22	11	13	0,58
	400	24	9	20	0,85
	500	25	7	22	0,88
	>600	16	14	31	1,98
Perímetro	200	2.807	8	2.683	0,96
	300	3.283	11	3.341	1,02
	400	3.310	9	3.493	1,06
	500	3.408	7	3.649	1,07
	>600	2.875	14	7.072	2,46
Área	200	7.720	8	8.409	1,09
	300	10.337	11	8.512	0,82
	400	8.160	9	7.053	0,86
	500	5.332	7	4.099	0,77
	>600	6.219	14	10.152	1,63
Dim. Fractal	200	1,43	8	0,18	0,13
	300	1,40	11	0,18	0,13
	400	1,42	9	0,14	0,10
	500	1,45	7	0,22	0,15
	>600	1,31	14	0,18	0,14
Prof. Agregación	200	195	8	24	0,12
	300	281	11	28	0,10
	400	286	9	51	0,18
	500	285	7	51	0,18
	>600	322	14	59	0,18
Ind. Altura	200	23	8	9	0,38
	300	15	11	6	0,39
	400	35	9	13	0,36
	500	47	7	10	0,22
	>600	62	14	16	0,25
s _A	200	2.077	8	5.267	2,54
	300	10.382	11	33.020	3,18
	400	923	9	1.244	1,35
	500	320	7	166	0,52
	>600	783	14	480	0,61
Densidad	200	0,2	8	0,23	1,14
	300	0,5	11	1,47	2,74
	400	0,3	9	0,39	1,33
	500	0,1	7	0,11	1,03
	>600	0,4	14	0,41	1,00
Pendiente	200	7	8	6,1	0,92
	300	4	11	3,1	0,89
	400	11	9	10,4	0,94
	500	14	7	10,0	0,70
	>600	12	14	12,0	1,02



Tabla 38

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de fondo.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	208932,23	4	52233,06	0,30	0,878
	Intra-grupos	7709326,22	44	175211,96		
	Total	7918258,44	48			
Alto	Inter-grupos	370,78	4	92,70	3,67	0,051
	Intra-grupos	1112,08	44	25,27		
	Total	1482,86	48			
Elongación	Inter-grupos	1142,74	4	285,68	0,53	0,714
	Intra-grupos	23712,43	44	538,92		
	Total	24855,16	48			
Perímetro	Inter-grupos	2823117,37	4	705779,34	0,03	0,998
	Intra-grupos	989627938,69	44	22491544,06		
	Total	992451056,06	48			
Área	Inter-grupos	148015612,31	4	37003903,08	0,53	0,713
	Intra-grupos	3058105338,05	44	69502394,05		
	Total	3206120950,35	48			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,13	4	0,03	1,03	0,402
	Intra-grupos	1,40	44	0,03		
	Total	1,53	48			
Prof. Agregación	Inter-grupos	82353,19	4	20588,30	9,67	0,000
	Intra-grupos	93668,47	44	2128,83		
	Total	176021,67	48			
Ind. Altura	Inter-grupos	16207,94	4	4051,99	30,07	0,000
	Intra-grupos	5928,55	44	134,74		
	Total	22136,49	48			
S _A	Inter-grupos	763620837,90	4	190905209,48	0,76	0,560
	Intra-grupos	11113181315,18	44	252572302,62		
	Total	11876802153,08	48			
Densidad	Inter-grupos	1,02	4	0,26	0,44	0,776
	Intra-grupos	25,33	44	0,58		
	Total	26,35	48			
Pendiente	Inter-grupos	702,61	4	175,65	2,10	0,097
	Intra-grupos	3675,73	44	83,54		
	Total	4378,35	48			



Tabla 39
Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según pendiente del fondo.

Variable	Pendiente	Prom	N	D.S.	C.V.
Largo	5	568	19	526	0,93
	10	321	23	289	0,90
	15	206	7	164	0,80
Alto	5	20	19	5	0,26
	10	19	23	6	0,33
	15	16	7	4	0,26
Elongación	5	30	19	29	0,96
	10	19	23	19	0,98
	15	13	7	10	0,78
Perímetro	5	3.956	19	6.222	1,57
	10	2.894	23	3.361	1,16
	15	1.537	7	1.590	1,03
Área	5	11.219	19	10.365	0,92
	10	5.925	23	5.993	1,01
	15	3.410	7	2.772	0,81
Dim. Fractal	5	1,37	19	0,19	0,14
	10	1,41	23	0,18	0,13
	15	1,40	7	0,16	0,11
Prof. Agregación	5	268	19	57	0,21
	10	290	23	67	0,23
	15	279	7	45	0,16
Fondo	5	465	19	350	0,75
	10	588	23	285	0,49
	15	590	7	293	0,50
Ind. Altura	5	28	19	22	0,79
	10	43	23	19	0,44
	15	45	7	20	0,44
S _A	5	7.039	19	25.145	3,57
	10	726	23	834	1,15
	15	272	7	132	0,48
Densidad	5	0,4	19	1,1	2,61
	10	0,3	23	0,3	1,21
	15	0,3	7	0,3	1,10



Tabla 40
Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores según pendiente del fondo.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	943707,04	2	471853,52	3,11	0,054
	Intra-grupos	6974551,40	46	151620,68		
	Total	7918258,44	48			
Alto	Inter-grupos	74,99	2	37,50	1,23	0,303
	Intra-grupos	1407,87	46	30,61		
	Total	1482,86	48			
Elongación	Inter-grupos	1926,19	2	963,10	1,93	0,156
	Intra-grupos	22928,97	46	498,46		
	Total	24855,16	48			
Perímetro	Inter-grupos	31991885,06	2	15995942,53	0,77	0,471
	Intra-grupos	960459171,00	46	20879547,20		
	Total	992451056,06	48			
Área	Inter-grupos	436238734,46	2	218119367,23	3,62	0,035
	Intra-grupos	2769882215,90	46	60214830,78		
	Total	3206120950,35	48			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,02	2	0,01	0,32	0,726
	Intra-grupos	1,51	46	0,03		
	Total	1,53	48			
Prof. Agregación	Inter-grupos	5070,57	2	2535,29	0,68	0,511
	Intra-grupos	170951,10	46	3716,33		
	Total	176021,67	48			
Fondo	Inter-grupos	176775,25	2	88387,63	0,90	0,413
	Intra-grupos	4509879,54	46	98040,86		
	Total	4686654,79	48			
Ind. Altura	Inter-grupos	2838,45	2	1419,23	3,38	0,043
	Intra-grupos	19298,04	46	419,52		
	Total	22136,49	48			
S _A	Inter-grupos	480394494,27	2	240197247,14	0,97	0,387
	Intra-grupos	11396407658,81	46	247747992,58		
	Total	11876802153,08	48			
Densidad	Inter-grupos	0,27	2	0,14	0,24	0,787
	Intra-grupos	26,08	46	0,57		
	Total	26,35	48			



Tabla 41
Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).

	Largo	Alto	Elon.	Perím.	Área	Dim. Frac.	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Alt.	S _A	Dens.	Pend.
Largo	1	0,128	0,935	0,892	0,958	0,495	-0,165	-0,245	-0,204	0,179	-0,042	-0,270
Alto	0,128	1	-0,136	-0,013	0,331	-0,458	0,171	0,364	0,215	0,272	0,254	-0,241
Elongación	0,935	-0,136	1	0,892	0,801	0,634	-0,187	-0,275	-0,201	0,061	-0,148	-0,227
Perímetro	0,892	-0,013	0,892	1	0,798	0,642	-0,054	-0,151	-0,072	0,104	-0,060	-0,130
Área	0,958	0,331	0,801	0,798	1	0,347	-0,171	-0,217	-0,192	0,306	0,088	-0,287
Dim. Fractal	0,495	-0,458	0,634	0,642	0,347	1	-0,003	-0,442	-0,321	0,053	-0,096	0,109
Prof. Agreg.	-0,165	0,171	-0,187	-0,054	-0,171	-0,003	1	0,348	0,075	-0,155	-0,146	0,044
Fondo	-0,245	0,364	-0,275	-0,151	-0,217	-0,442	0,348	1	0,864	-0,117	0,031	0,106
Ind. Altura	-0,204	0,215	-0,201	-0,072	-0,192	-0,321	0,075	0,864	1	-0,078	0,112	0,304
S _A	0,179	0,272	0,061	0,104	0,306	0,053	-0,155	-0,117	-0,078	1	0,915	-0,108
Densidad	-0,042	0,254	-0,148	-0,060	0,088	-0,096	-0,146	0,031	0,112	0,915	1	-0,010
Pendiente	-0,270	-0,241	-0,227	-0,130	-0,287	0,109	0,044	0,106	0,304	-0,108	-0,010	1

Tabla 42
Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes

Nº componente	Valor propio	% variabilidad explicada	% acumulado
1	4,21	42,07	42,07
2	2,25	22,45	64,52
3	1,53	15,29	79,81
4	0,99	9,88	89,69
5	0,54	5,41	95,10
6	0,29	2,88	97,97
7	0,10	1,00	98,97
8	0,06	0,56	99,53
9	0,05	0,46	99,98
10	0,00	0,02	100,00

Tabla 43
Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,968	0,076	-0,176
Alto	-0,013	0,717	-0,539
Elongación	0,952	-0,149	-0,074
Perímetro	0,926	-0,059	-0,084
Área	0,898	0,281	-0,206
Dim. Fractal	0,668	-0,402	0,442
Prof. Fondo	-0,370	0,249	-0,520
S _A	0,217	0,808	0,518
Densidad	-0,011	0,817	0,529
Pendiente Fondo	-0,263	-0,277	0,371



Tabla 44

Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2012.

Variable	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Largo (m)	1.032	0,79	1.398	1,40	1.776	1,09	1.742	0,80	1.088	1,09	527	1,43
Alto (m)	45	0,49	34	0,34	31	0,41	23	0,45	21	0,53	14	0,58
Elongación	27	0,93	40	1,25	56	1,01	80	0,85	53	0,93	42	1,35
Perímetro (m)	6.076	0,91	5.990	1,43	7.722	1,25	9.530	0,74	5.214	1,19	2.639	1,87
Area (m ²)	14.105	1,09	44.516	1,84	65.831	1,39	42.787	0,94	28.226	1,65	8.570	1,88
Dim. Fractal	1,55	0,05	1,35	0,07	1,36	0,08	1,46	0,04	1,41	0,06	1,39	0,10
Prof. Card (m)	190	0,18	240	0,25	253	0,34	208	0,20	181	0,21	159	0,19
Prof. Fondo (m)	258	0,40	569	0,59	414	0,51	448	0,55	261	0,48	238	0,60
Índice altura (%)	20	0,93	43	0,65	30	0,71	44	0,46	22	0,96	22	0,99
s _A (m ² /mn ²)	5.693	2,21	4.113	3,22	9.323	1,85	11.942	1,67	10.513	1,93	3.573	2,48
Densidad (s _A /m ²)	0,46	1,29	0,27	2,87	0,54	4,08	0,29	1,46	0,46	2,15	0,74	1,89
Nº obs	301		147		107		46		136		181	
Variable	2007		2008		2009		2011		2012			
	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.		
Largo (m)	675	0,93	536	0,78	579	0,99	537	0,96	400	1,02		
Alto (m)	16	0,52	24	0,38	23	0,68	20	0,59	19	0,30		
Elongación	57	1,15	23	0,76	25	0,74	35	1,40	22	1,02		
Perímetro (m)	3.649	0,93	3.057	1,27	1.682	0,86	4.316	1,41	3.112	1,46		
Area (m ²)	9.986	0,95	13.994	0,93	18.304	2,19	12.559	1,84	7.618	1,07		
Dim. Fractal	1,47	0,07	1,34	0,13	1,29	0,09	1,42	0,13	1,39	0,13		
Prof. Card (m)	202	0,36	256	0,20	221	0,22	237	0,19	280	0,22		
Prof. Fondo (m)	275	0,58	398	0,43	301	0,32	318	0,33	541	0,58		
Índice altura (%)	17	1,09	28	0,77	23	0,77	21	0,71	38	0,57		
s _A (m ² /mn ²)	2.260	1,31	2.178	1,12	6.506	2,36	5.570	4,61	3.109	5,06		
Densidad (s _A /m ²)	0,68	2,43	0,35	1,51	0,79	1,78	0,28	1,22	0,34	2,18		
Nº obs	70		66		79		49		49			



Tabla 45
Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes para la serie histórica 2001-2012

Componente	Valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	4,86	40,48	40,48
2	3,48	29,03	69,51
3	1,94	16,17	85,68
4	0,61	5,11	90,79
5	0,43	3,62	94,42
6	0,31	2,59	97,01
7	0,26	2,18	99,19
8	0,05	0,41	99,60
9	0,03	0,26	99,86
10	0,02	0,14	100,00
11	0,00	0,00	100,00
12	0,00	0,00	100,00

Tabla 46
Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales para la serie histórica 2001-2012

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,90	0,26	0,30
Alto	0,16	0,84	0,34
Elongación	0,90	-0,29	-0,09
Perímetro	0,86	0,21	0,36
Área	0,81	0,18	0,36
Fondo	0,05	-0,16	0,95
Ind. Altura	0,31	-0,16	0,87
S _A	0,86	0,09	-0,05
Densidad	-0,10	-0,05	-0,80
Num Observaciones	-0,04	0,89	-0,24
Biomasa	0,22	0,91	-0,07
Abundancia	0,01	0,93	-0,18



Tabla 47
Número de estómagos de Merluza del sur por zonas de estudio entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012.

Zona de estudio	Con Contenido	Vacíos	Total
Taitao	104	406	510
Golfo de Penas-Ladrillero	99	200	299
Trinidad-Concepción	67	67	134
Total	270	673	943

Tabla 48
Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (270 estómagos analizados con contenido).

Ítem	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces					
Huevos de peces	1,5	1,8	0,2	3,16	0,06
Myctophidae	36,4	34,5	89,0	4329,1	77,4
Crustaceos					
<i>Euphausia</i> sp	28,8	27,3	1,18	817,3	14,6
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1,52	1,82	0,746	4,11	0,0735
<i>Pasiphaea dofileini</i>	10,6	12,7	4,86	196,9	3,52
<i>Pasiphaea</i> sp	12,1	10,9	3,06	165,6	2,96
<i>Sergestes arcticus</i>	7,58	9,09	0,917	77,2	1,38
<i>Thysanoessa</i> sp	1,52	1,82	0,0597	2,86	0,0512
Total	100	100	100	5596,20	100
Categorías Mayores*					
Peces	56	56,7	83,8	7941	79,2
Crustaceos	38,9	38,3	14,6	2048	20
Indeterminados	4,86	5,05	1,52	32,3	0,322
Total	100	100	100	10020,78	100



Tabla 49

Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (151 estómagos analizados con contenido).

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1	1	0,3	2,439	2,9412	0,74479	9,3641	0,2295
Myctophidae	11	7	27,94	26,829	20,588	69,36	1980,5	48,53
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	15	12	1,2	36,585	35,294	2,9791	1396	34,22
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1	1	3,6	2,439	2,9412	8,9374	33,460	0,8199
<i>Pasiphaea dofleini</i>	6	6	4,52	14,634	17,647	11,221	456,28	11,18
<i>Pasiphaea</i> sp	2	2	1,61	4,878	5,8824	3,9970	52,206	1,279
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	1,03	9,7561	11,765	2,557	144,86	3,550
<i>Thysanoessa</i> sp	1	1	0,08	2,439	2,9412	0,19861	7,7577	0,1901
Total	41	34	40,28	100	100	100	4080,78	100

Tabla 50

Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (118 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	13	12	91,31	54,17	57,14	94,74	8508,7	91,99
Crustáceos								
<i>Euphausia</i> sp	4	3	0,38	16,67	14,29	0,394	243,73	2,635
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	2	4,167	4,762	2,075	29,722	0,3214
<i>Pasiphaea</i> sp	5	4	2,494	20,83	19,0	2,588	446,11	4,823
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,2	4,167	4,762	0,2075	20,829	0,2252
Total	24	21	96,384	100	100	100	9249,09	100



Tabla 51

Alimentaci3n de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla I , para el 1rea comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepci3n en agosto 2012 (86 est3magos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	3	3	12,62	12,5	15,789	58,714	1124,4	33,9
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	6	3	0,46	25,0	15,789	2,1401	428,53	12,9
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1	1	1	4,1667	5,2632	4,6525	46,416	1,4
<i>Pasiphaea dofleini</i>	4	4	4,1	16,667	21,053	19,075	752,46	22,7
<i>Pasiphaea</i> sp	5	3	2,104	20,833	15,789	9,789	483,5	14,6
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	1,13	16,667	21,053	5,257	461,56	13,9
<i>Thysanoessa</i> sp	1	1	0,08	4,1667	5,2632	0,37220	23,889	0,7
Total	24	19	21,494	100	100	100	3320,79	100,0

Tabla 52

Alimentaci3n de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II, para el 1rea comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepci3n en agosto 2012 (107 est3magos analizados con contenido).

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1	1	0,3	12,5	12,5	10,3	285,6	4,9
Myctophidae	2	2	2,1	25	25	72,4	2435,3	41,6
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	4	4	0,2	50	50	6,9	2844,8	48,6
<i>Pasiphaea acutifrons</i>								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	0,3	12,5	12,5	10,3	285,6	4,9
Total	8	8	2,9	100,0	100,0	100,0	5851,3	100,0



Tabla 53

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (78 estómagos analizados con contenido).

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	19	14	104,53	57,57	51,85	95,34	7929,37	89,19
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	9	8	0,9	27,27	29,62	0,820	832,40	9,36
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	2,1	6,060	7,407	1,915	59,0827	0,66
<i>Pasiphaea</i> sp	2	2	2	6,0606	7,4074	1,8243	58,406	0,66
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,1	3,0303	3,7037	0,09127	11,5611	0,13
Total	33	27	109,63	100	100	100	8890,835	100

Tabla 54

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2012. (n = 104 estómagos analizados).

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1	1	0,3	5,55	6,66	1,01	43,83	0,894
Myctophidae	5	5	22,09	27,77	33,33	75,049	3427,57	69,981
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	3	1	0,12	16,66	6,666	0,407	113,82	2,324
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	3,7	11,11	13,33	12,57	315,8	6,446
<i>Pasiphaea</i> sp	4	3	2,494	22,222	20	8,47	613,908	12,534
<i>Sergestes arcticus</i>	3	3	0,73	16,66	20	2,48	382,936	7,818
Total	18	15	29,434	100	100	100	4897,8	100



Tabla 55

Alimentaci3n de ejemplares de *Micromesistius australis* para el 3rea del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2012. (n= 99 est3magos analizados)

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	9,0	14,0	81,9	36,0	48,28	96,3	6385,1	73,57
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	13,0	12,0	1,2	52,0	41,38	1,387	2209,1	25,45
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2,0	2,0	1,9	8,0	6,897	2,257	70,74	0,8150
<i>Thysanoessa</i> sp	1,0	1,0	0,1	4,0	3,448	0,09403	14,12	0,1627
Total	25,0	29,0	85,1	100,0	100,0	100,0	8679,0	100,0

Tabla 56

Alimentaci3n de ejemplares de *Micromesistius australis* para el 3rea de Trinidad-Concepci3n en agosto 2012. (n= 67 est3magos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	5,00	5,00	15,26	29,41	31,25	78,06	3358,38	70,75
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	3,00	2,00	0,28	17,65	12,50	1,432	238,49	5,024
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1,00	1,00	1,00	5,882	6,25	5,12	68,73	1,448
<i>Pasiphaea dofleini</i>	3,00	3,00	0,90	17,65	18,75	4,604	417,20	8,788
<i>Pasiphaea</i> sp	3,00	3,00	1,61	17,65	18,75	8,235	485,29	10,22
<i>Sergestes arcticus</i>	2,00	2,00	0,50	11,76	12,50	2,558	179,03	3,77
Total	17,00	16,00	19,55	100,00	100,00	100,00	4747,12	100,00



Tabla 57

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 149 - 220 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (81 estómagos analizados con contenido).

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1,00	1,00	0,30	6,25	7,69231	1,3532	58,4860	0,710040
Myctophidae	6,00	6,00	20,95	37,50	46,1538	94,4971	6092,17	73,9610
Crustaceos								
<i>Euphausia sp</i>	8,00	5,00	0,60	50,00	38,4615	2,7064	2027,17	24,6105
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1,00	1,00	0,32	6,25	7,69231	1,44339	59,1799	0,718464
Total	16,00	13,00	22,17	100,00	100,00	100,00	8237,01	100,00

Tabla 58

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 220-346 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (189 estómagos analizados con contenido)

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	18,0	13,0	98,3	36,7	32,5	87,9	4051,6	77,6
Crustaceos								
<i>Euphausia sp</i>	11,0	9,0	0,9	22,4	22,5	0,787	522,8	10,0
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1,0	1,0	1,0	2,04	2,5	0,895	7,34	0,141
<i>Pasiphaea dofleini</i>	6,0	6,0	6,2	12,2	15,0	5,55	266,9	5,11
<i>Pasiphaea sp</i>	7,0	5,0	4,1	14,3	12,5	3,67	224,5	4,30
<i>Sergestes arcticus</i>	5,0	5,0	1,2	10,2	12,5	1,10	141,3	2,71
<i>Thysanoessa sp</i>	1,0	1,0	0,1	2,04	2,5	0,0716	5,28	0,101
Total	49,0	40,0	111,8	100,0	100,0	100,0	5219,6	100,0

FIGURAS



Figura 1. B/H “Friosur VIII”, participante en la prospección

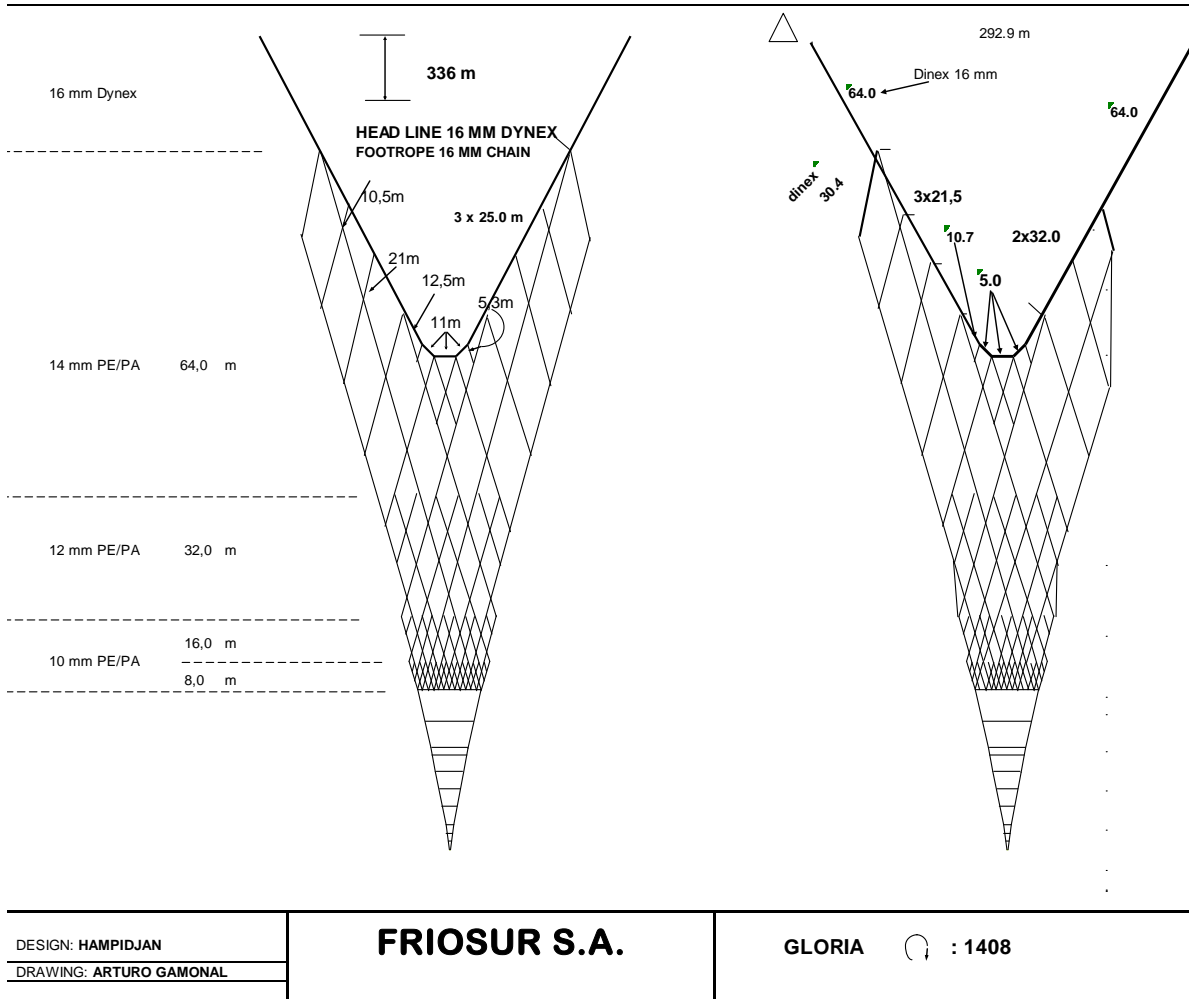


Figura 2. Red de arrastre Gloria 1408 utilizada en el crucero

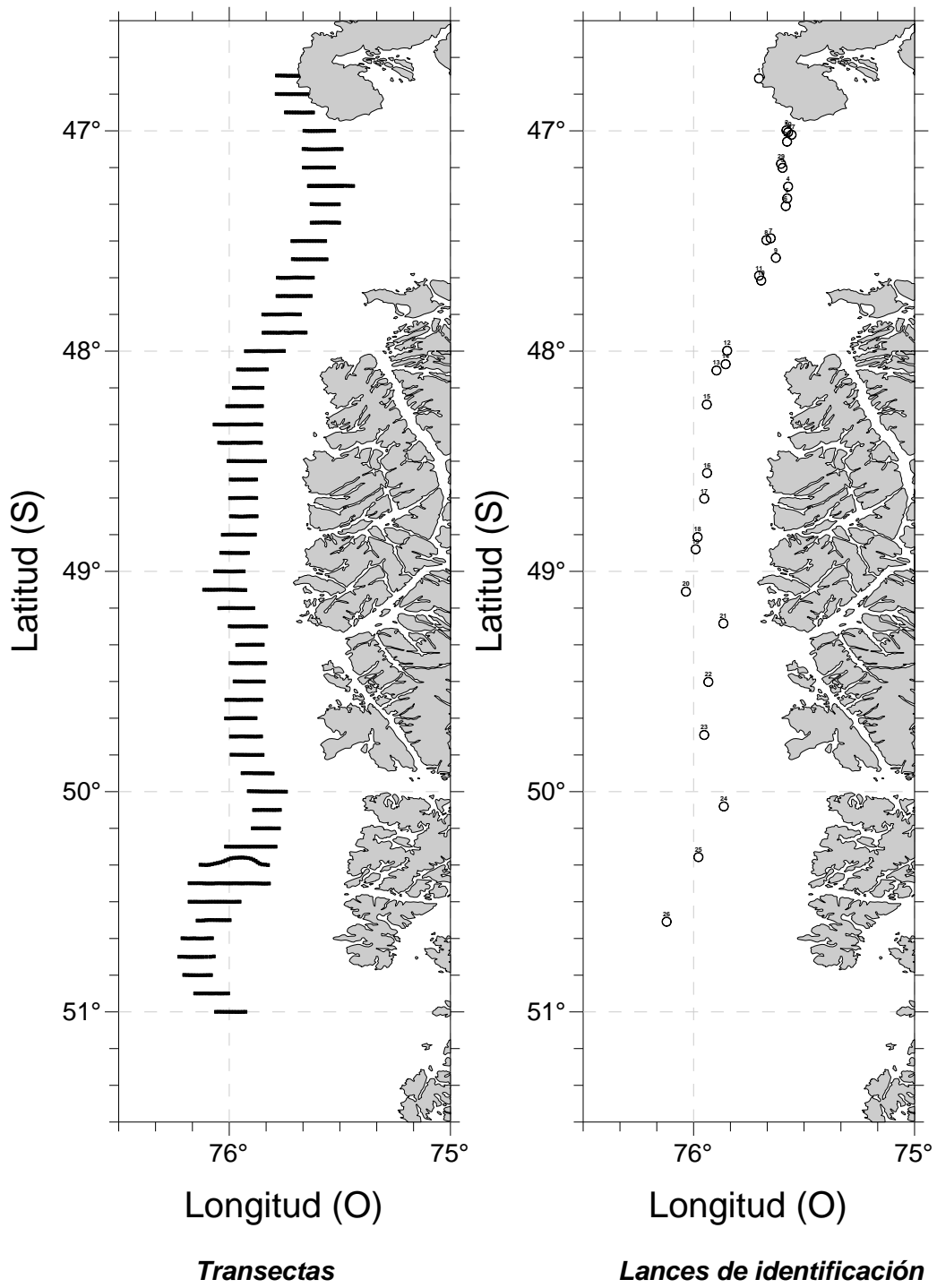


Figura 3. Distribuci3n de las transectas de muestreo ac3stico y lances de pesca de identificaci3n en el 3rea de estudio, Agosto 2012.

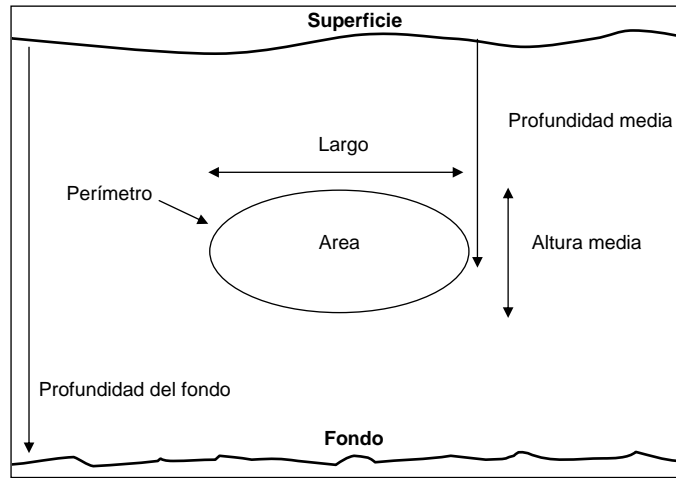


Figura 4. Descriptores morfol3gicos y batim3tricos de una agregaci3n

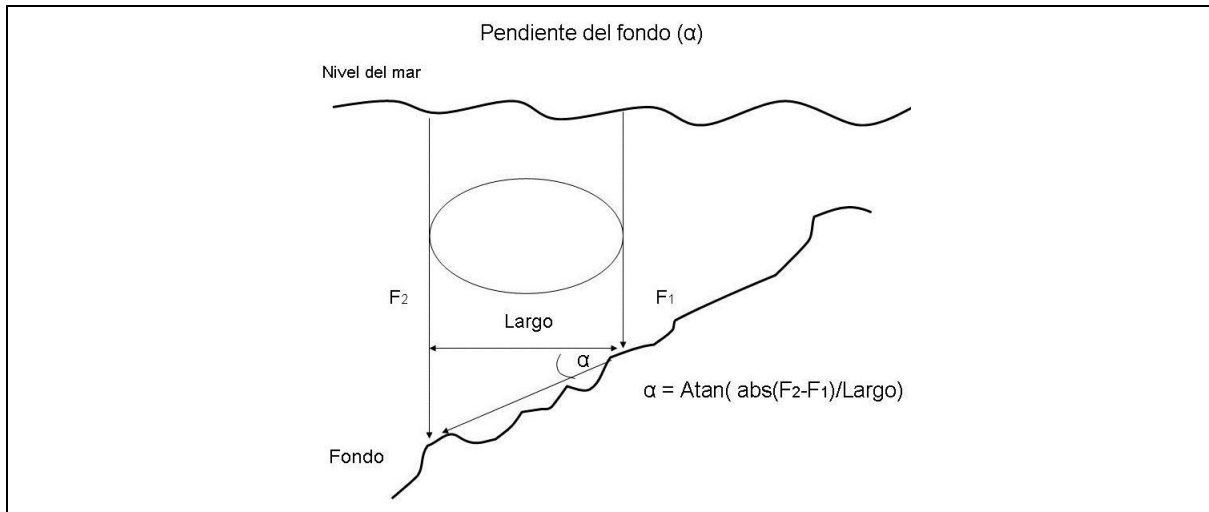


Figura 5. C3lculo de la pendiente del fondo.

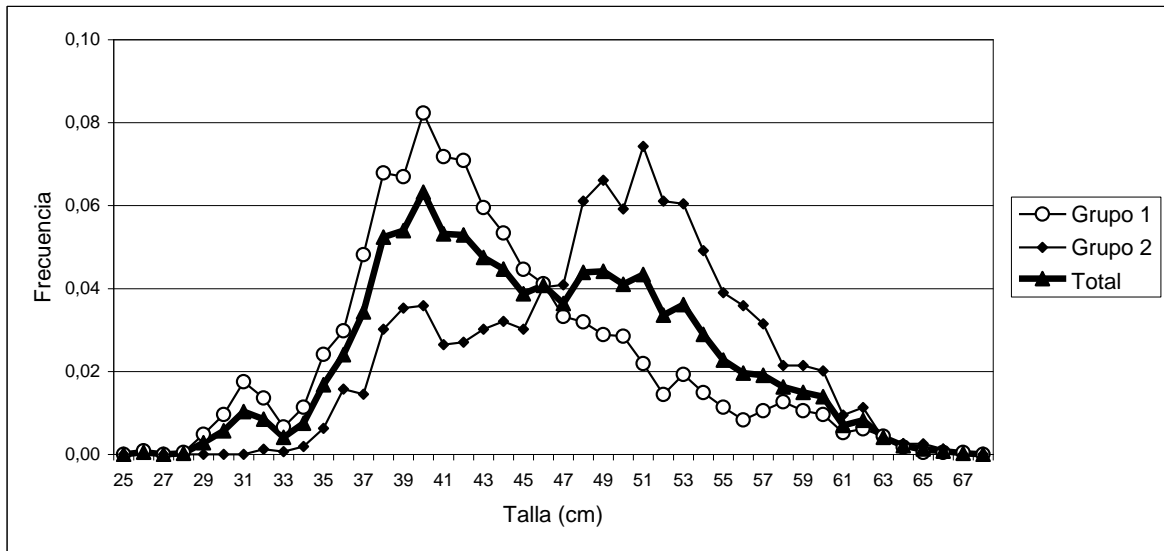


Figura 6. Distribuci3n de frecuencia total observada en lances de identificaci3n, distribuci3n frecuencia grupo 1 y grupo 2, Agosto 2012.

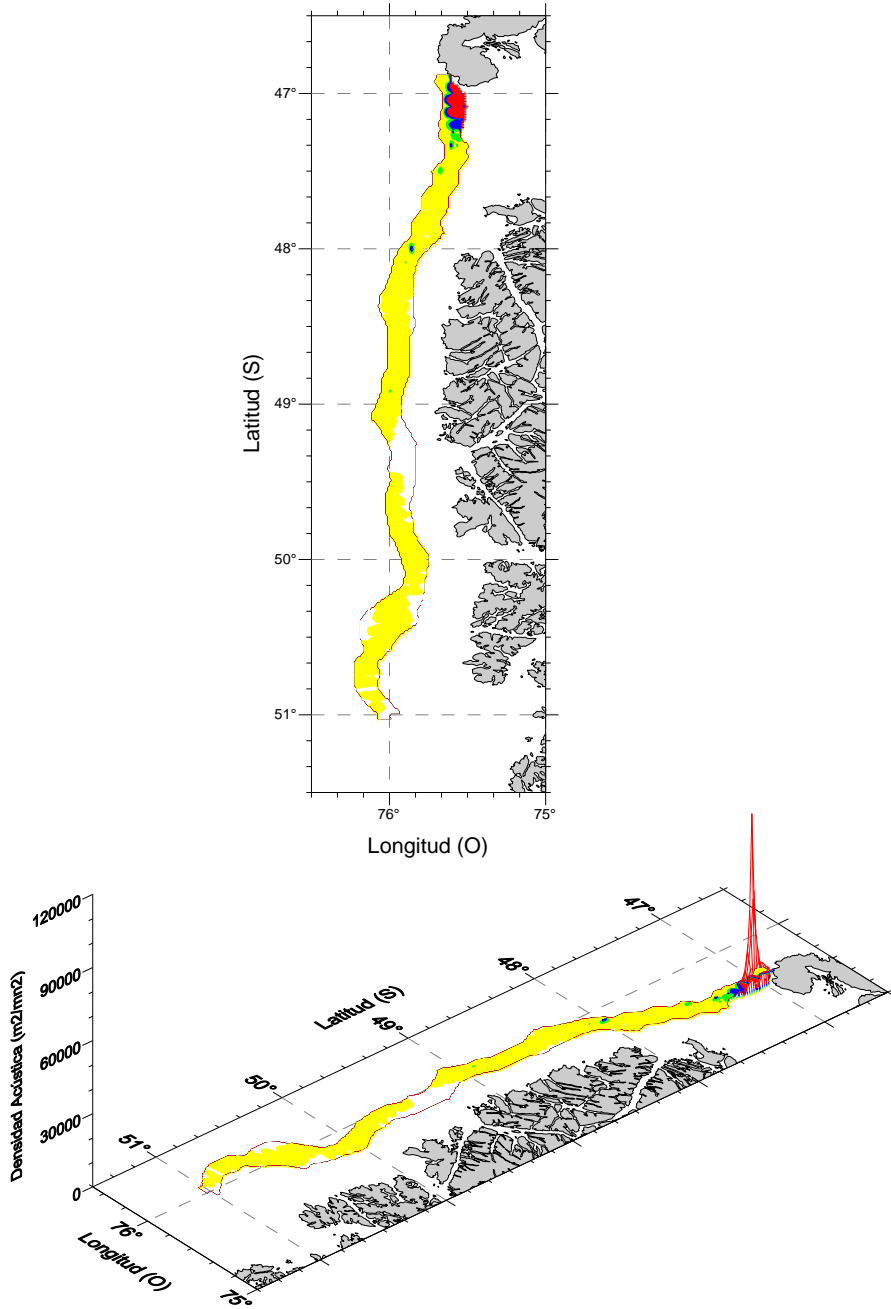


Figura 7. Distribuci3n espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona R + Zona 2 y Zona 3. Agosto 2012

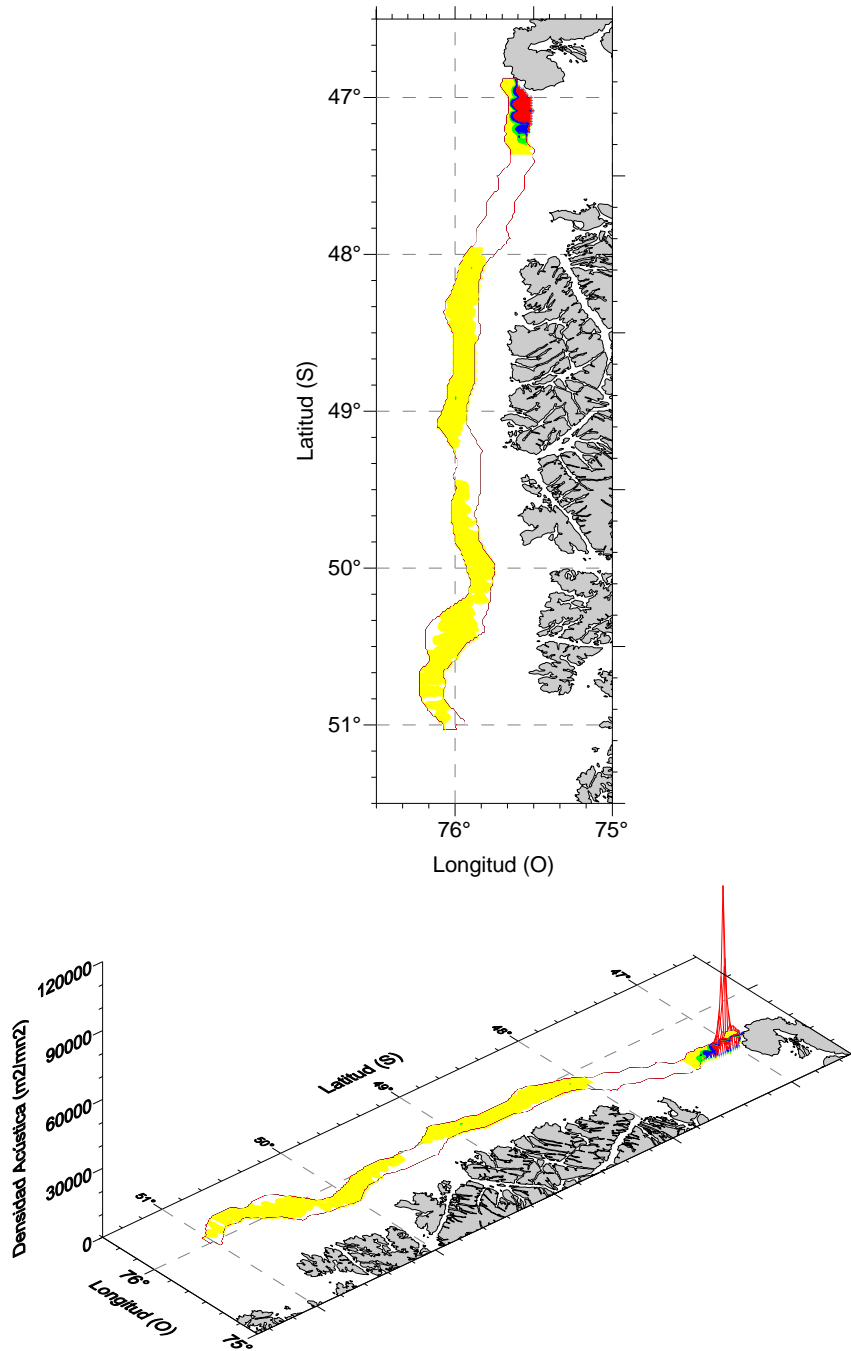


Figura 8. Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona R + Zona 3. Agosto 2012

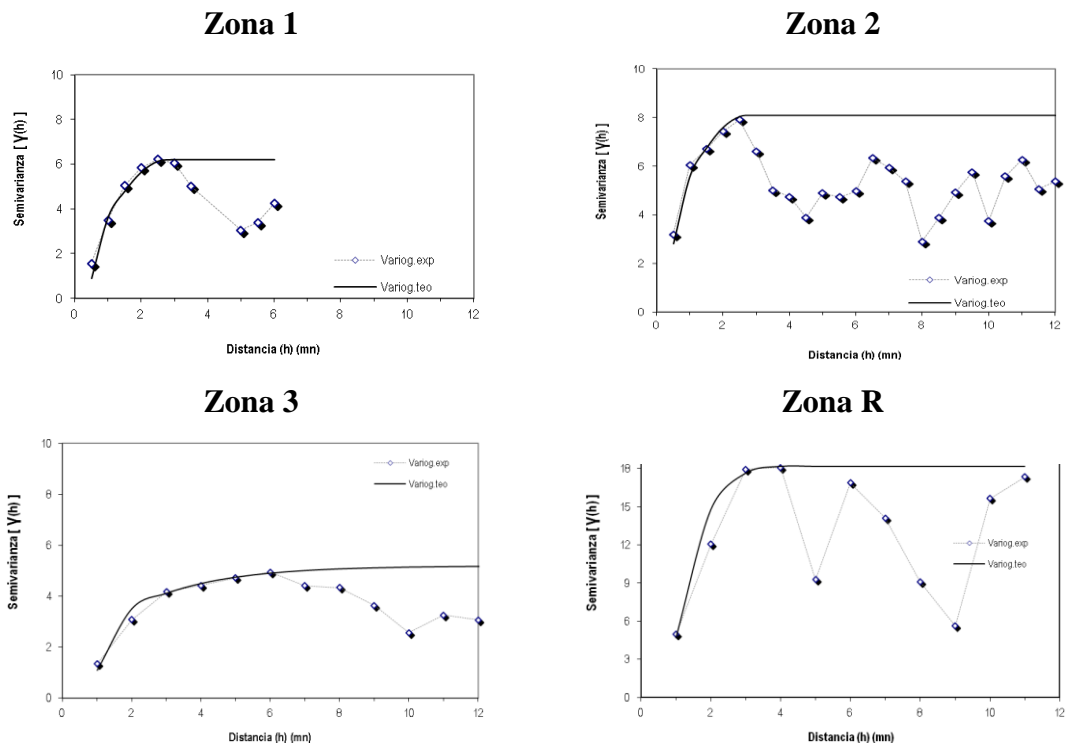


Figura 9. Variograma experimental omnidireccional y modelo a justado a cada zona en el 3rea de estudio. Agosto 2012.

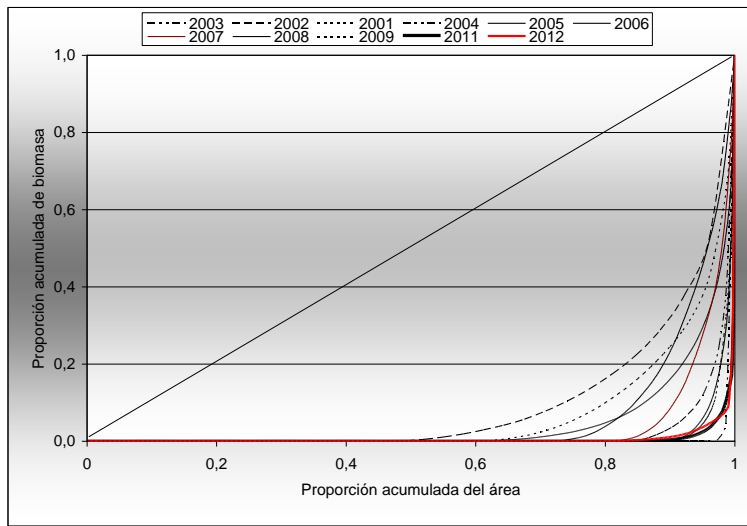
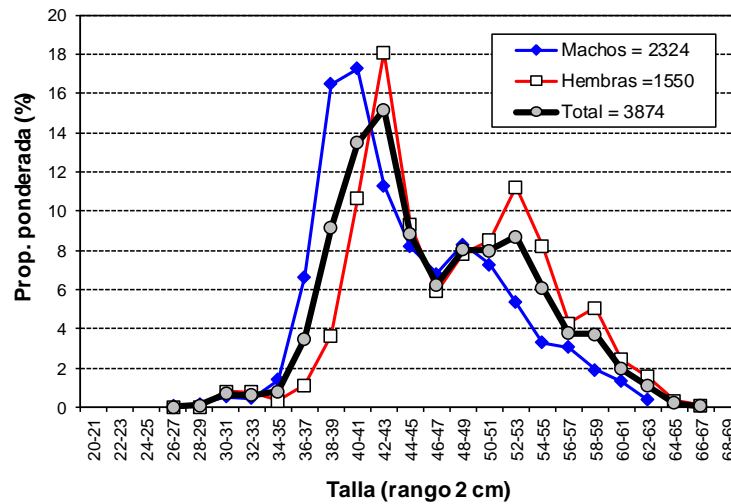
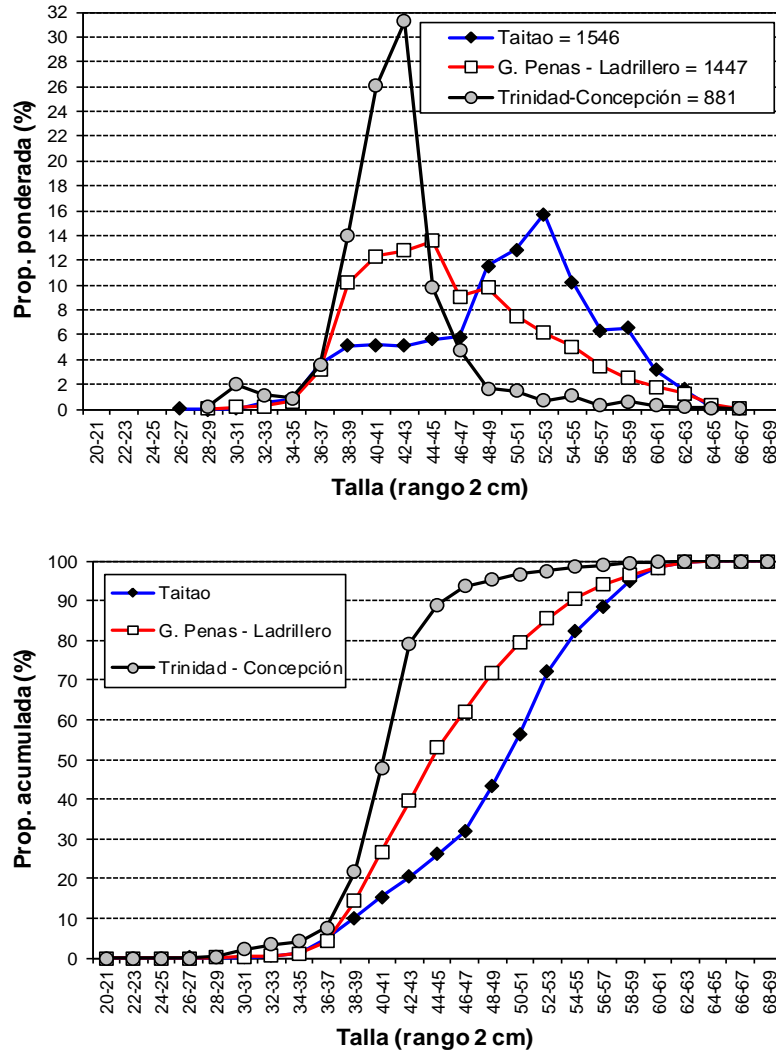


Figura 10. Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2012



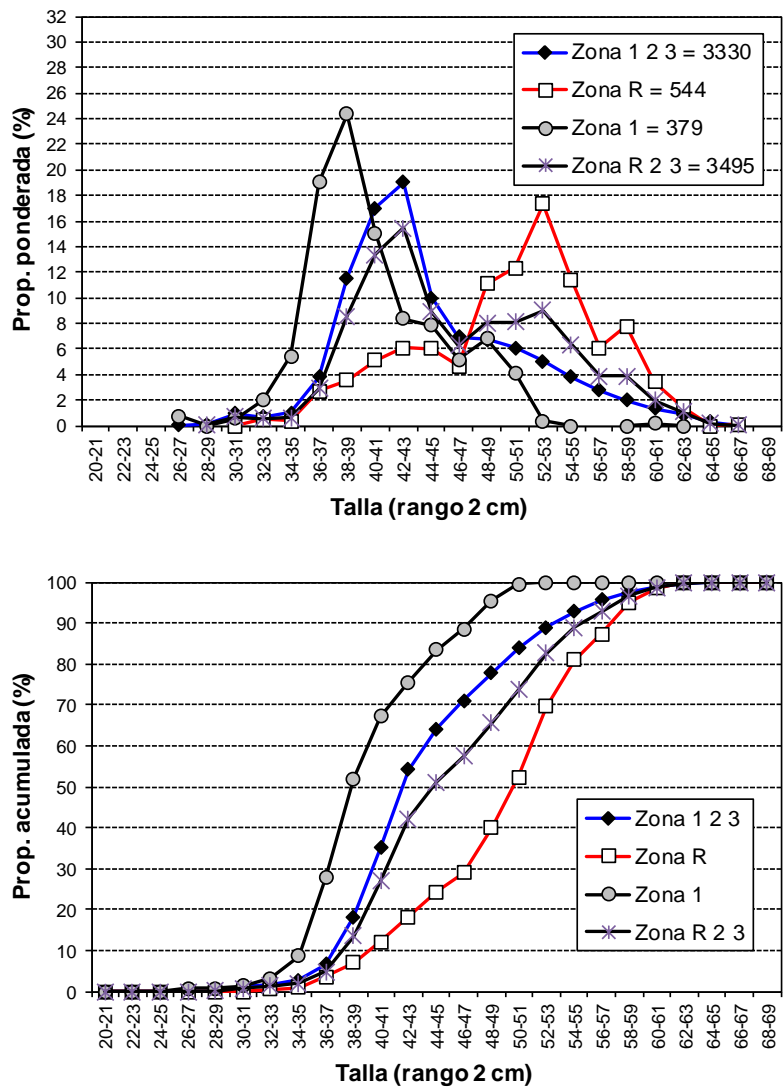
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	2324	1550	3874
Mín. (cm)	26	26	26
Máx. (cm)	63	67	67
Prom. (cm)	44.3	47.8	46.3
D. est. (cm)	1.6	2.4	1.6
% < 35 cm	1.5	1.7	1.6
Prop. Sex. (%)	42.8	57.2	100

Figura 11. Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (Agosto, 2012).



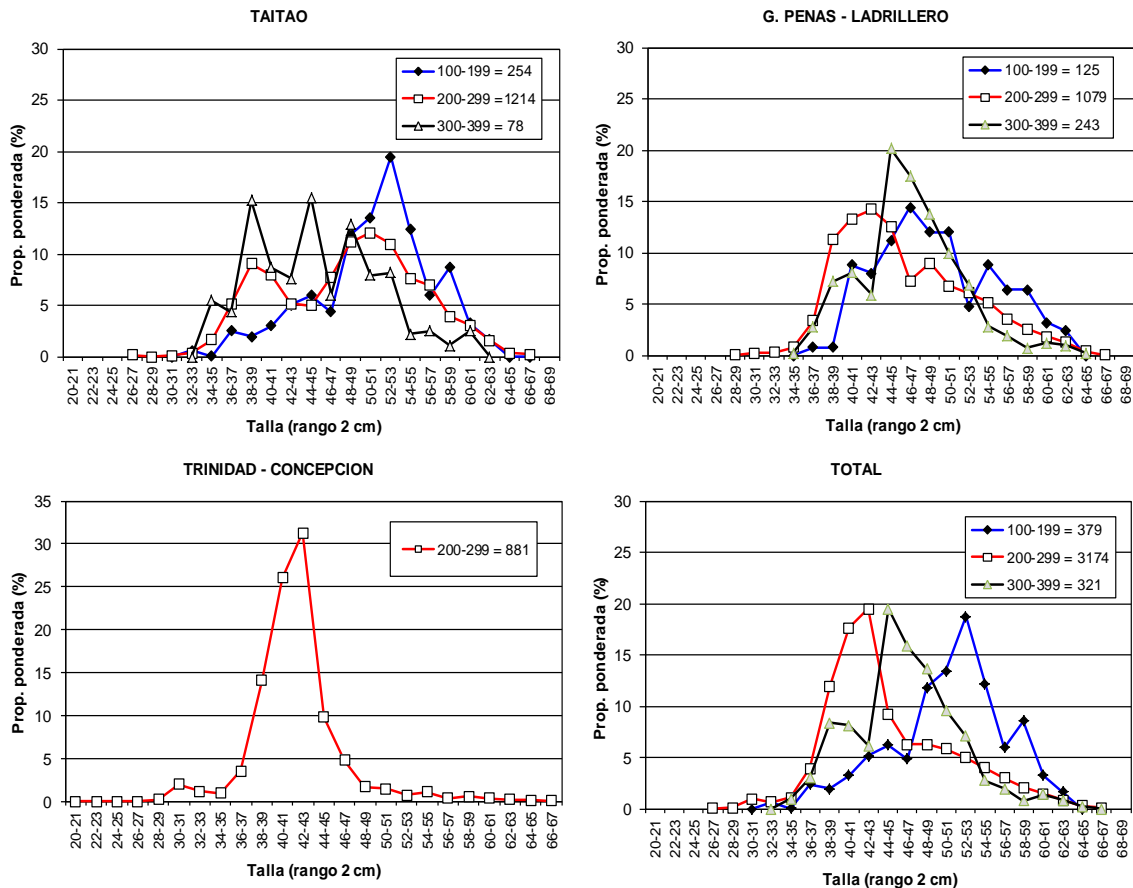
Indicador	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Concepción
n	1546	1447	881
Mín. (cm)	26	33	28
Máx. (cm)	66	67	67
Prom. (cm)	49.6	46.1	41.8
D. est. (cm)	2.2	1.5	2.3
% < 35 cm	0.7	0.5	3.6
Macho (%)	34.1	70.1	34.7
Hembra (%)	65.9	29.9	65.3

Figura 12. Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII. Agosto, 2012.



Indicador	Zona 1 2 3	Zona R	Zona 1	Zona R 2 3
n	3330	544	379	3495
Mín. (cm)	26	32	26	28
Máx. (cm)	67	66	60	67
Prom. (cm)	44.7	50.1	40.4	46.5
D. est. (cm)	1.6	3.1	2.2	1.7
% < 35 cm	2.0	0.6	4.3	1.5
Macho (%)	52.8	19.4	82.6	41.4
Hembra (%)	47.2	80.6	17.4	58.6

Figura 13. Distribución de talla de merluza de tres aletas por zona. B/H Friosur VIII. Agosto, 2012.

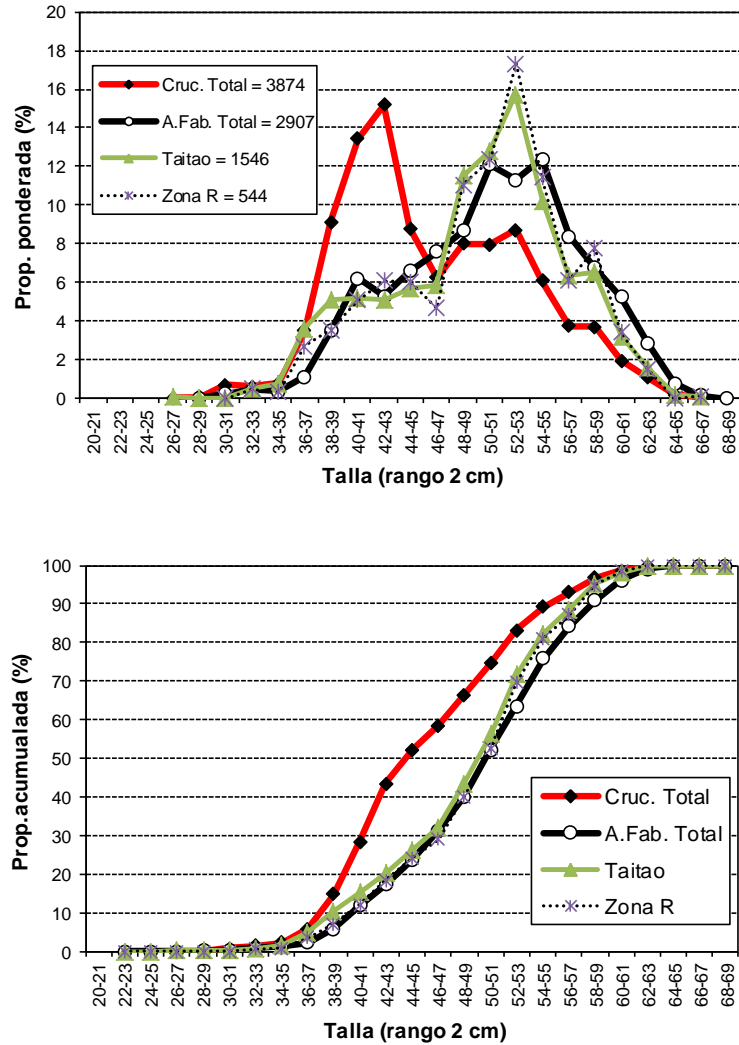


Indicador	Taitao			G. Penas - Ladrillero			Trinidad - Concepción	Total		
	100-199 m	200-299 m	300-399 m	100-199 m	200-299 m	300-399 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	300-399 m
n	254	1214	78	125	1079	243	881	379	3174	321
Prom. (cm)	50.8	48.1	45.0	49.2	45.9	46.5	41.8	50.7	44.6	46.3
D. est. (cm)	3.6	1.6	5.5	3.1	1.7	3.0	2.3	3.0	1.6	2.7
% < 35 cm	0.6	0.8	2.2	0.0	0.7	0.0	3.6	0.6	2.0	0.3
Macho (%)	13.2	61.8	40.3	63.2	71.8	62.8	34.7	15.6	52.3	59.5
Hembra (%)	86.8	38.2	59.7	36.8	28.2	37.2	65.3	84.4	47.7	40.5

Figura 14. Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área. B/H Friosur VIII. Agosto, 2012.



CRUCERO VERSUS FLOTA ARRASTRE



Indicador	Crucero	Ar. Fábrica
n	3874	2907
Prom. (cm)	46.3	50.6
D. est. (cm)	1.6	1.3
% < 35 cm	1.6	0.8
Macho (%)	42.8	59.6
Hembra (%)	57.2	40.4

Figura 15 Distribución de talla de merluza de tres aletas por área total del crucero investigación (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica (surimera) para el mismo período y área. Agosto, 2012.

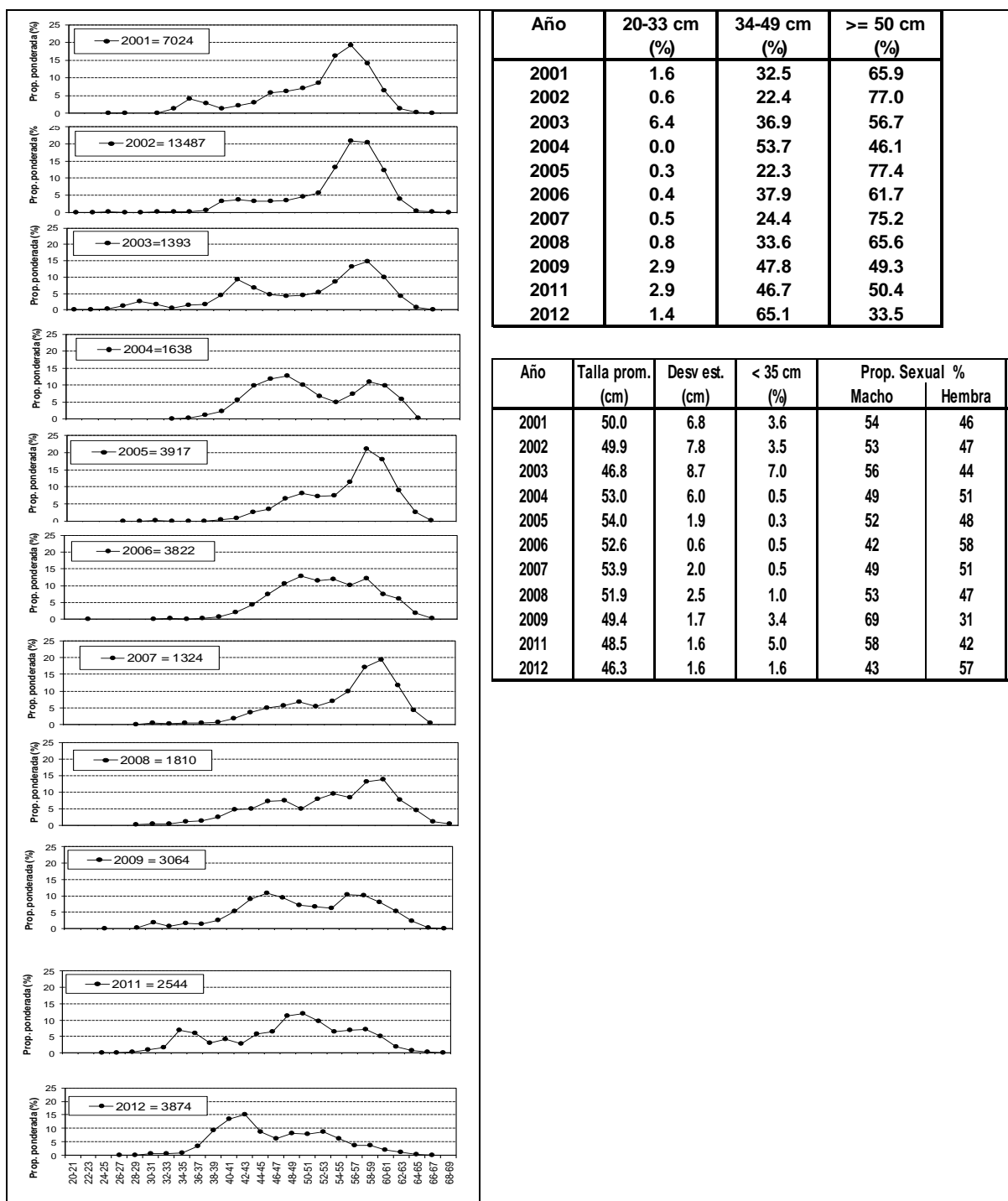


Figura 16. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas y proporción sexual para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011 y 2012.

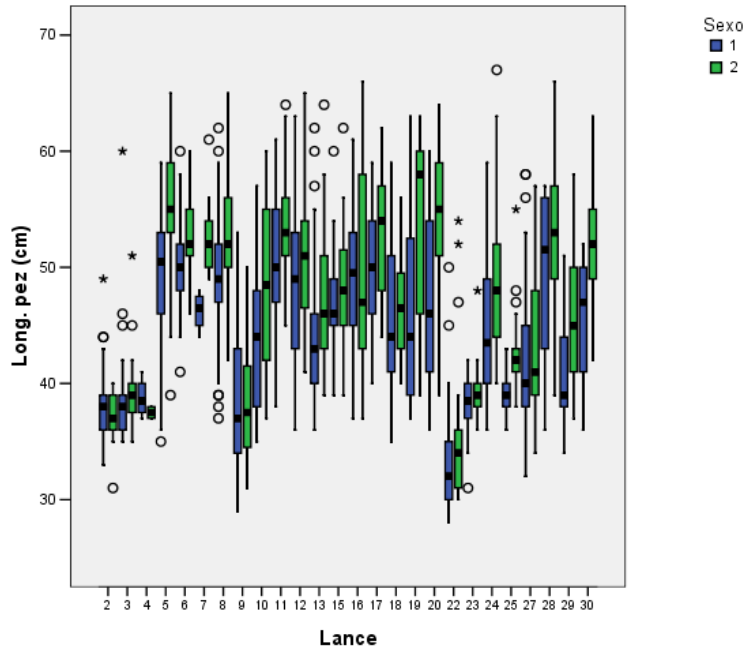


Figura 17. Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biol3gico asociado a cada lance, Agosto 2012.

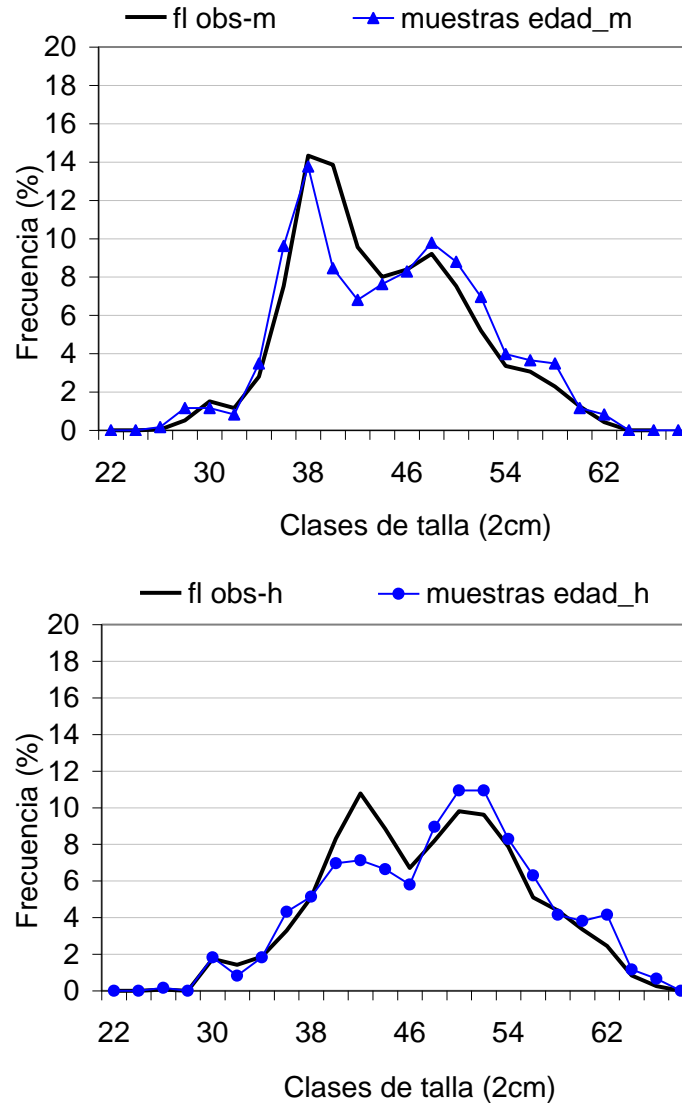


Figura 18. Distribuci3n de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (_m) y hembras (_h) y distribuci3n de frecuencia de longitudes observadas, Agosto 2012.

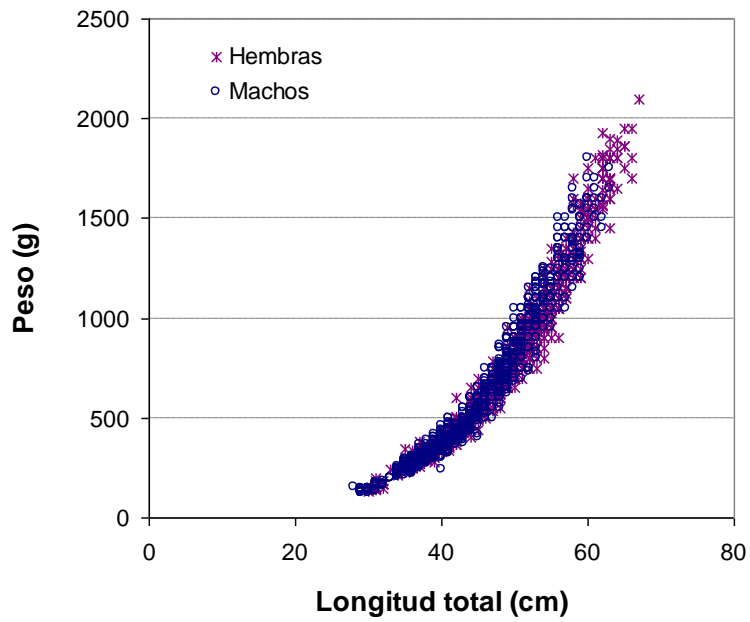


Figura 19. Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Agosto 2012.

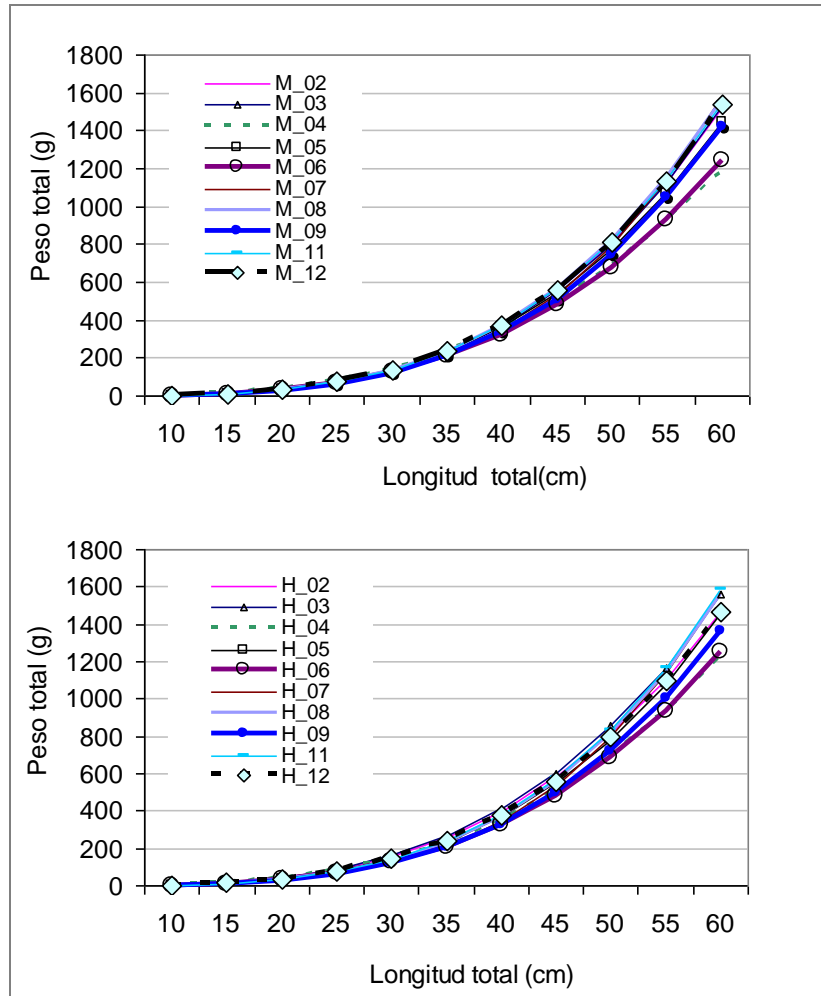


Figura 20. Curvas te3ricas de funci3n peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra. Para muestras obtenidas durante el mes de Agosto, a3os 2002 a 2012.

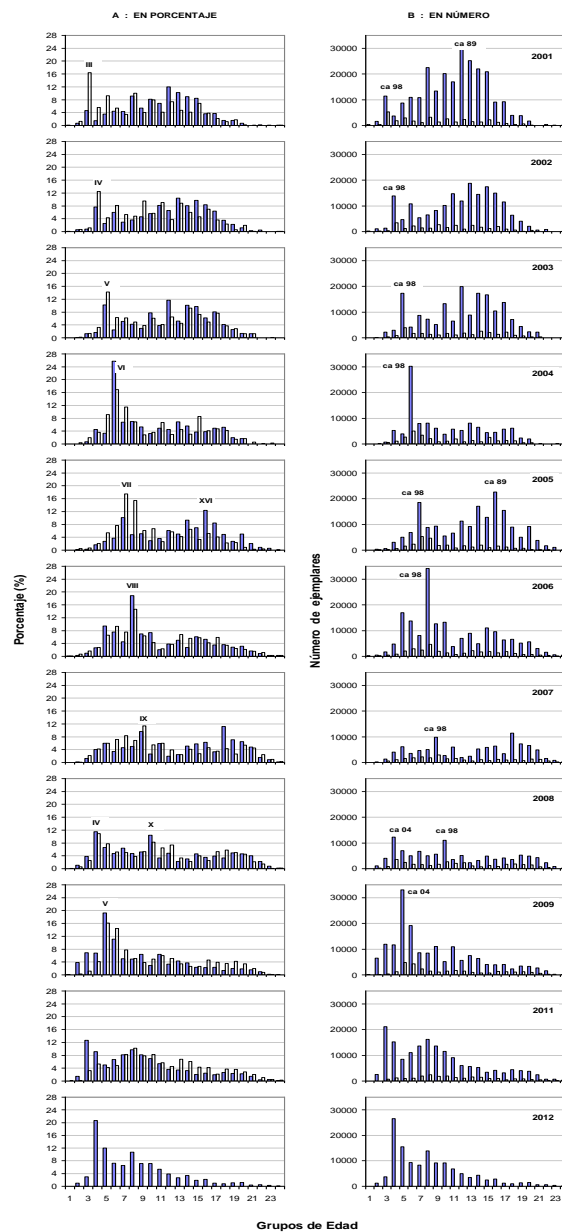


Figura 21. Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Para muestras obtenidas durante el mes de Agosto, años 2002 a 2012. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.

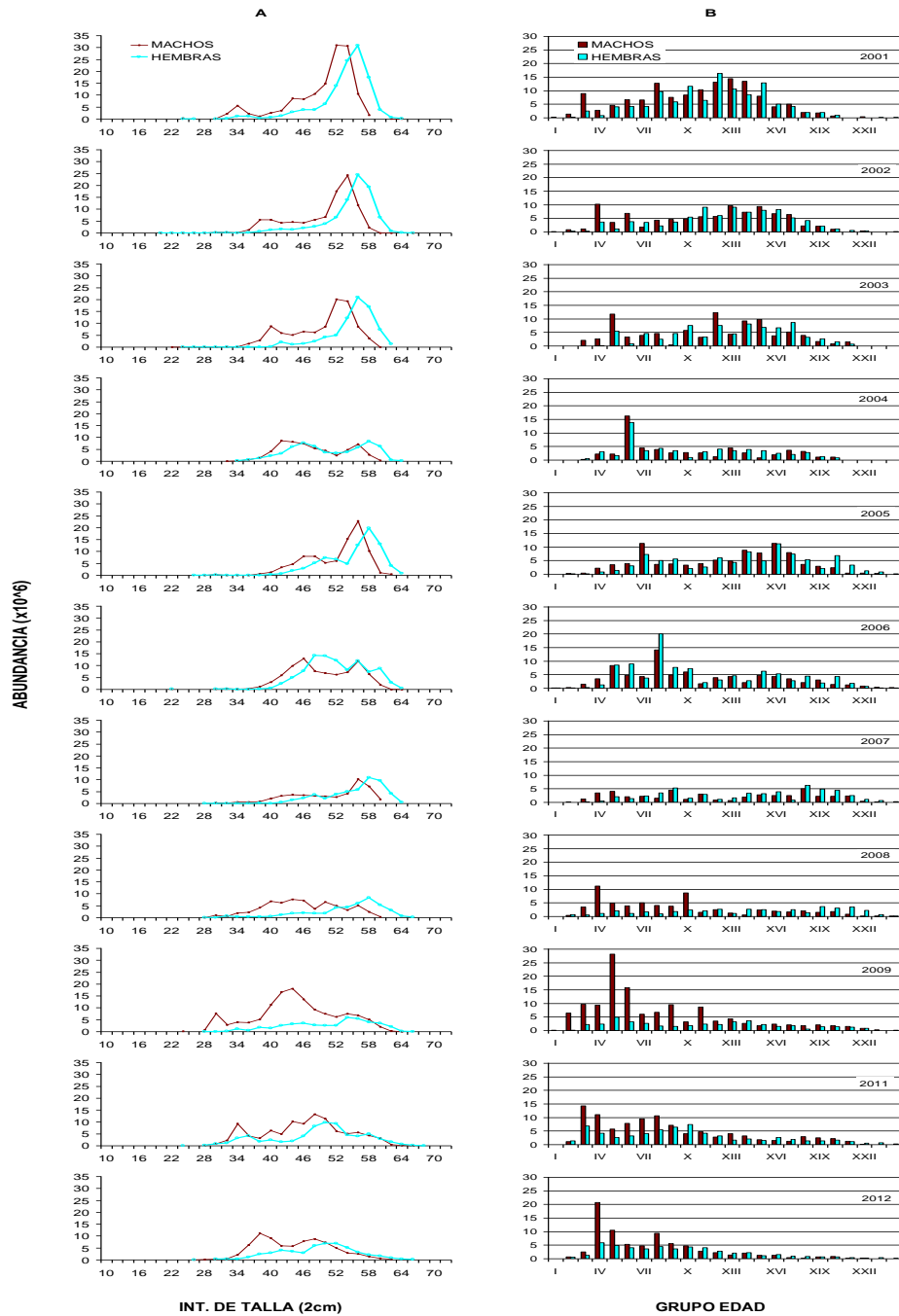


Figura 22. Distribuci3n por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluaci3n de merluza de tres aletas. Para muestras obtenidas durante el mes de Agosto, a1os 2002 a 2012.

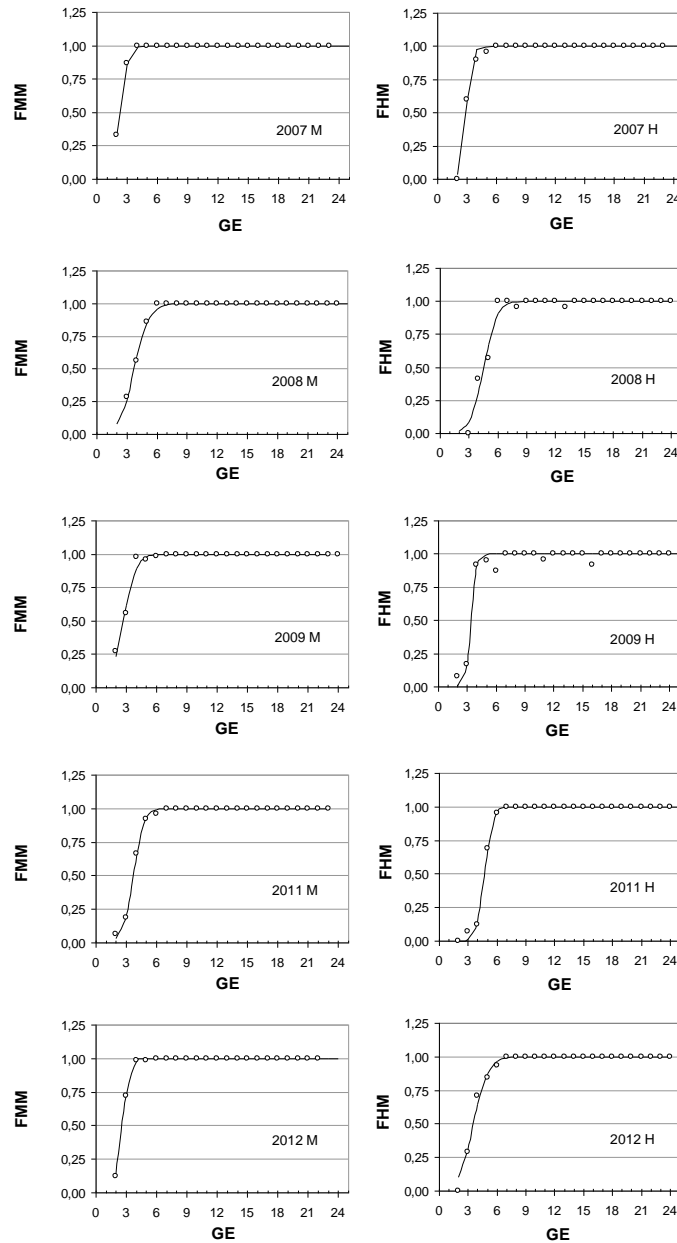


Figura 23. Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007-2012.

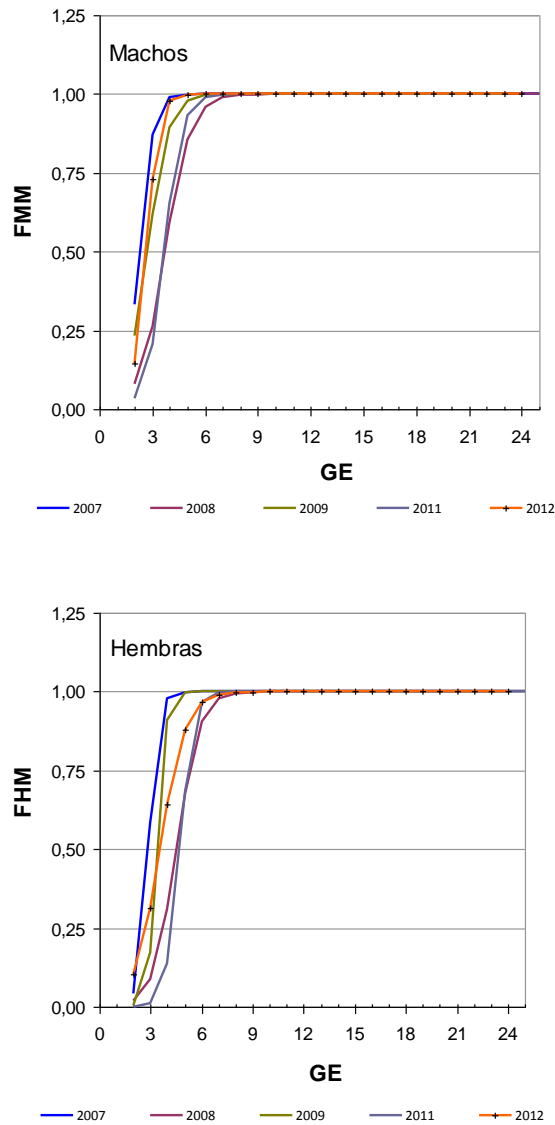


Figura 24. Curvas de madurez estimadas para merluza de tres aletas (machos y hembras), segun grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n aros 2007 a 2012. FMM: fracci3n de machos maduros; FHM: fracci3n de hembras maduras

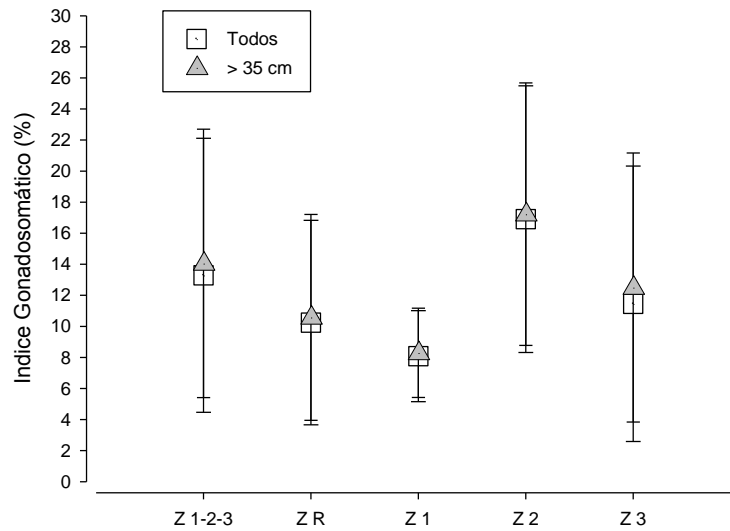


Figura 25. Valor medio del Índice Gonadosomático de machos, todos los tamaños y > 35 cm, en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés

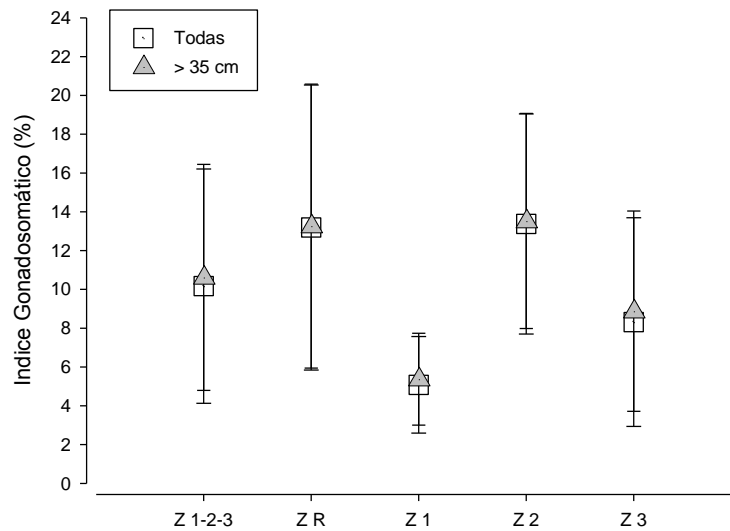


Figura 26. Valor medio del Índice Gonadosomático de hembras, todos los tamaños y > 35 cm, en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.

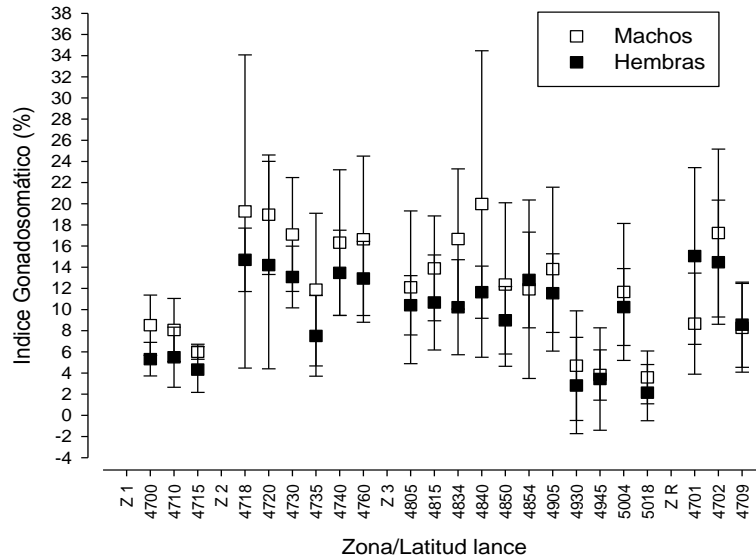


Figura 27. Valor medio del Índice Gonadosomático por lance, en machos y hembras > 35 cm de longitud total.

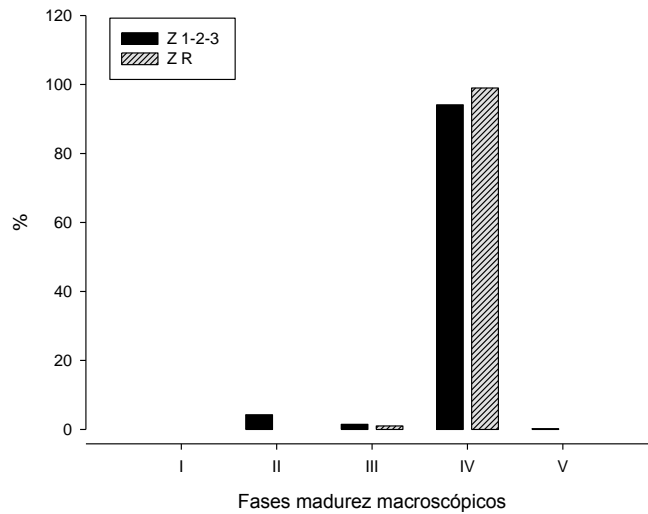


Figura 28. Incidencia de fases macroscópicas de madurez de machos en el área prospectada y zona re-prospectada.

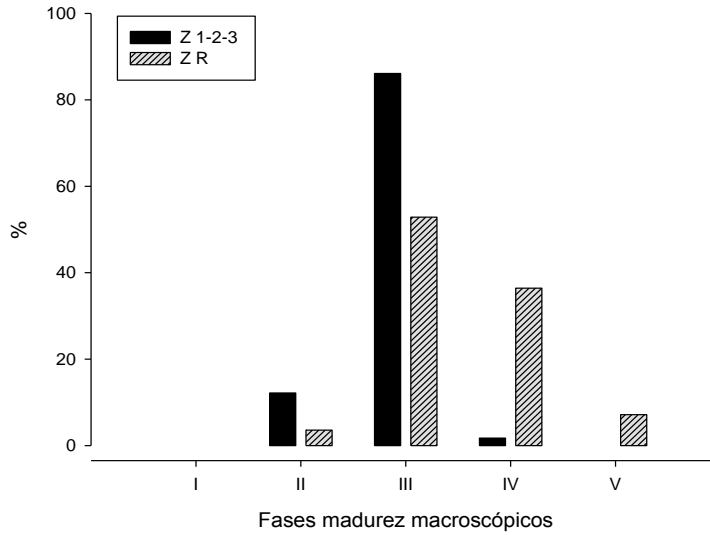


Figura 29. Incidencia de fases macroscópicas de madurez de hembras en el área prospectada y zona re-prospectada.

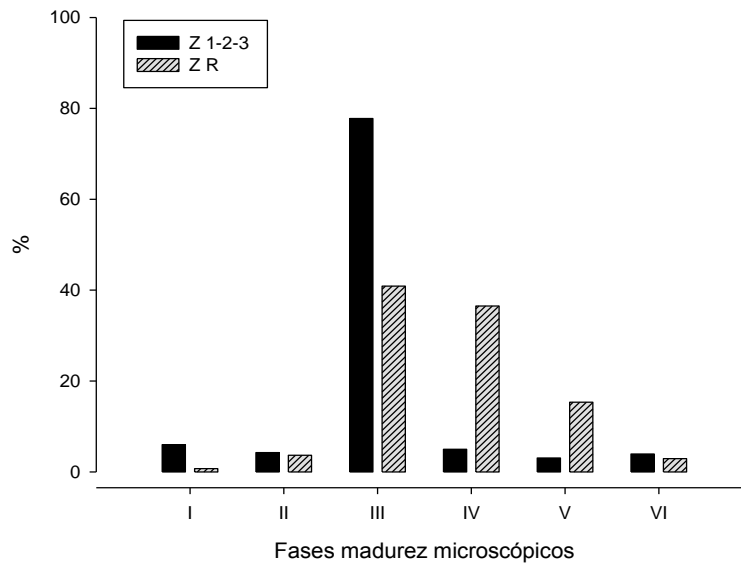


Figura 30. Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras en el área prospectada y zona re-prospectada.

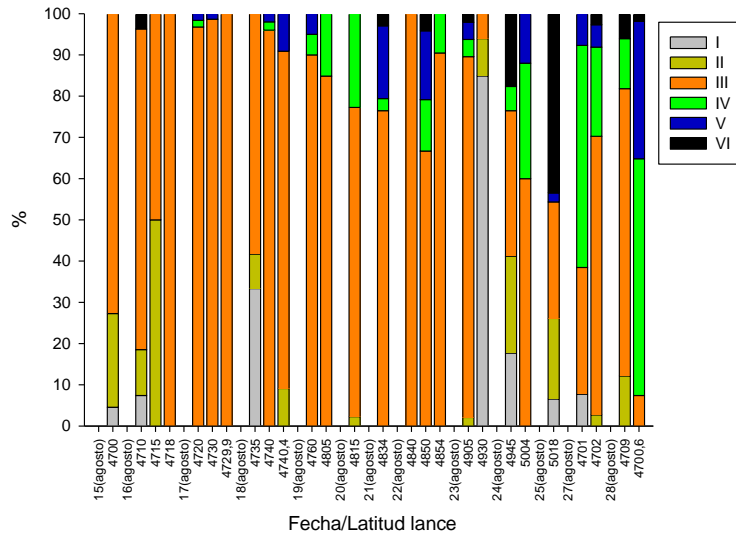


Figura 31. Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras por lance de identificación (ambas etapas de prospección).

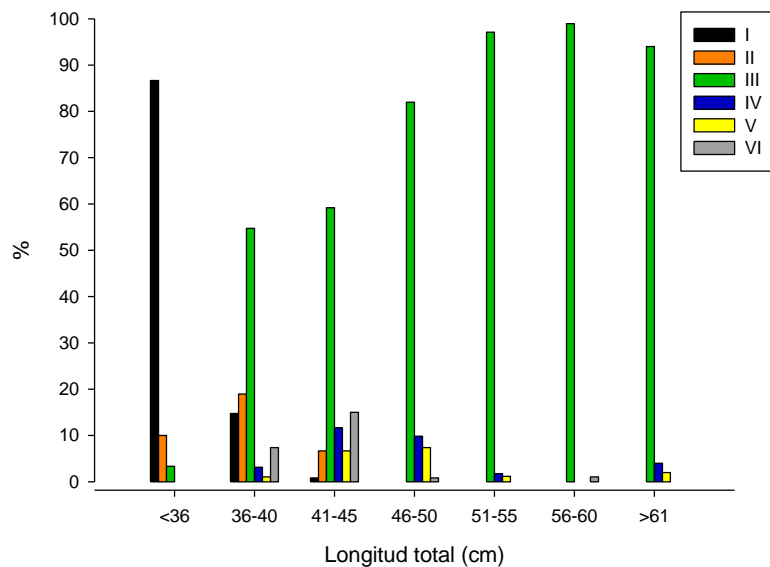


Figura 32. Incidencia de fases microscópicas de madurez por grupos de tamaños de hembras en la etapa de "Prospección normal" (Z 1, 2, 3).

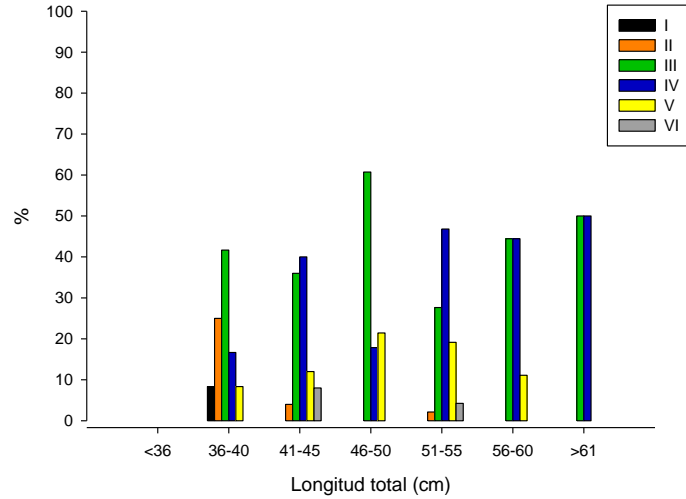


Figura 33. Incidencia de fases microsc3picas de madurez por grupos de tama1os de hembras en la etapa re-prospectada (Z 1).

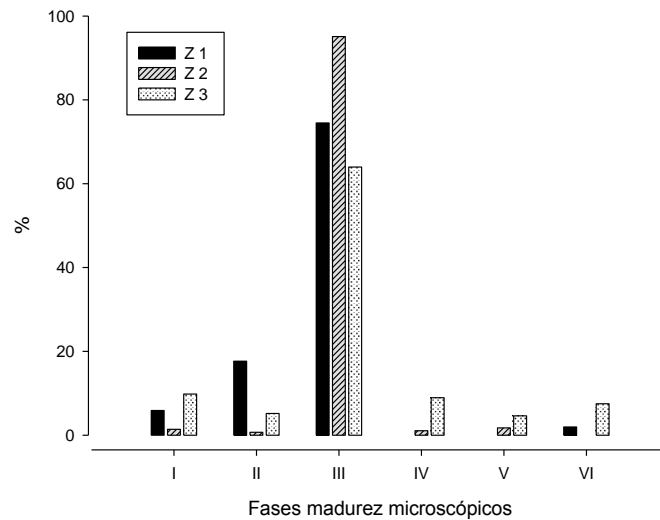


Figura 34. Incidencia de fases microsc3picas de madurez de hembras por 1reas de inter3s: Zona 1; Zona 2; Zona 3.

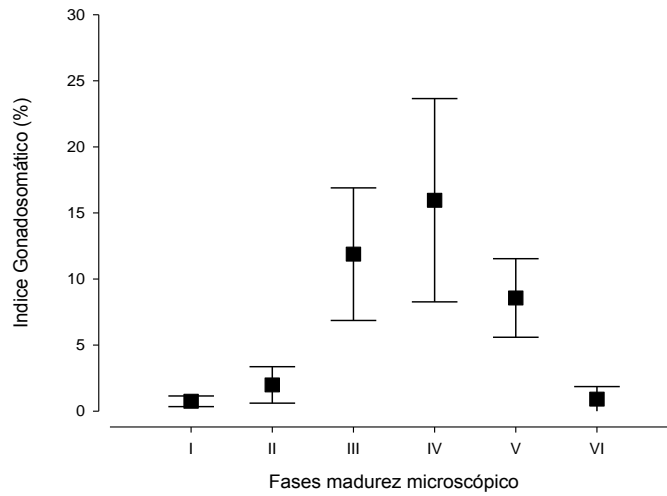


Figura 35. Distribuci3n del IGS en relaci3n a la fase de madurez gonadal.

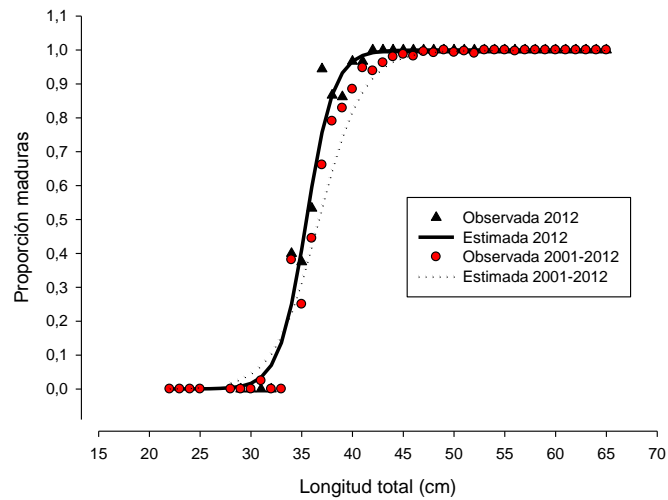


Figura 36. Ojiva de madurez sexual para hembras de la evaluaci3n de 2012 y agrupadas entre 2001 al 2012.

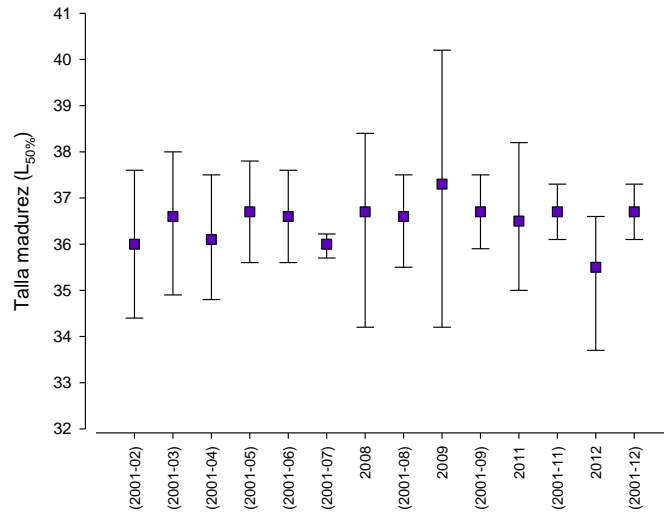


Figura 37. Estimados del parámetro de madurez sexual ($L_{50\%}$) a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2012.

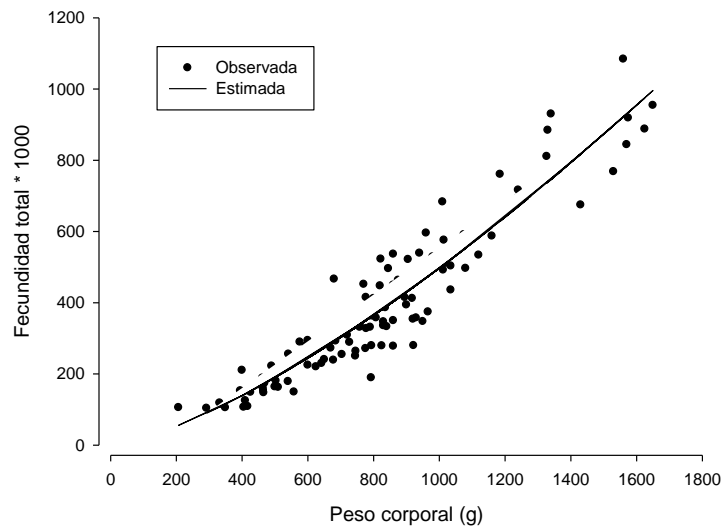


Figura 38. Relaci3n potencial entre la fecundidad total y el peso corporal de las hembras.

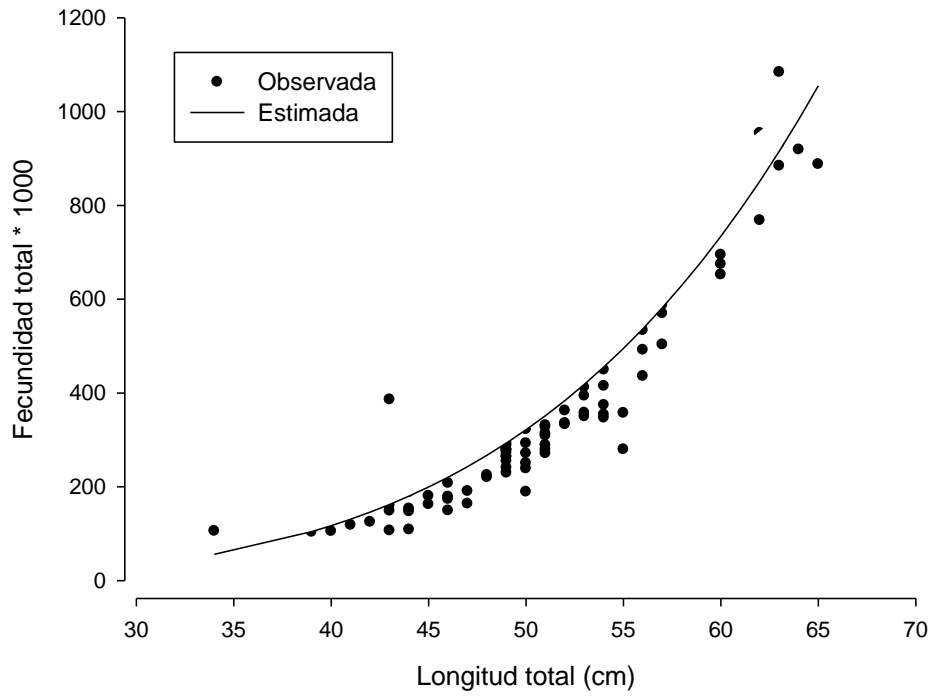


Figura 39. Relaci3n potencial entre la fecundidad total y la longitud total de las hembras

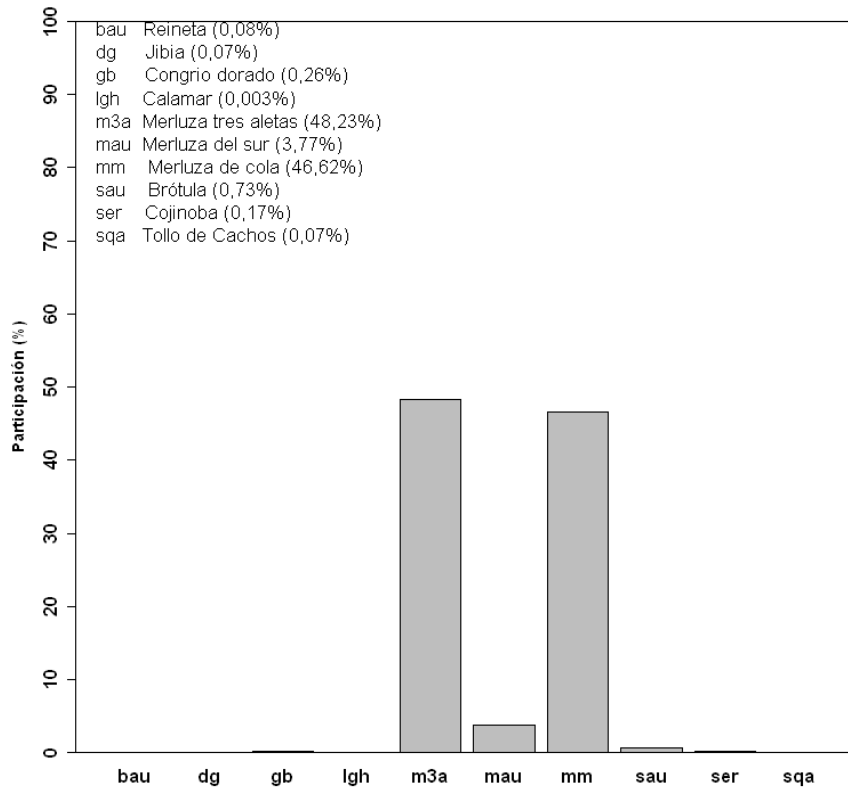


Figura 40. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n efectuados en el 3rea total de estudio, Agosto 2012.

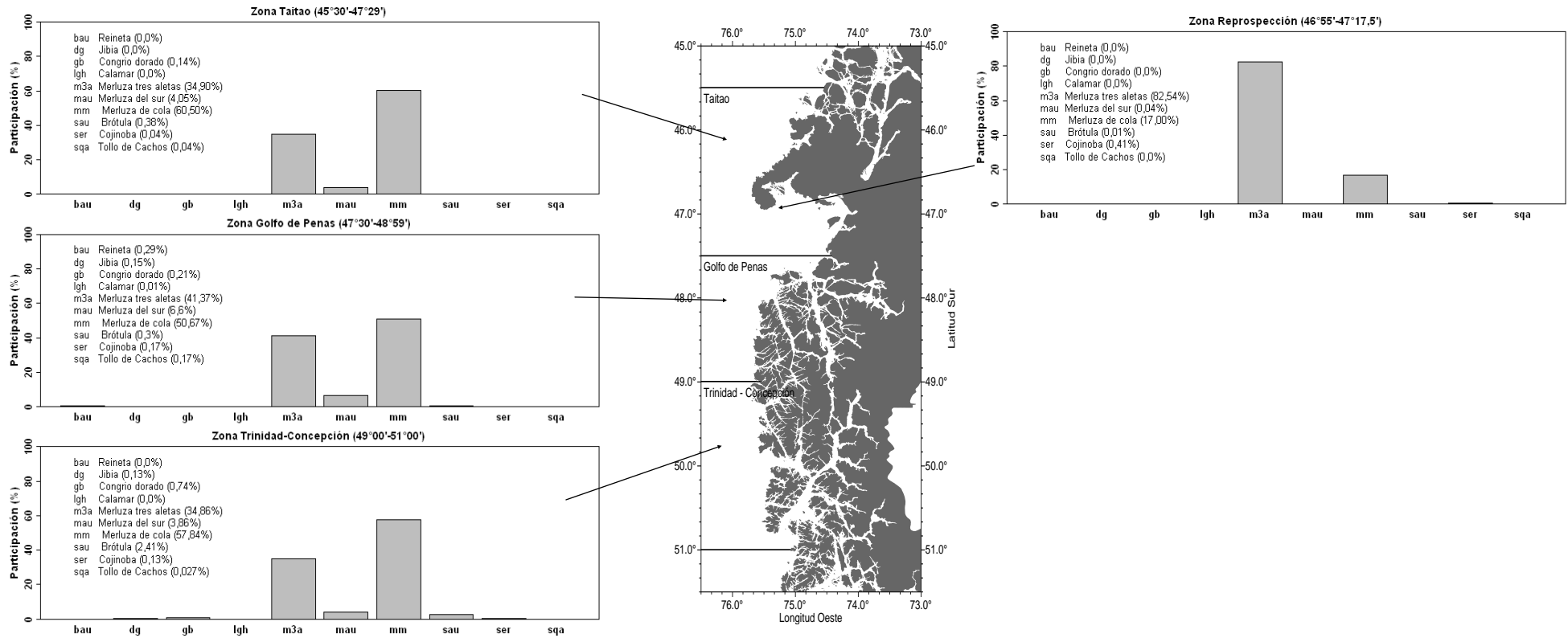


Figura 41. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por zonas hist3ricas adem3s de la zona de re-especci3n, Agosto 2012.

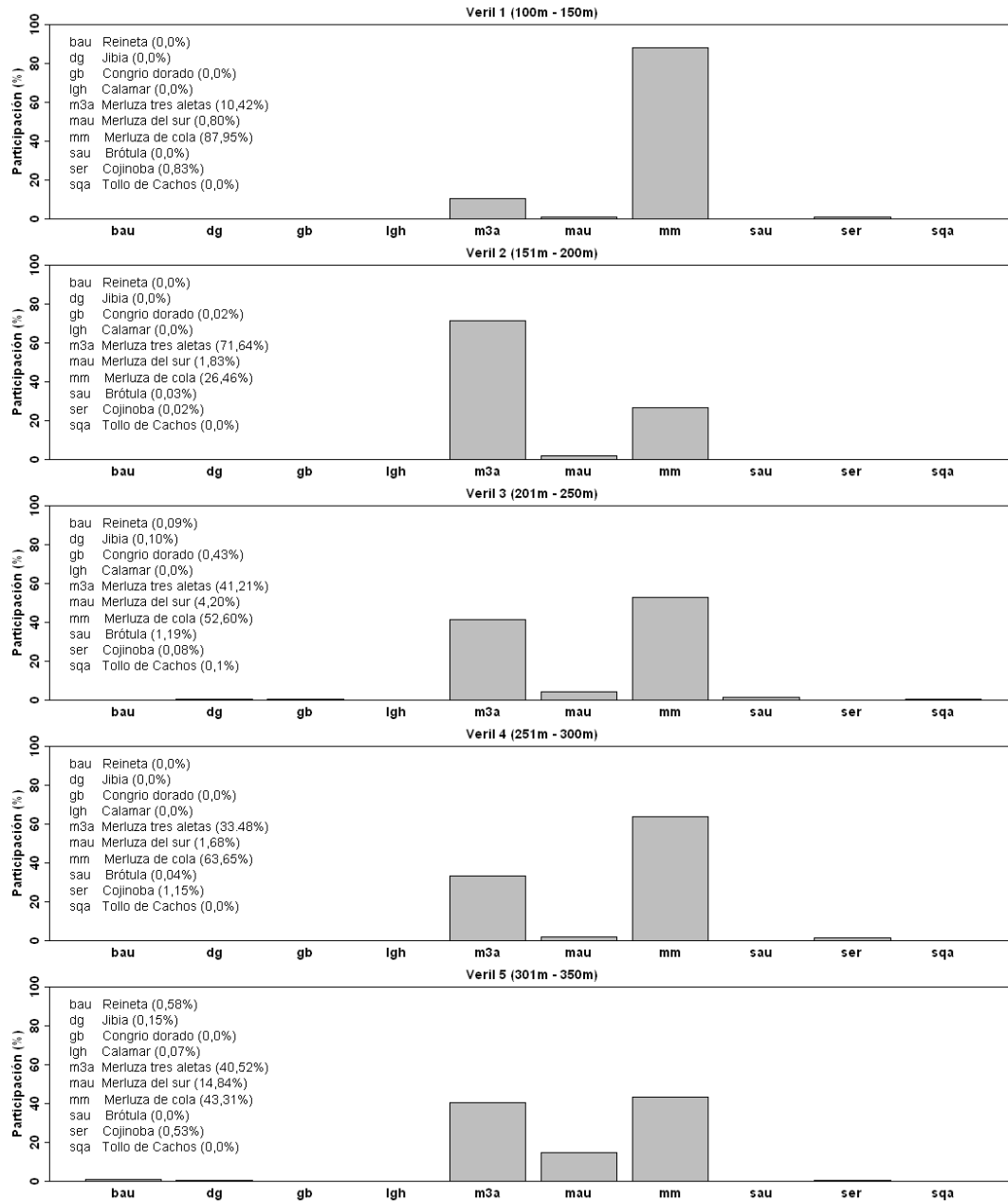


Figura 42. Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, Agosto 2012.

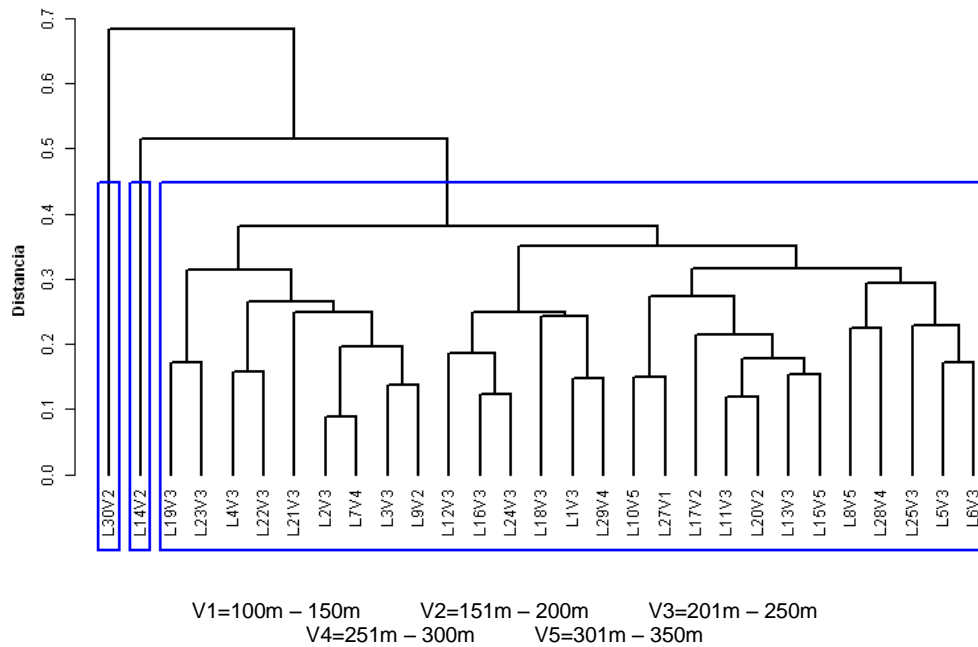


Figura 43. Resultado del análisis de clasificación de los lances de identificación realizados durante Agosto 2012, diferenciados por veril.

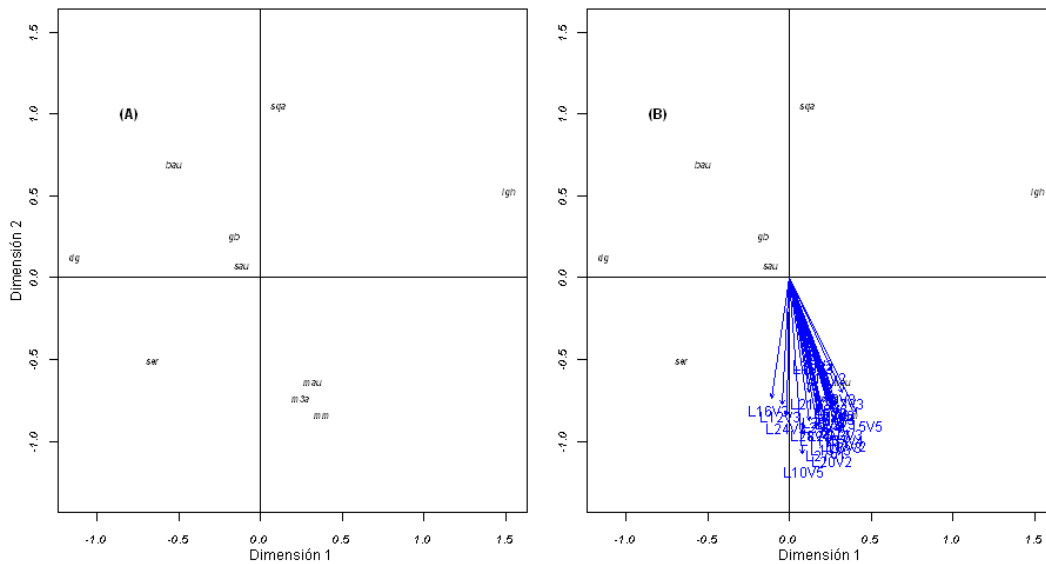


Figura 44. Resultado del análisis de ordenación de los lances de identificación realizados durante Agosto 2012, diferenciados por veril.

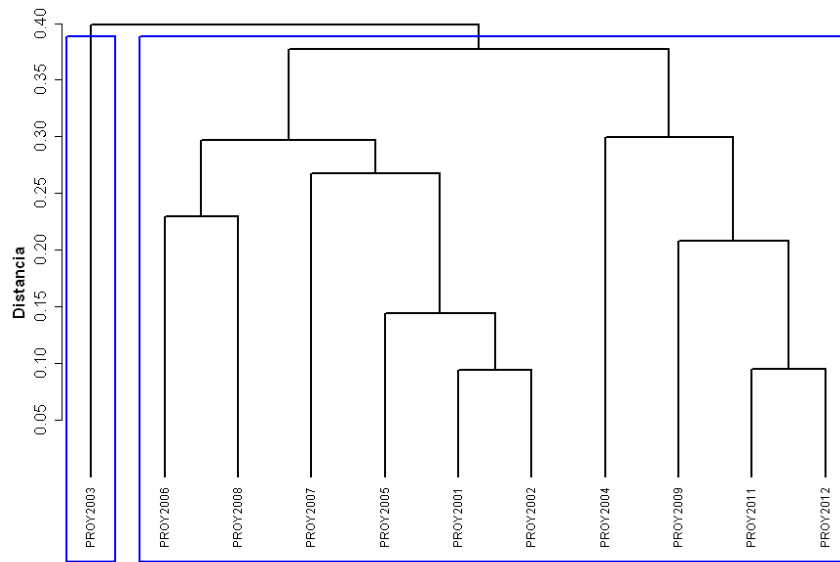


Figura 45. Resultado del an3lisis de clasificaci3n de los cruces realizados entre los a3os 2001 y 2012.

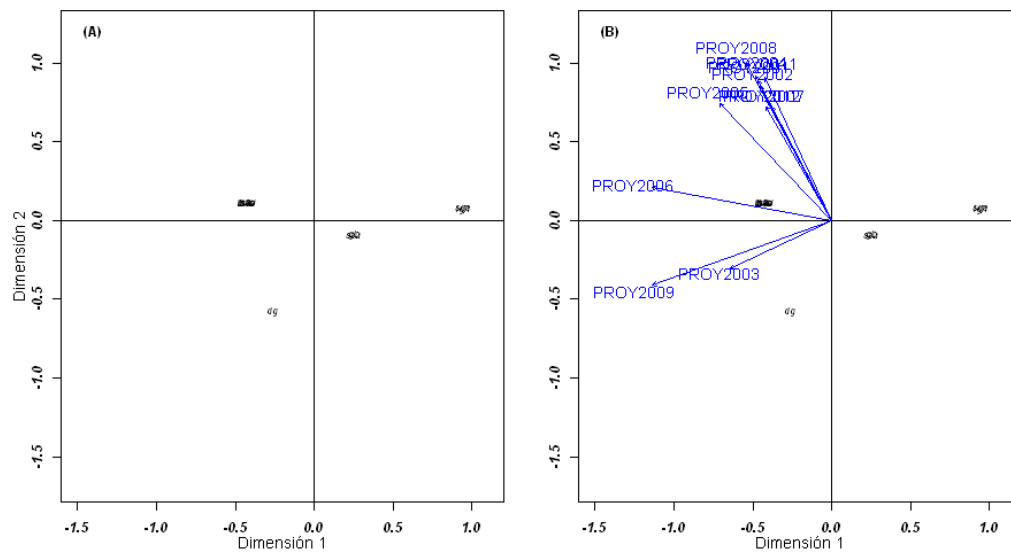


Figura 46. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los cruces realizados entre los a3os 2001 y 2012.

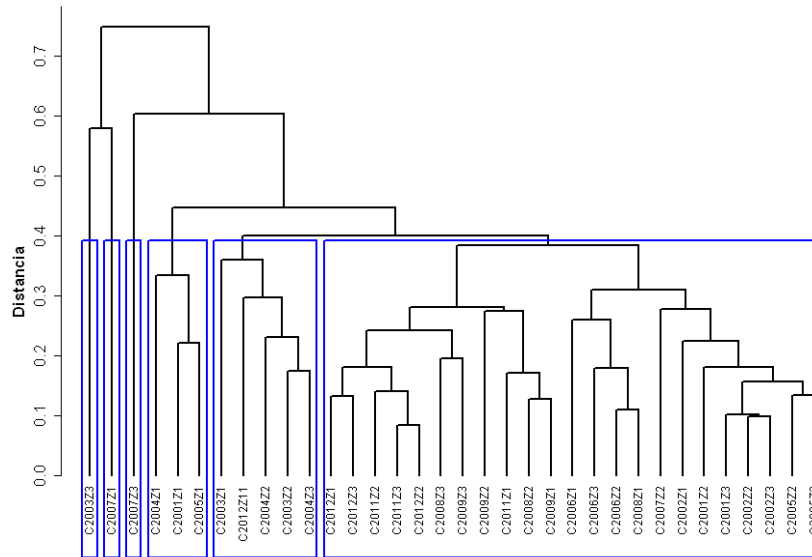


Figura 47. Resultado de los an3lisis de clasificaci3n de los cruceros por zona, realizados entre los a3os 2001 y 2012.

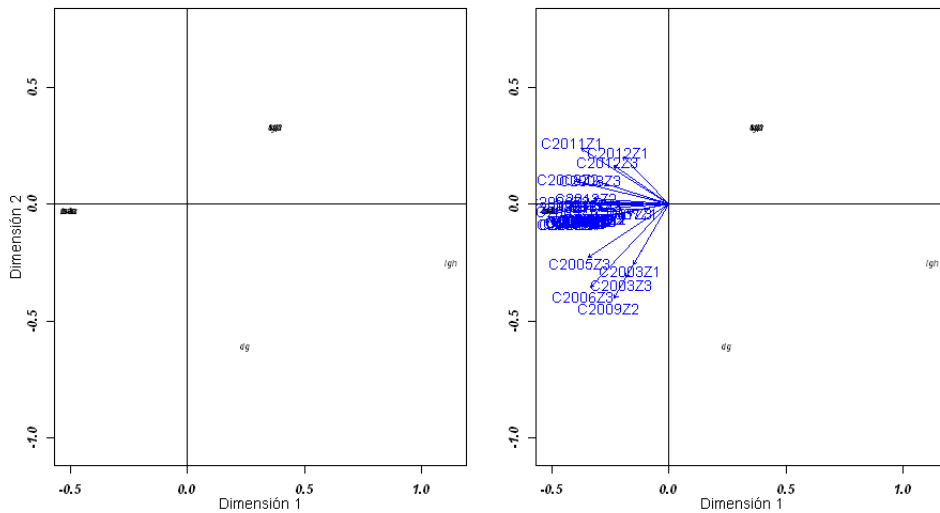


Figura 48. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los cruceros por zona, realizados entre los a3os 2001 y 2012.

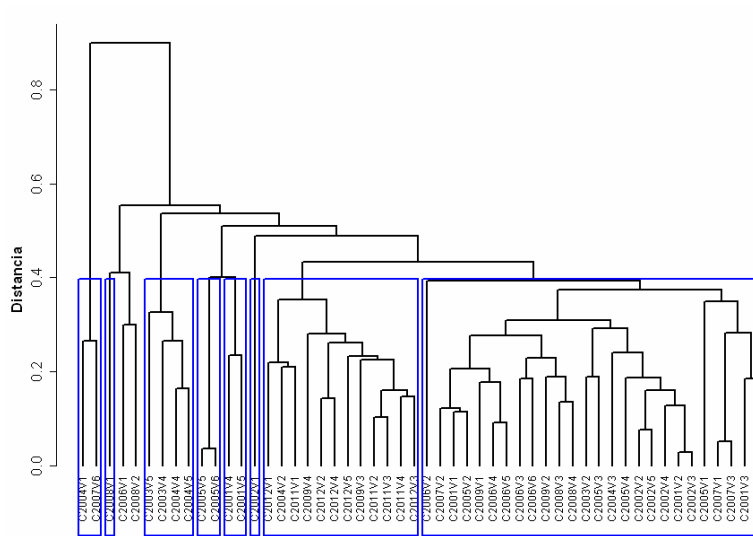


Figura 49. Resultado de los an3lisis de clasificaci3n de los cruceros por veril, realizados entre los a3os 2001 y 2012.

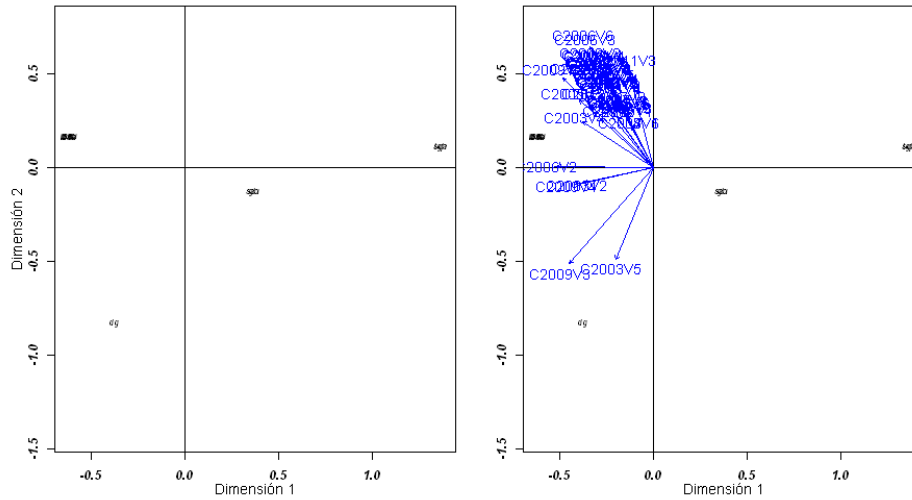


Figura 50. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los cruceros por veril, realizados entre los a3os 2001 y 2012.

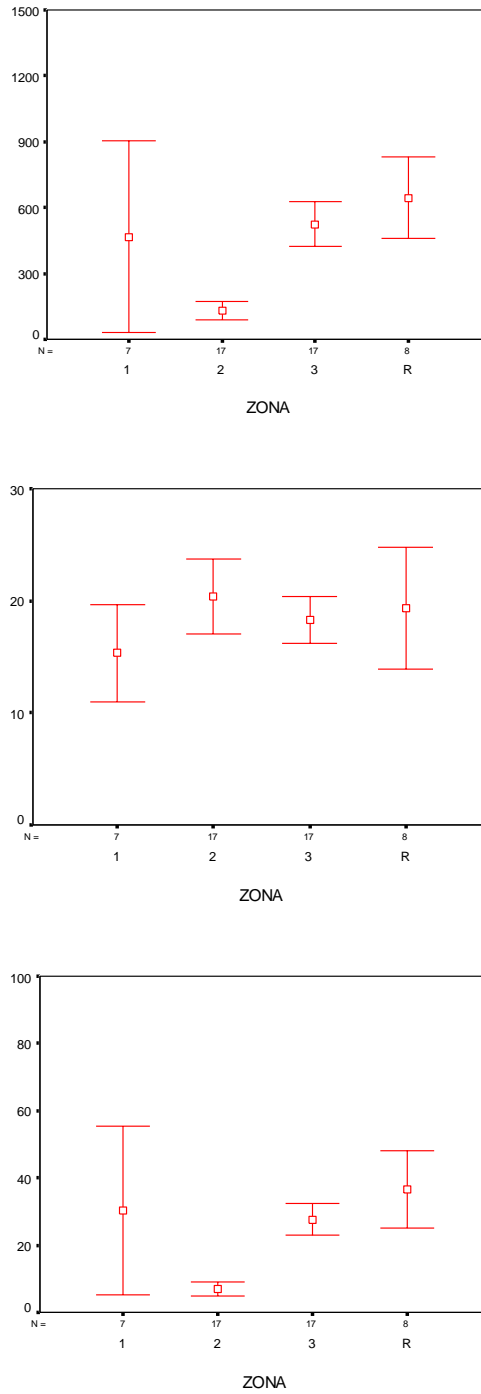


Figura 51. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun latitud.

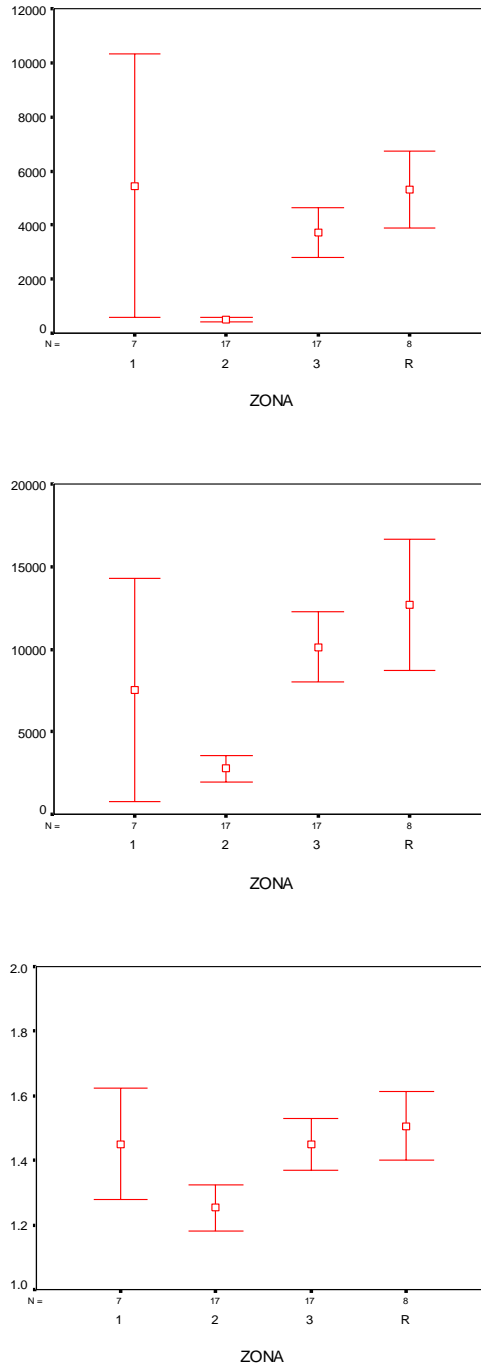


Figura 52. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n latitud.

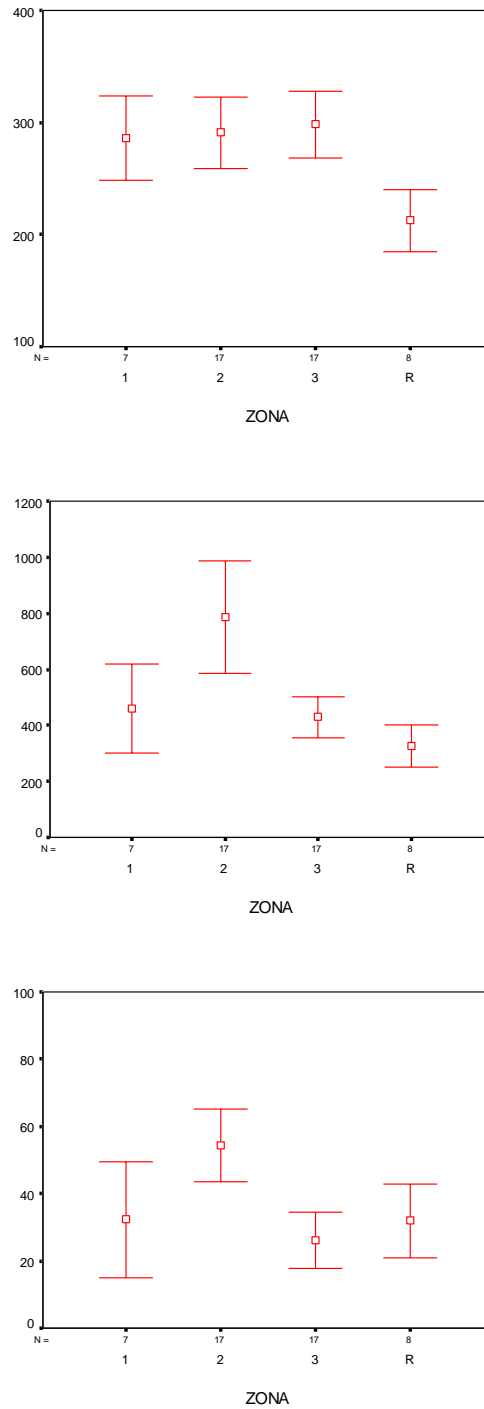


Figura 53. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.

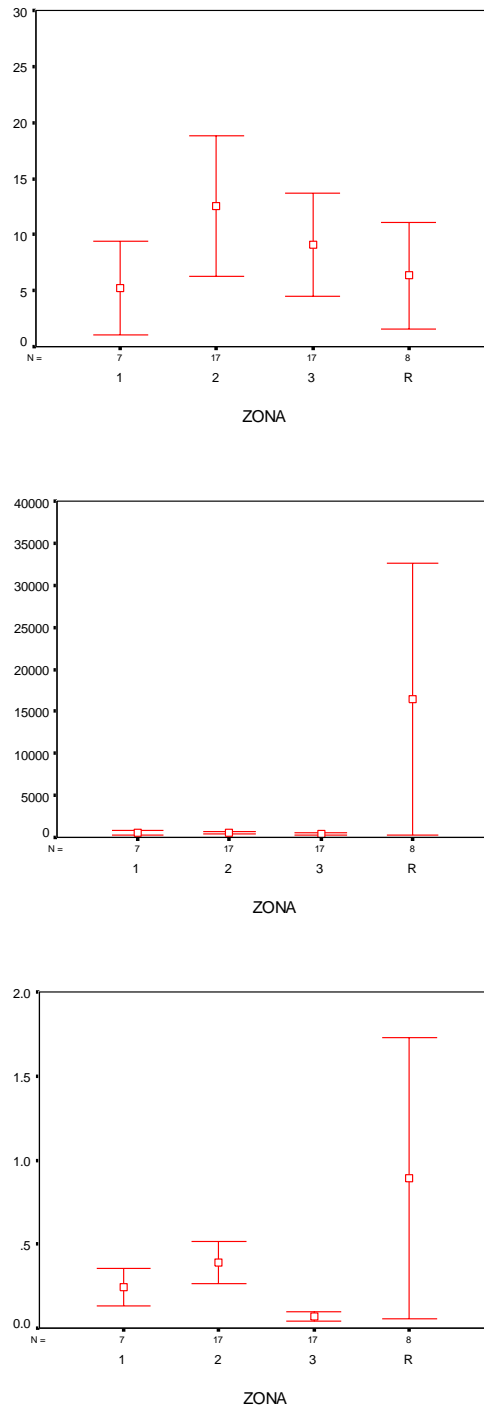


Figura 54. Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía acústica, densidad acústica de agregaciones según latitud.

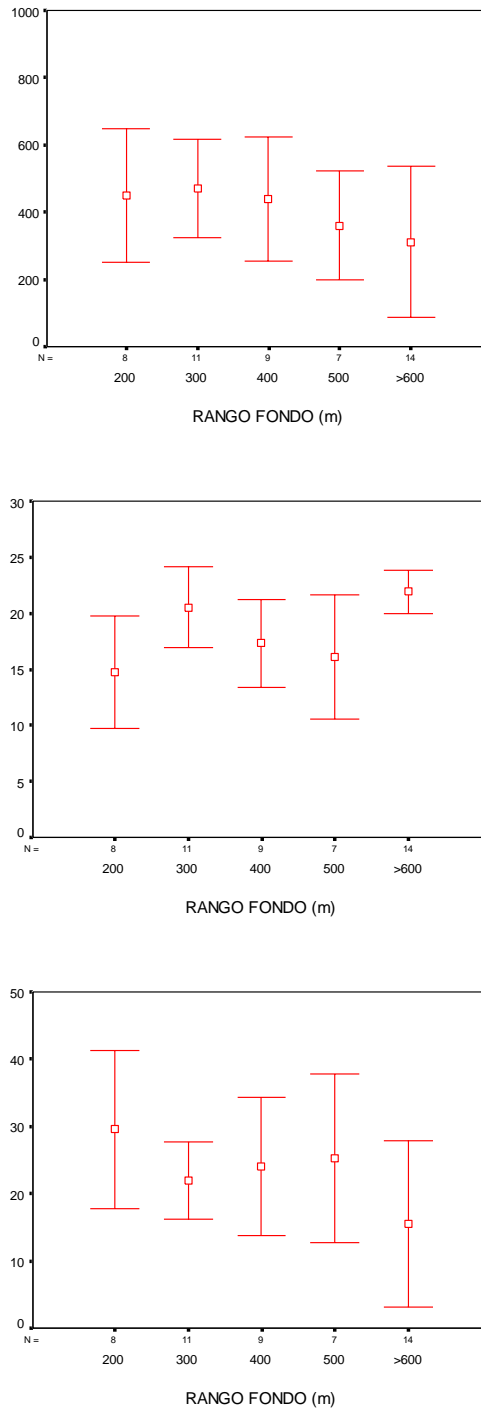


Figura 55. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.

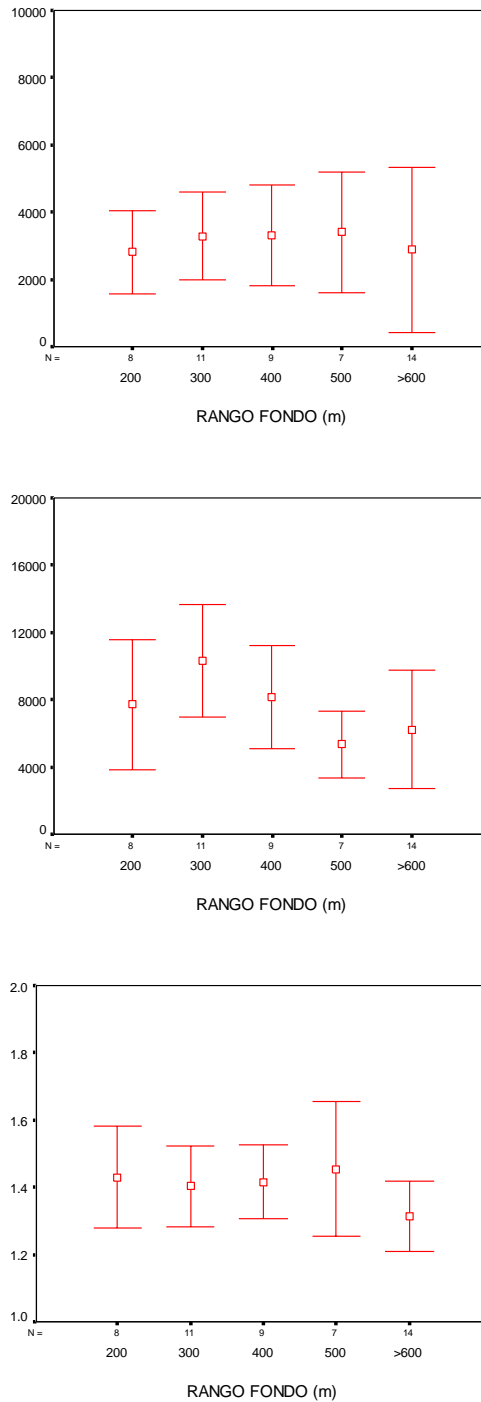


Figura 56. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.

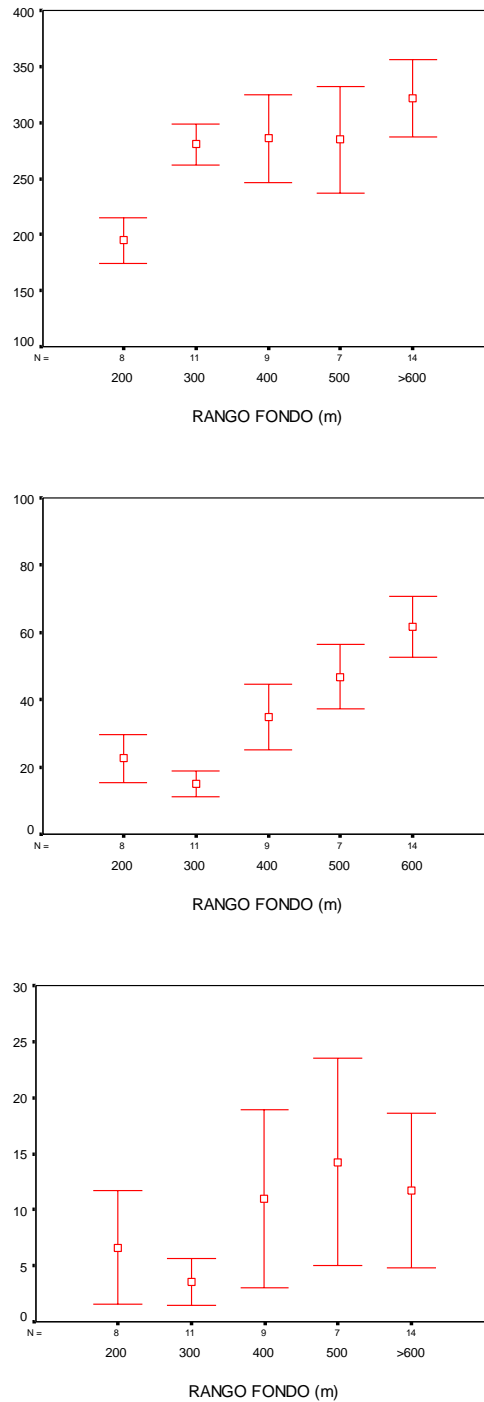


Figura 57. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimetricos profundidad de agregaciones, índice de altura y pendiente del fondo según rango de fondo.

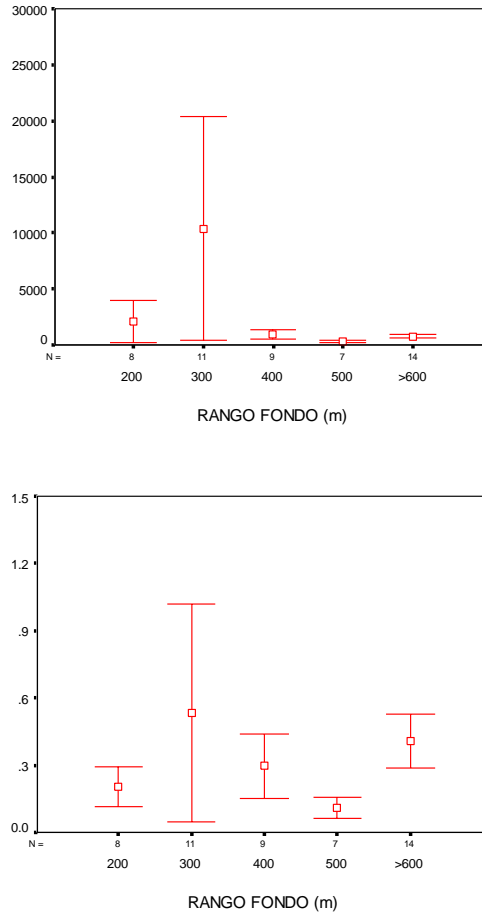


Figura 58. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.

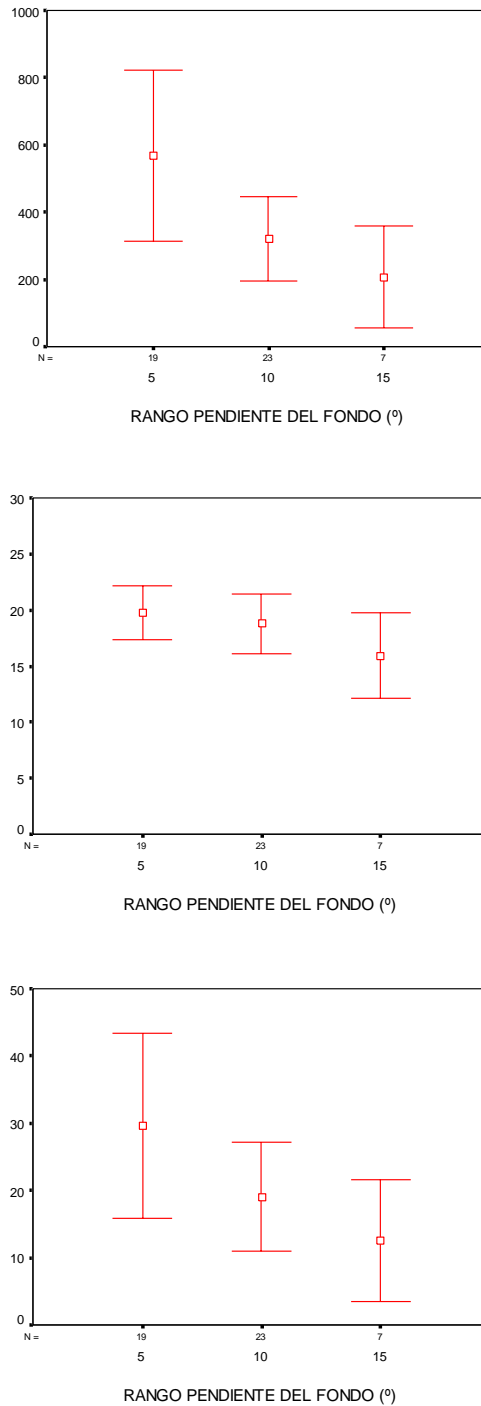


Figura 59. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según pendiente del fondo.

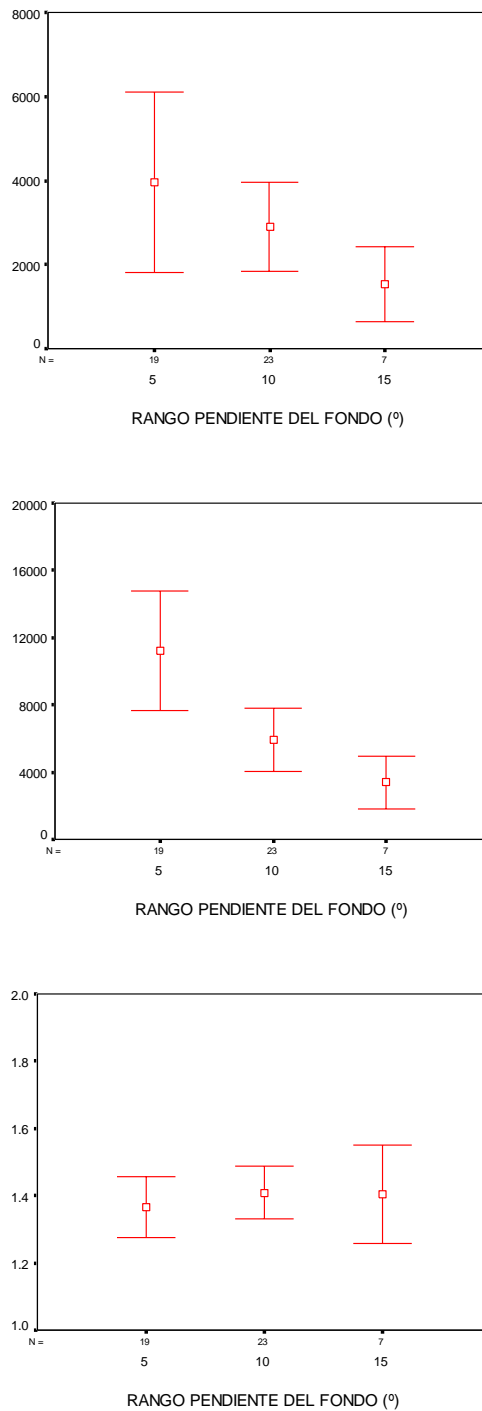


Figura 60. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perímetro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n pendiente del fondo.

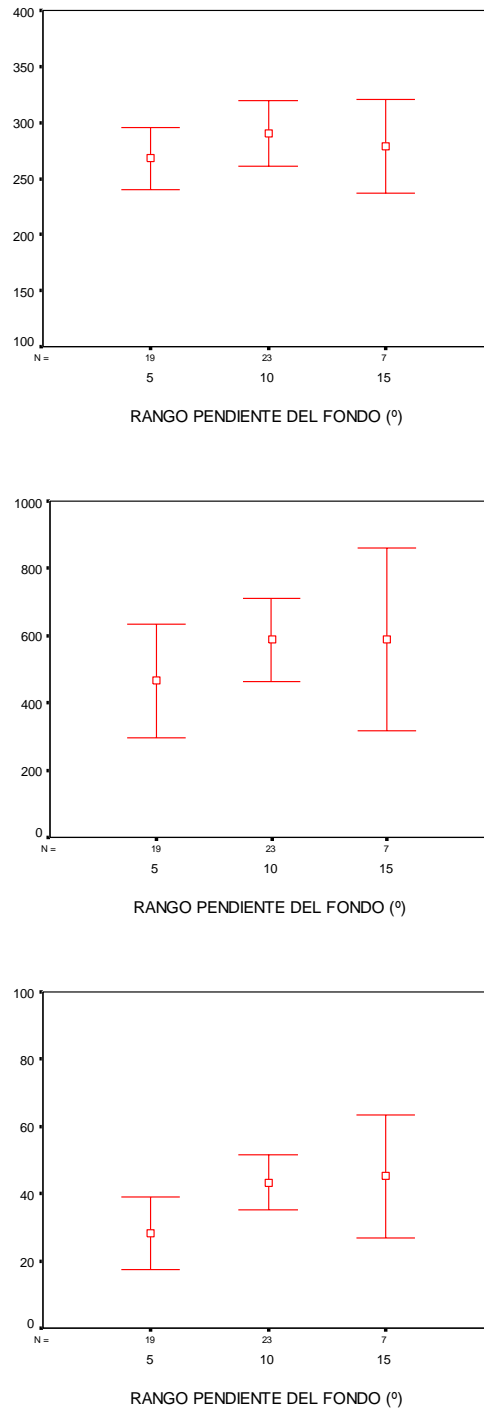


Figura 61. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores profundidad de agregaciones, fondo índice de altura según pendiente del fondo.

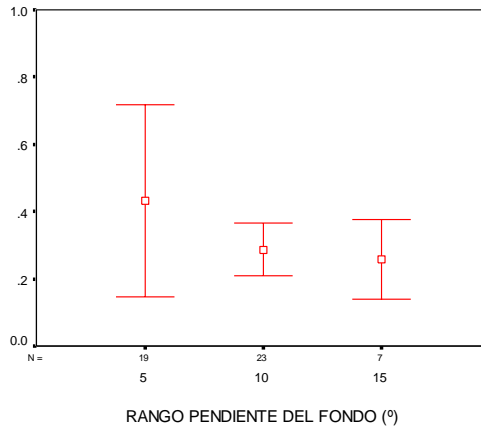
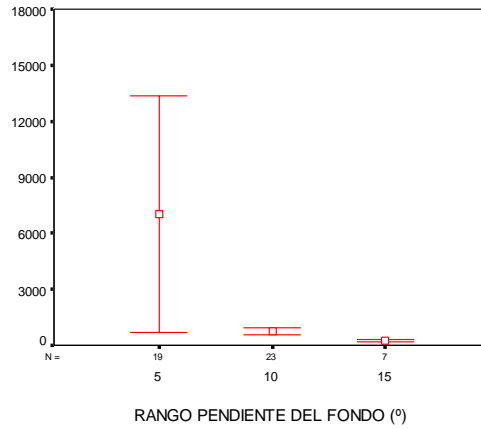


Figura 62. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energí retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.

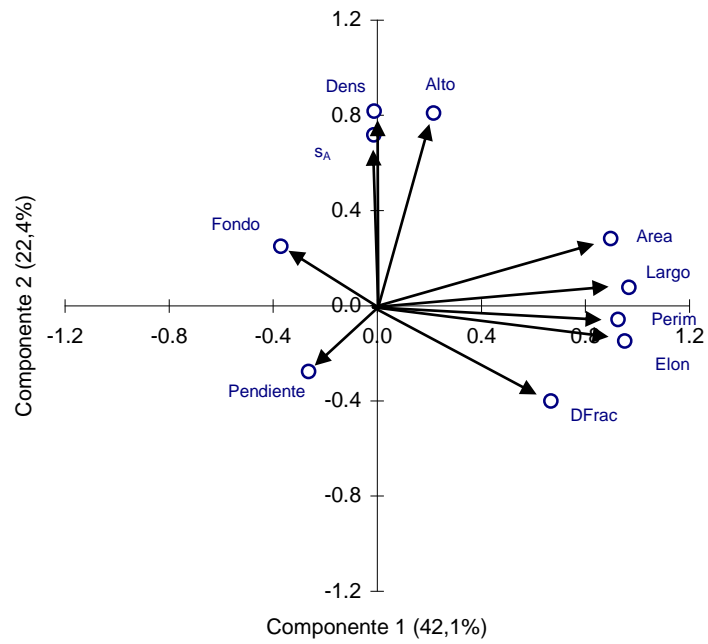


Figura 63. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes.

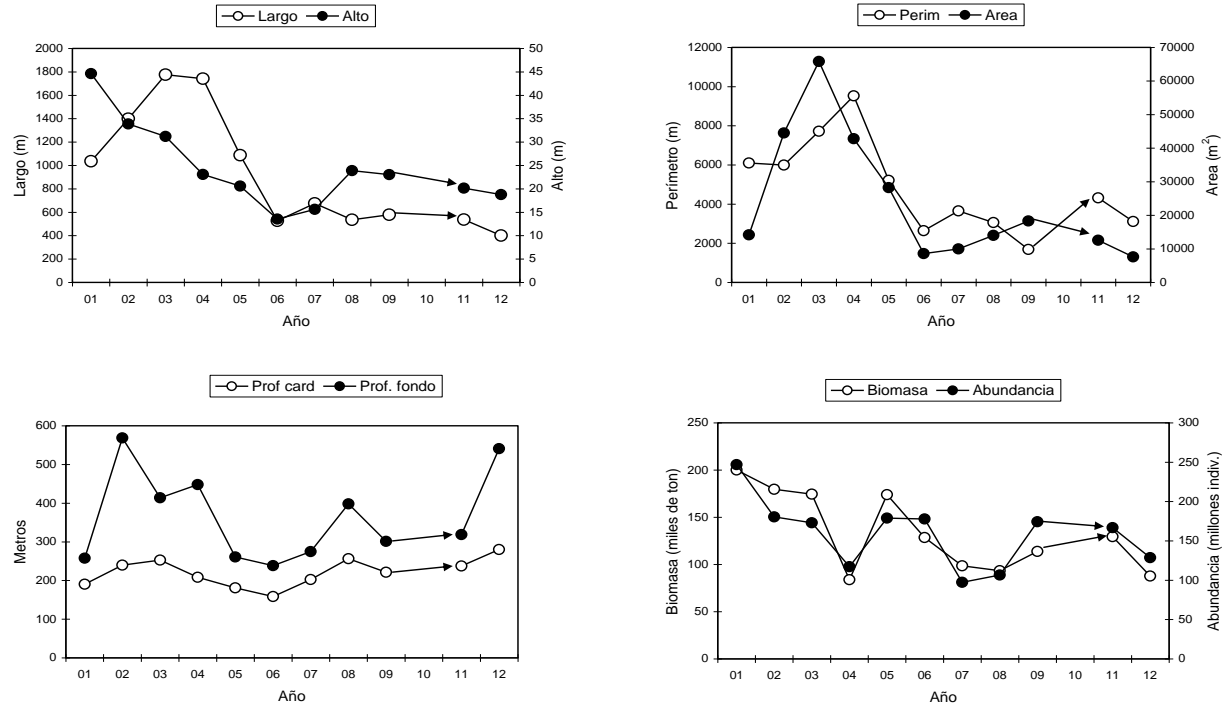


Figura 64. Variaci3n de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa aros 2001-2012

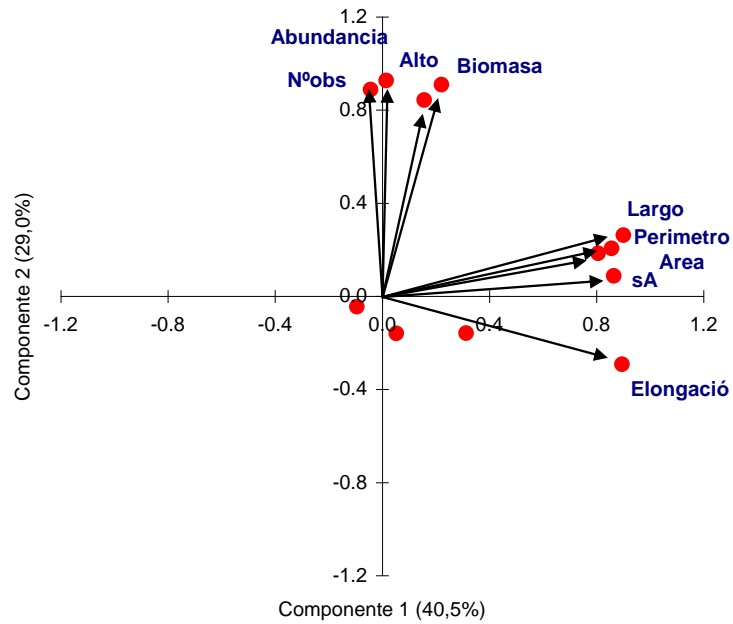


Figura 65. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, serie 2001-2012

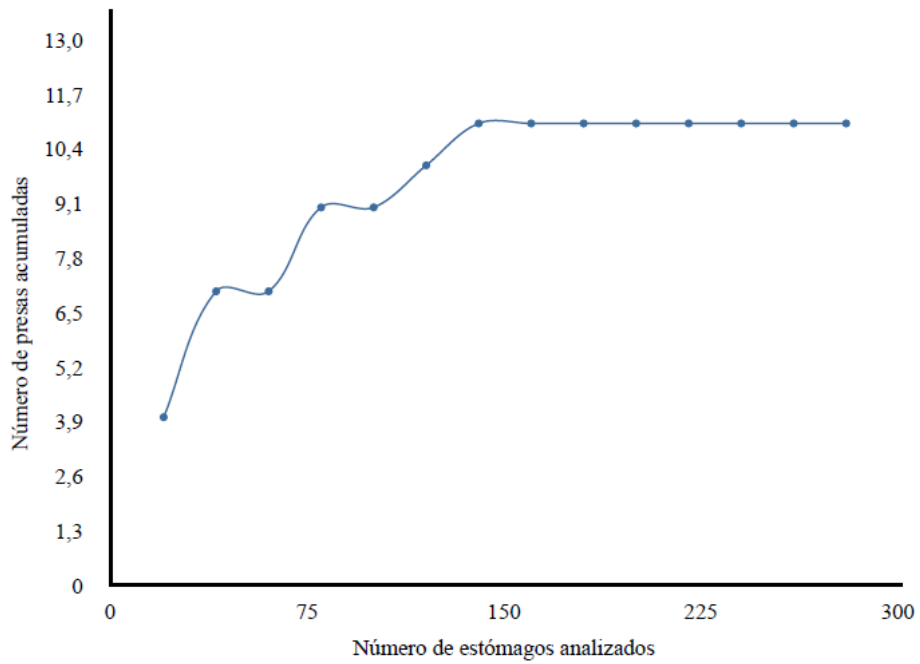


Figura. 66. Curva tr3fica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de est3magos, provenientes del cruceo realizado en Agosto de 2012 en aguas exteriores de la XI y XII Regi3n de Chile.

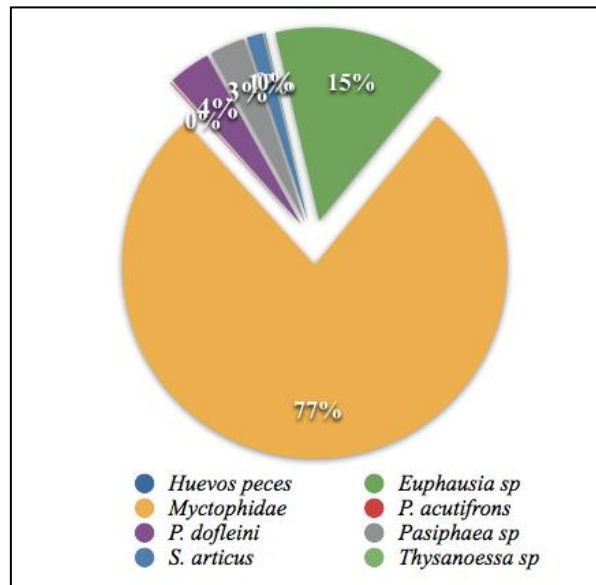


Figura. 67. Gráfico de las especies presa que componen la dieta de *Micromesistius australis* en Agosto del 2012, capturados en aguas exteriores de la XI y XII región.

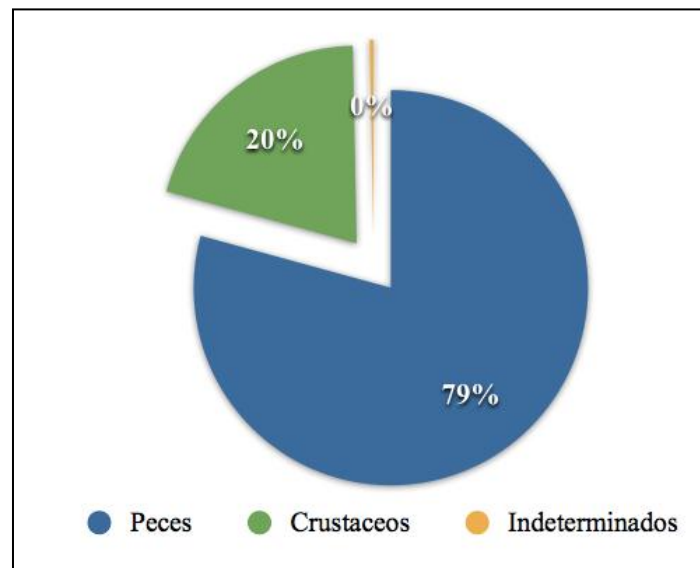


Figura.68. Gráfico de los principales grupos de organismos que componen la dieta de *Micromesistius australis* en Agosto del 2012, capturados en aguas exteriores de la XI y XII región.

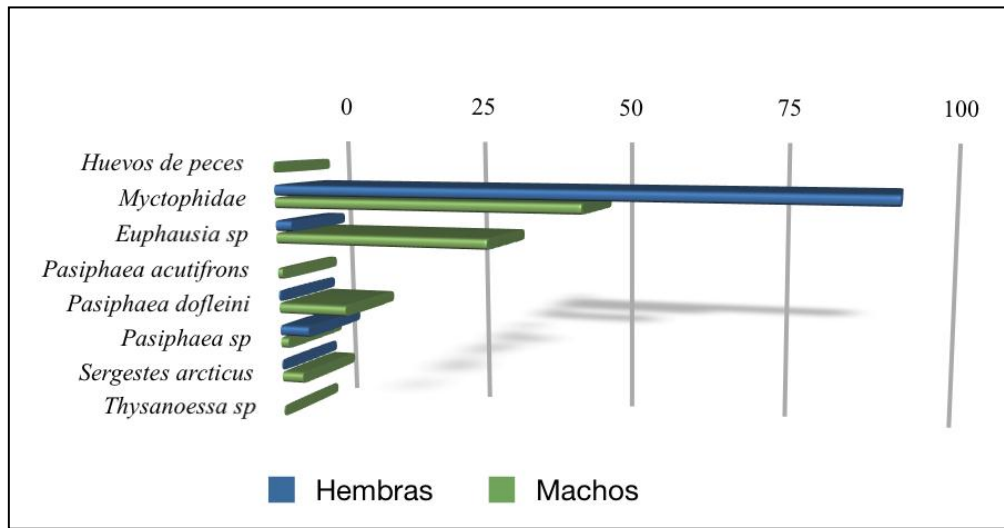


Figura 69. Gráfico de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares machos y hembras de *Micromesistius australis* en Agosto del 2012, capturados en aguas exteriores de la XI y XII región.

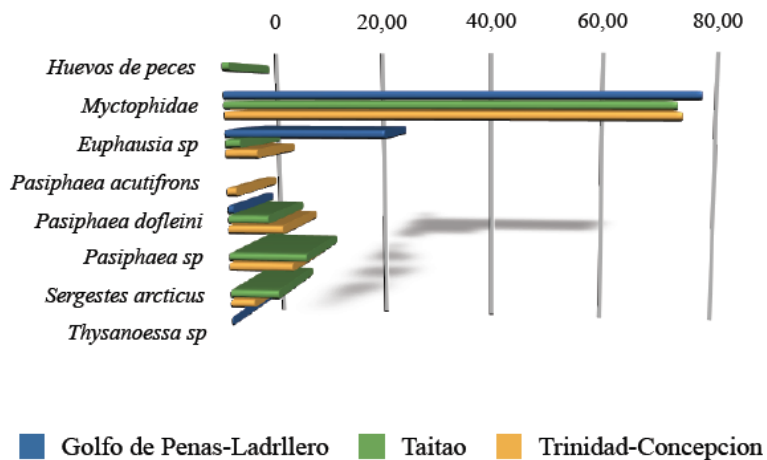


Figura 70. Principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares de las distintas zonas de pesca para *Micromesistius australis* en Agosto de 2012, capturadas en aguas exteriores de la XI y XII región de Chile

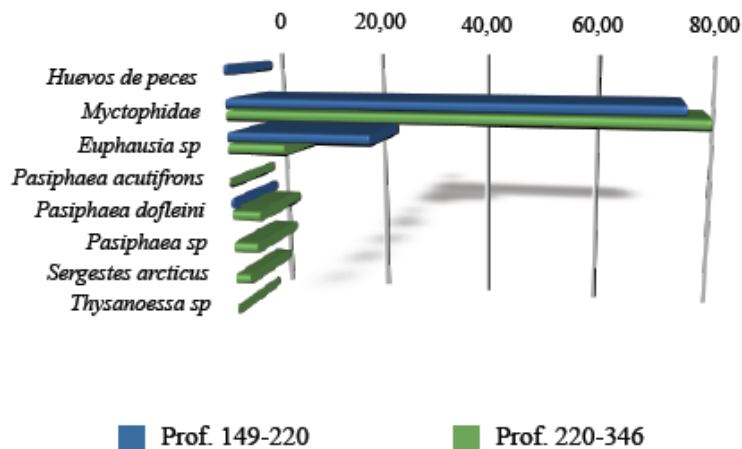


Figura 71. Principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares de las diferentes profundidades de captura de *Micromesistius australis* en Agosto de 2012, capturadas en aguas exteriores de la XI y XII región de Chile

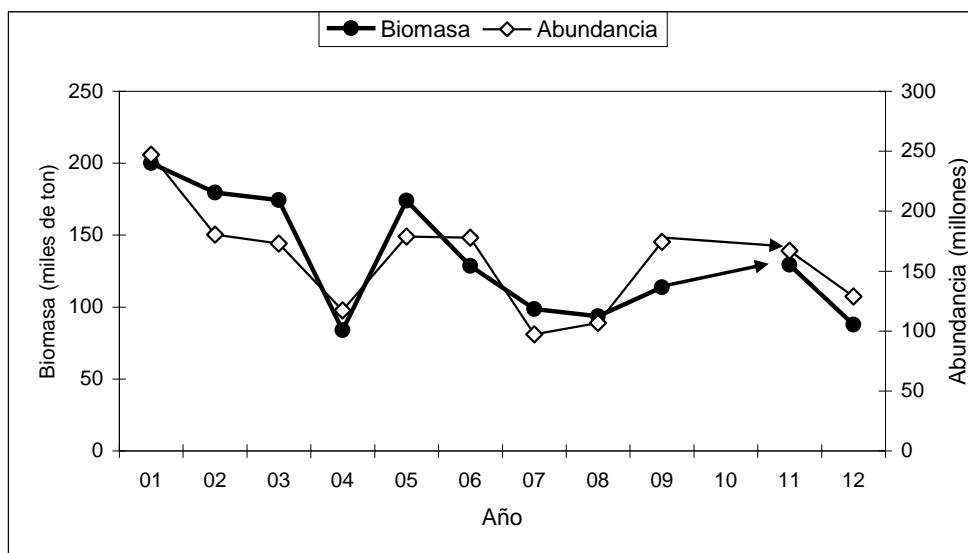


Figura 72. Estimados de Biomasa y Abundancia años 2001-2012.

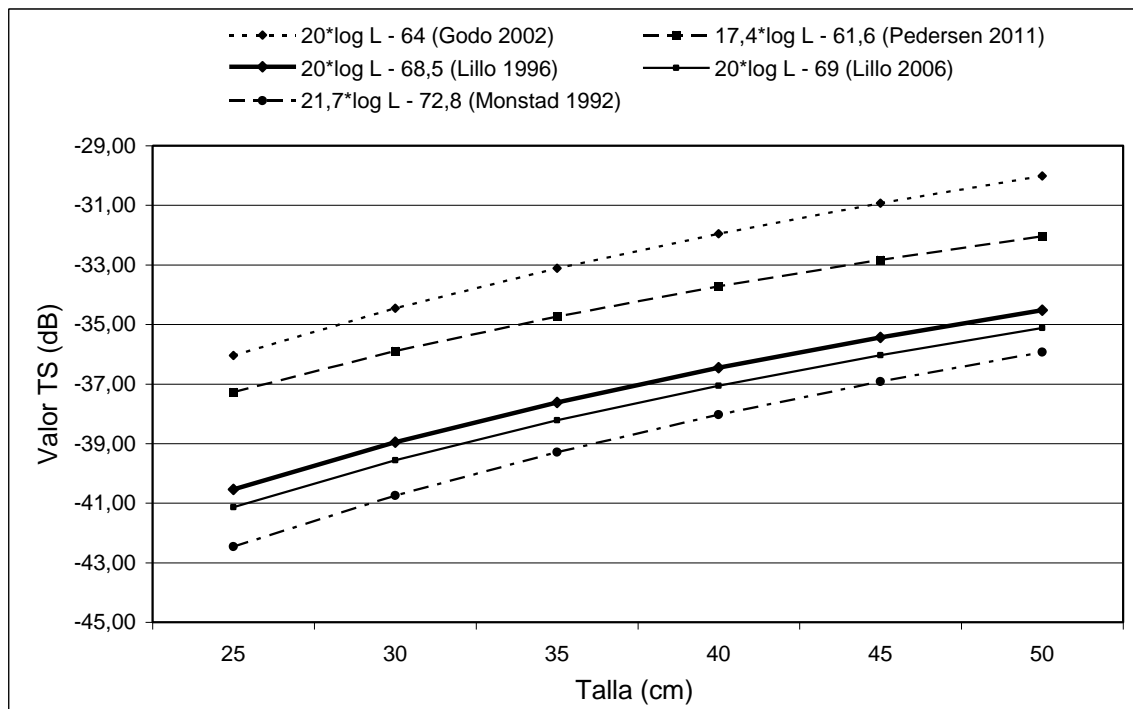


Figura 73. Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.

A N E X O S

A N E X O 1

Resolución Pesca de Investigación N^a 2.128



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

MINISTERIO DE ECONOMIA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA



AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE
INDICA

VALPARAISO, 30 JUL. 2012

R. EX N° 2128

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2012/PGE/183/DIR/ 417, de fecha 17 de julio de 2012, C.I. SUBPESCA N° 9134-2012; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) N°117-2012, de fecha 24 de julio de 2012; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP N° 2012-08 denominado "**Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2012**", elaborados por el solicitante y aprobados por el Fondo de Investigación Pesquera y por esta Subsecretaría; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley N° 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; los D.S. N° 144 de 1980 y N° 461 de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el Decreto Exento N° 1251 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

CONSIDERANDO:

Que el Instituto de Fomento Pesquero presentó una solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto N° 2012-08 denominado "**Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2012**".

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) N° 117/2012 citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría de Pesca, informa que los objetivos y las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación con carácter de pesca de prospección de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° N° 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y que los montos de captura solicitados para el estudio son adecuados en función de los objetivos planteados.

Que, en efecto, el estudio plantea evaluar la biomasa y abundancia de Merluza de tres aletas en el área de su unidad de pesquerías a través de una prospección hidroacústica con lances de identificación, siendo el estudio una pieza de información fundamental para la evaluación y diagnóstico de este recurso, cuyos resultados constituyen un elemento relevante de la asesoría científica requerida en la toma de decisiones y en particular en el establecimiento de la cuota total anual del 2013.



Que para lograr el objetivo antes señalado se requiere obtener la estructura del stock con el mayor rango de tallas por lo que resulta necesario eximir a la pesca de investigación de la medida de administración relativa a la regulación del arte de pesca de la especie en estudio.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461 de 1995 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, domiciliado en Blanco N° 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP N° 2012-08 denominado **"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2012"**, elaborados por el solicitante y aprobados por el Fondo de Investigación Pesquera y por esta Subsecretaría.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigación que por la presente Resolución se autoriza consiste en evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en el período de máxima actividad reproductiva, a través del método hidroacústico, en la zona comprendida entre la latitud 47° y 51°S.

3.- La pesca de investigación se efectuará en el área marítima comprendida entre los paralelos 47° y 51° L.S., por fuera de las líneas de base recta, en el período comprendido entre el 15 de agosto y el 31 de agosto de 2012, ambas fechas inclusive.

4.- En la pesca de investigación que se autoriza participará, en el área marítima antes individualizada, la nave hielera **"FRIOSUR VIII"**, de propiedad del armador Pesquera Sur Austral S.A, la que cuenta con autorización de pesca en la unidad de pesquería de Merluza de tres aletas, cuyas características náuticas son las siguientes:

Nombre	FRIOSUR VIII
Matrícula	2861
Estora de arquero	47,80
TRG (Internacional)	930

5.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, la nave participante podrá extraer, en calidad de especie objetivo, un máximo de 30 toneladas de Merluza de tres aletas.

Asimismo, podrá capturar, en calidad de fauna acompañante de la especie objetivo del estudio, 15 toneladas de Merluza de cola y 1 tonelada de Merluza del sur.

Las toneladas antes señaladas se imputarán a las fracciones de las cuotas globales anuales de captura de dichas especies reservadas para fines de investigación, establecidas mediante Decreto Exento N° 1251 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.



6.- La pesca de investigación autorizada mediante la presente resolución se entenderá exceptuada del cumplimiento de la medida de administración establecida mediante los D.S. N° 144 de 1980 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

7.- El titular de la nave participante en la presente pesca de investigación, podrá disponer de las capturas, incluyendo el desembarque y procesamiento de las mismas, una vez recopilada la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos del estudio.

8.- La nave participante en la presente pesca de investigación deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Comunicar al Servicio Nacional de Pesca, la fecha y hora de zarpe y recalada de la nave y dar cumplimiento a los procedimientos de control que establezca el mencionado organismo para estos efectos.
- b) Realizar las labores de pesca de investigación con sujeción a los diseños operativos determinados por el Instituto de Fomento Pesquero.
- c) Aceptar a bordo a los observadores científicos que designe el Instituto de Fomento Pesquero y otorgar todas las facilidades para que éstos puedan recopilar y transmitir la información necesaria para el cumplimiento del plan de trabajo durante todo el período de la pesca de investigación.
- d) Instalar y operar a bordo de la nave un dispositivo de posicionamiento satelital;
- e) Informar y documentar las capturas efectivas y su destino conforme lo dispuesto en el artículo 63 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus normas reglamentarias. La información de captura proveniente deberá certificarse por una Entidad Auditora acreditada por el Servicio Nacional de Pesca, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley N° 19.713.
- f) En general dar cumplimiento a las obligaciones legales y reglamentarias establecidas para la realización de actividades pesqueras extractivas y medidas de administración establecidas para las especies en estudio, con exclusión de aquellas expresamente exceptuadas mediante la presente pesca de investigación.

9.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá entregar a la Subsecretaría de Pesca un informe transcurrido el plazo de 20 días de finalizado el crucero de evaluación, el que deberá contener los principales resultados de los análisis efectuados. El informe final del proyecto deberá ser entregado en la fecha señalada en las bases técnicas aprobadas por el Fondo de Investigación Pesquera y deberá incluir un anexo en el cual se contengan los principales resultados y análisis correspondiente a la etapa final del proyecto.

10.- Designase al Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de las obligaciones establecidas en el numeral anterior.

11.- El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102 del D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a su Director Ejecutivo don Jorge Toro Da Ponte, domiciliado en Blanco 839, Valparaíso.



12.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 días hábiles contados desde su fecha.

13.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

14.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos N° 430, de 1991 y N° 461, de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resolución. El incumplimiento hará incurrir al titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo.

15.- La infracción a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigación, será sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

16.- La presente autorización es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

17.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

18.- Transcribese copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y a la División Jurídica de esta Subsecretaría de Pesca.

ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DEL INTERESADO.



PABLO GALLEA CARRILLO
Subsecretario de Pesca

FPR/CGS/LFV

A N E X O 2

**Personal participante por actividad y
Objetivo específico**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPEC3FICO**
FIP N° 2012-08

“Evaluaci3n hidroac3stica del stock desovante de merluza de tres aletas, a±o 2012”

Objetivo espec3fico 2.1

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
A. Saavedra	40	140	120	70	90	460
J Castillo	10	0	0	30	15	55
V. Catasti	40	140	120	60	0	360
R. Vargas	0	140	0	0	0	140
C. Lang	0	0	25	20	5	50
Z. Young	20	0	10	10	0	40
JC. Saavedra	20	0	100	50	20	190
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
J. Osorio	0	28	0	0	0	28
J. Huichacan	0	28	0	0	0	28
M. Silva	0	28	0	0	0	28
TOTAL	130	532	375	240	130	1.407

NOTA: Debido a requerimientos operacionales el Sr. Francisco Leiva, es reemplazado en el crucero por el Sr. V3ctor Catasti, Ingeniero Pesquero, como investigador ac3stico.

Objetivo espec3fico 2.2

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
R. Cespedes	20	0	170	130	80	400
L. Adasme	0	0	240	70	10	320
Z. Young	5	0	10	10	0	25
V. Ojeda	20	0	80	100	120	320
M. Miranda	0	0	630	0	0	630
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
J. Osorio	0	28	0	0	0	28
J. Huichacan	0	28	0	0	0	28
M. Silva	0	28	0	0	0	28
TOTAL	45	112	1.130	310	210	1.807

NOTA: La asignaci3n de las horas hombre de los se±ores N3ncul, Osorio, Huichacan y Silva, corresponde a horas de crucero como muestreadores, recolectando las muestras que sirvieron para el resto de los objetivos



Objetivo espec3fico 2.3

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Z. Young	5	0	10	10	0	25
E. Diaz	0	0	200	150	130	480
Tec. Laboratorio	0	0	720	0	0	720
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
J. Osorio	0	28	0	0	0	28
J. Huichacan	0	28	0	0	0	28
M. Silva	0	28	0	0	0	28
TOTAL	5	112	930	160	130	1.337

Objetivo espec3fico 2.4

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
R. Vargas	0	0	130	60	45	235
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
J. Osorio	0	28	0	0	0	28
J. Huichacan	0	28	0	0	0	28
M. Silva	0	28	0	0	0	28
TOTAL	0	112	130	60	45	347

Objetivo espec3fico 2.5

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
A. Saavedra	0	0	120	70	35	225
JC. Saavedra	0	0	10	30	0	40
TOTAL	0	0	130	100	35	265



Objetivo espec3fico 2.6

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
J. Osorio	0	28	0	0	0	28
J. Huichacan	0	28	0	0	0	28
M. Silva	0	28	0	0	0	28
R. Melendez	0	0	430	80	70	580
TOTAL	0	112	430	80	70	692

A N E X O 3 y 4

**Presentaciones y asistencia Taller de
difusión y discusión metodológica y
videos actividades de pesca de
investigación (en CD)**



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
PROYECTO FIP 2012-08

Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza tres aletas, año 2012.



Jueves 18 de abril, 2013. Valparaíso
Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal"
Almte. Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso

Programa:

15:00 horas

Bienvenida a los asistentes y antecedentes del proyecto:
Álvaro Saavedra Godoy, Jefe Proyecto, IFOP.

15:10 horas

Exposición de metodologías y resultados del proyecto.

- Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas.
Álvaro Saavedra Godoy, IFOP (15').
- Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas.
Renato Céspedes Michea y Vilma Ojeda Cerda, IFOP(25').
- Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas.
Eduardo Díaz Ramos, IFOP (15').

■ C a f é (10') ☕

■ Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas.
Rene Vargas Silva, IFOP (10').

■ Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio.
Álvaro Saavedra Godoy, IFOP (10').

■ Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.
Roberto Meléndez Cortés, Consultor externo (15').

16:50 horas

Discusión de resultados.

17:30 horas

Cierre Taller.



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
PROYECTO FIP 2012-08

Evaluación hidroacústica del stock
desovante de merluza 3 aletas,
año 2012



Jueves 18 de abril, 2013. Valparaíso
Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal"
Almte. Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso

N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
01	Satoshi Kaneda	kaneda@nissui.cl	EMDEPES	
02	Heather Tomwells	htomwells@nissui.cl	EMDEPES	
03	Veneto López de la Haza	veneto.cespedes@ifop.cl	IFOP	
04	Valma Ojeda C	valmaojeda@ifop.cl	IFOP	
05	Graciela Araucibia A	conca@shca.cl	SHCA (CONA)	
06	Pedro Pablo Grauer	pedro.pablo.grauer@ifop.cl	IFOP	
07	JC Quiroz	juan.cristian.quiroz@ifop.cl	IFOP	
08	Michel Dopremont	mdopremont@subpesca.cl	Subpesca	
09	Francisco Contreras	francisco.contreras@ifop.cl	IFOP	
10	Luis DÍAZ M	Luis.DIASM@ifop.cl	IFOP	
11	Ignacio S. Poyá C	ignacio.poya@pop.cl	IFOP	
12	ANITA BUENAVISTA C	aguenavista@subpesca.cl	SSP, A	
13	Lorenzo Flores	lflores@defesca.cl	SSP	
14	Roberto Meléndez	rmelendez@unab.cl	UNAB	
15	Alejo de la Cruz	alejo@cepes.cl	CEPES	



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
PROYECTO FIP 2012-08

Evaluaci3n hidroac3stica del stock
desovante de merluza 3 aletas,
a3o 2012



Jueves 18 de abril, 2013. Valparaíso
Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal"
Almte. Manuel Blanco Encalada 839. Valparaíso

N°	Nombre	Mail	Instituci3n	Firma
16	Patricia Ruiz	pruiz@cepes.cl	CEPES	
17	Sergio Lillo	Sergio.Lillo@ifop.cl	IFOP	
18	Roberto BARRONDO	Roberto.BARRONDO@ifop.cl	IFOP	
19	Esteban Luciani	esteban.luciani@ifop.cl	IFOP	
20	ANDRÉS FLORES I	andros.flores@ifop.cl	IFOP	
21	ANDRÉS TRAM	andros.tram@cepes.cl	CEPES	
22	EDUARDO DIAZ	eduardo.diaz@ifop.cl	IFOP	
23	Rene A. Vargas S.	RENE.VARGAS@ifop.cl	IFOP	
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

TALLER DIFUSIÓN RESULTADOS

FIP N° 2012-08

Presentaciones por objetivo específico (CD)

Objetivo 1:
Abundancia y biomasa de merluza de tres aletas 2012



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

Proyecto FIP N° 2012-08

**“Evaluación hidroacústica del stock
desovante merluza de tres aletas, año 2012”**

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Abril del 2013



PROYECTO FIP 2008-12

“Evaluación hidroacústica del stock desovante merluza de tres aletas, año 2012”

La pesquería de merluza de tres aletas esta declarada en estado y régimen de plena explotación desde el año 2000 (DS N° 538), y bajo la asignación de Límite Máximo de captura por Armador.

A partir del 2001, el Consejo de Investigación Pesquera ha efectuado once proyectos de investigación orientados a evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas, diez mediante el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), y uno (2006) mediante banco integrado de proyectos (BIP).

Desde el año 2005 y como parte de los TBR, se requiere realizar un taller de entrega de los principales resultados del proyecto, actividad que nos convoca en este momento.



OBJETIVO GENERAL

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



RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1

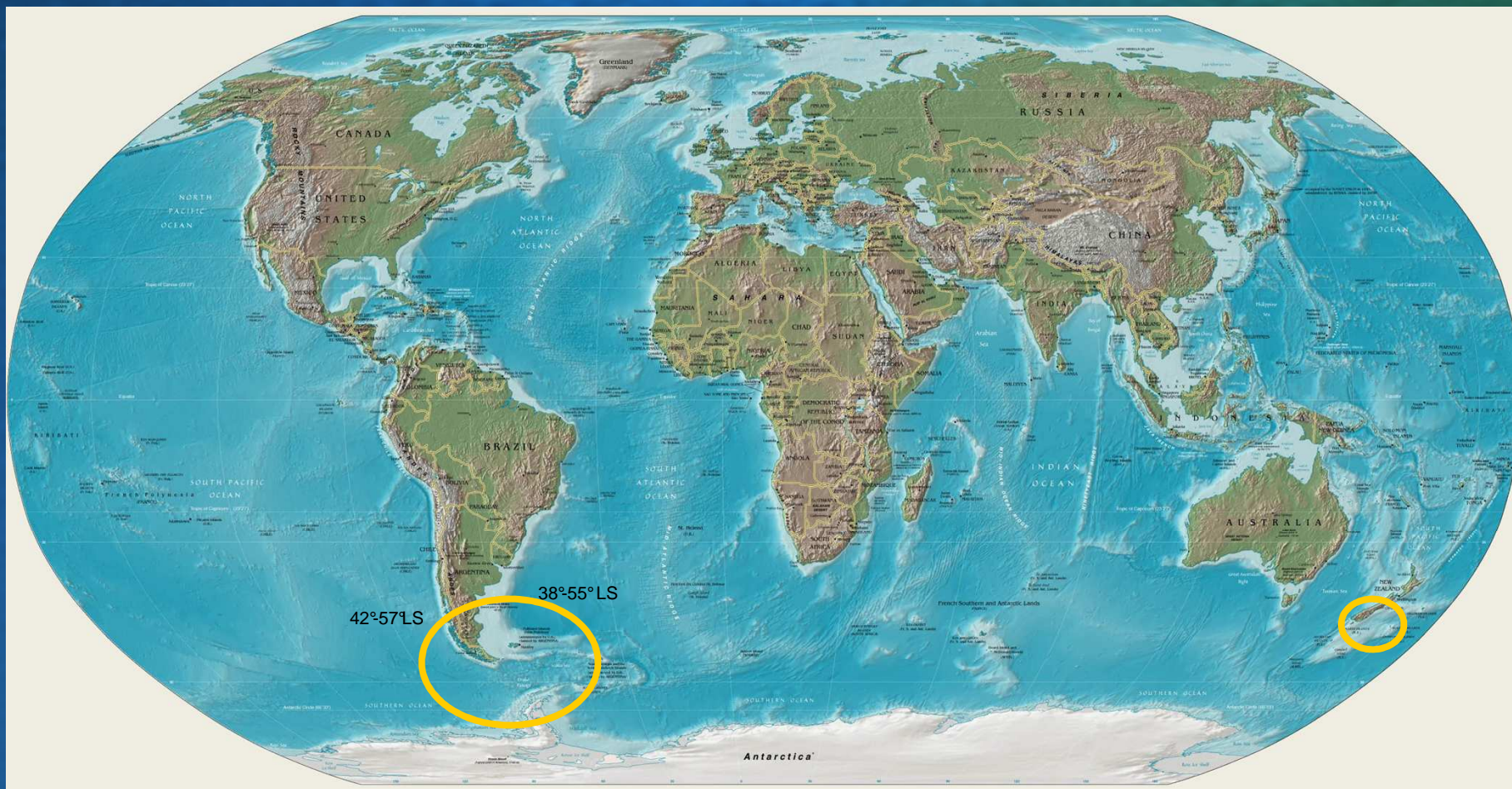
1. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio.



Antecedentes biológicos *Micromesistius australis* Norman, 1937

Clase	Actinopterigos (peces con aletas radiadas)
Orden	Gadiformes
Familia	Gadidae
Hábitat	Bentopelágico 50-900 m.
Alimentación	Crustáceos planctónicos (eufáusidos y anfípodos), ocupando los niveles 3-4 de la cadena trófica.
Longitud máxima (cm)	67 cm
Longitud promedio (cm)	51cm
Longevidad (años)	23-30 años
Edad de primera madurez	3-4 años

Fuente: SubPesca



Golfo de Penas

Nikltschek *et al*, 2008 no encuentran evidencias de segregación poblacional evolutiva pero sí sustenta la hipótesis de dos poblaciones separadas (segregación ecológica)

Arkhipkin *et al*, 2008 mediante análisis químico de otolitos, concluye que hay diferencias significativas en los niveles de Sr en las edades adultas de ejemplares capturados en Argentina y Chile, mientras que en el período mas juvenil encuentra similitudes en ambas muestras en el 20% de los individuos

Nikltschek *et al*, 2010 mediante análisis químico de otolitos y análisis parasitario de adultos apoyan la existencia de al menos dos subpoblaciones de merluza de tres aletas en sudamérica

Islas Falkland (Islas Malvinas)

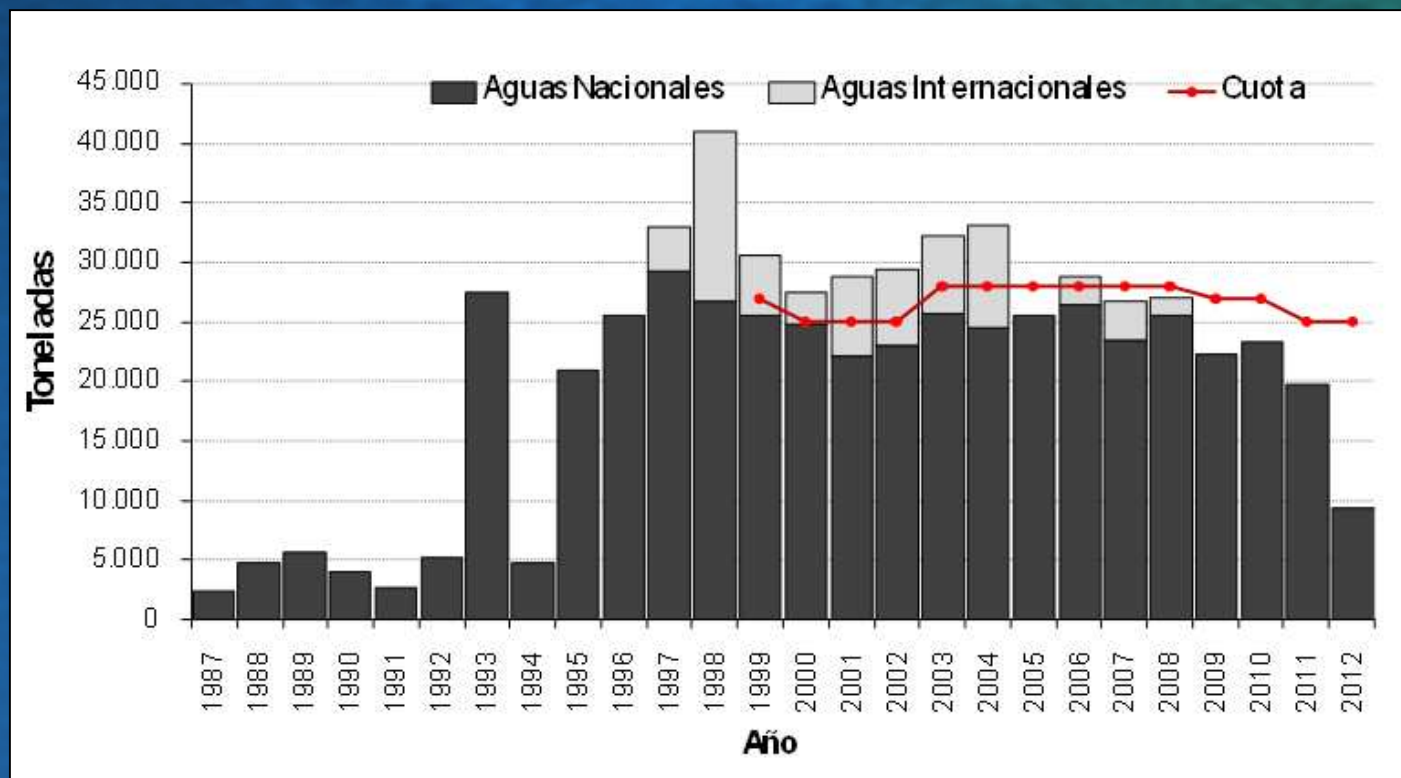
Mar de Scotia

Islas Georgia del Sur y Sandwich

I. Orcadas del sur



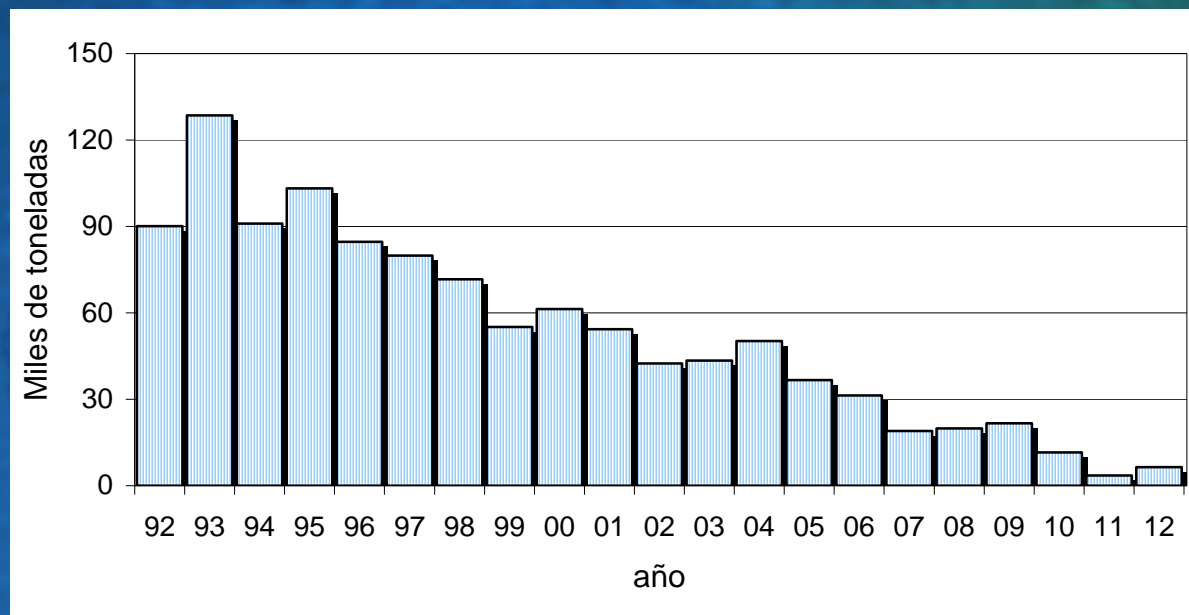
Desembarques merluza de tres aletas, Chile (1987-2012)



Fuente: SubPesca



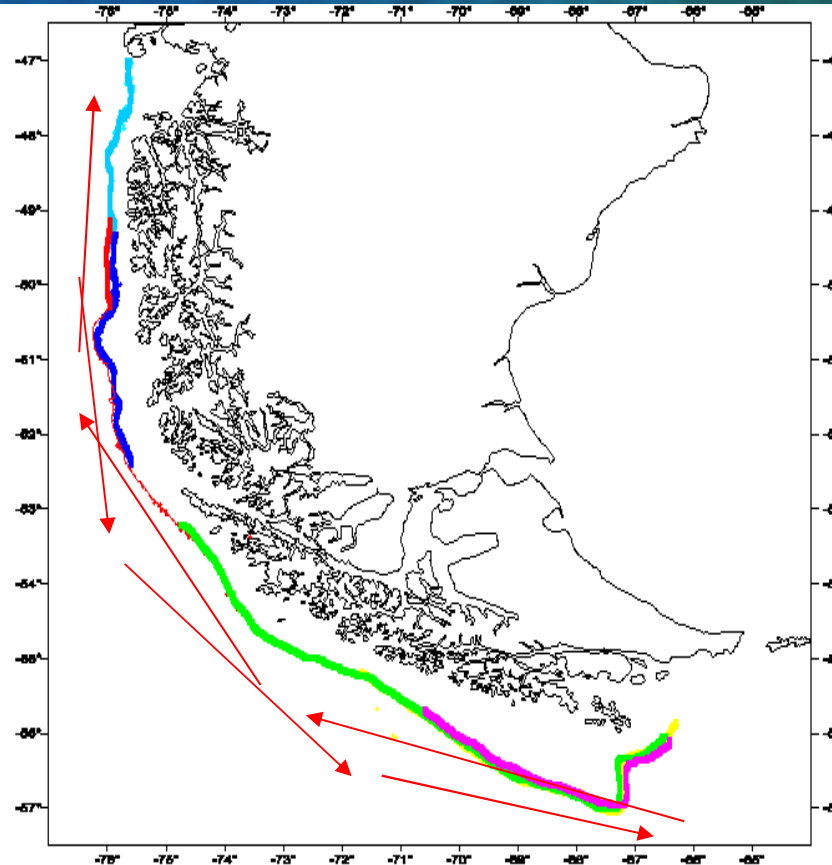
Desembarques merluza de tres aletas, Argentina (1992-2012)



Fuente: SAGPyA, Argentina



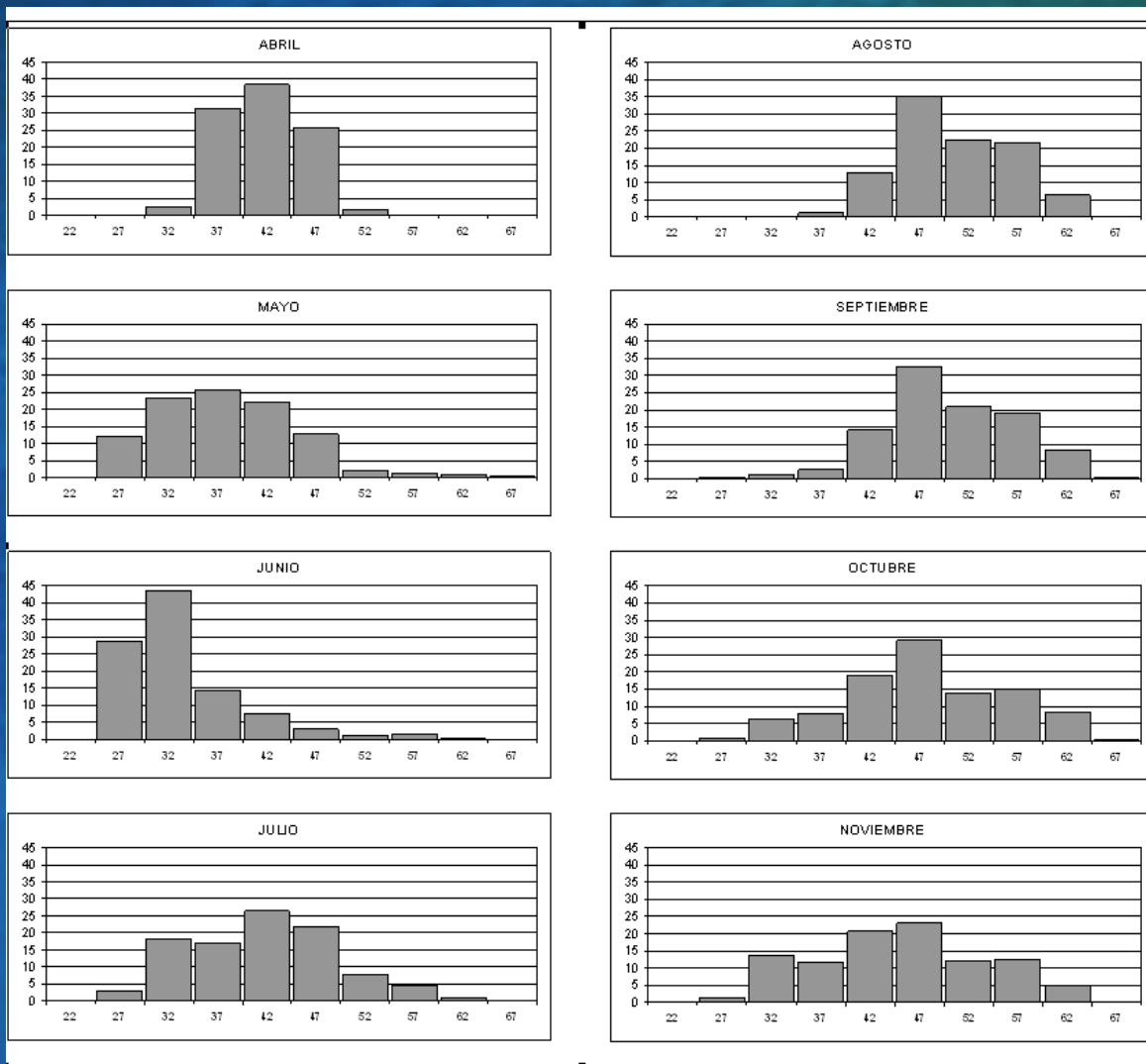
Áreas de operación mensual de la flota arrastrera surimera



Lillo *et al.*, 1994 postulan esquema dinámica espacial, asociando la presencia del recurso a un pulso migratorio de carácter reproductivo.

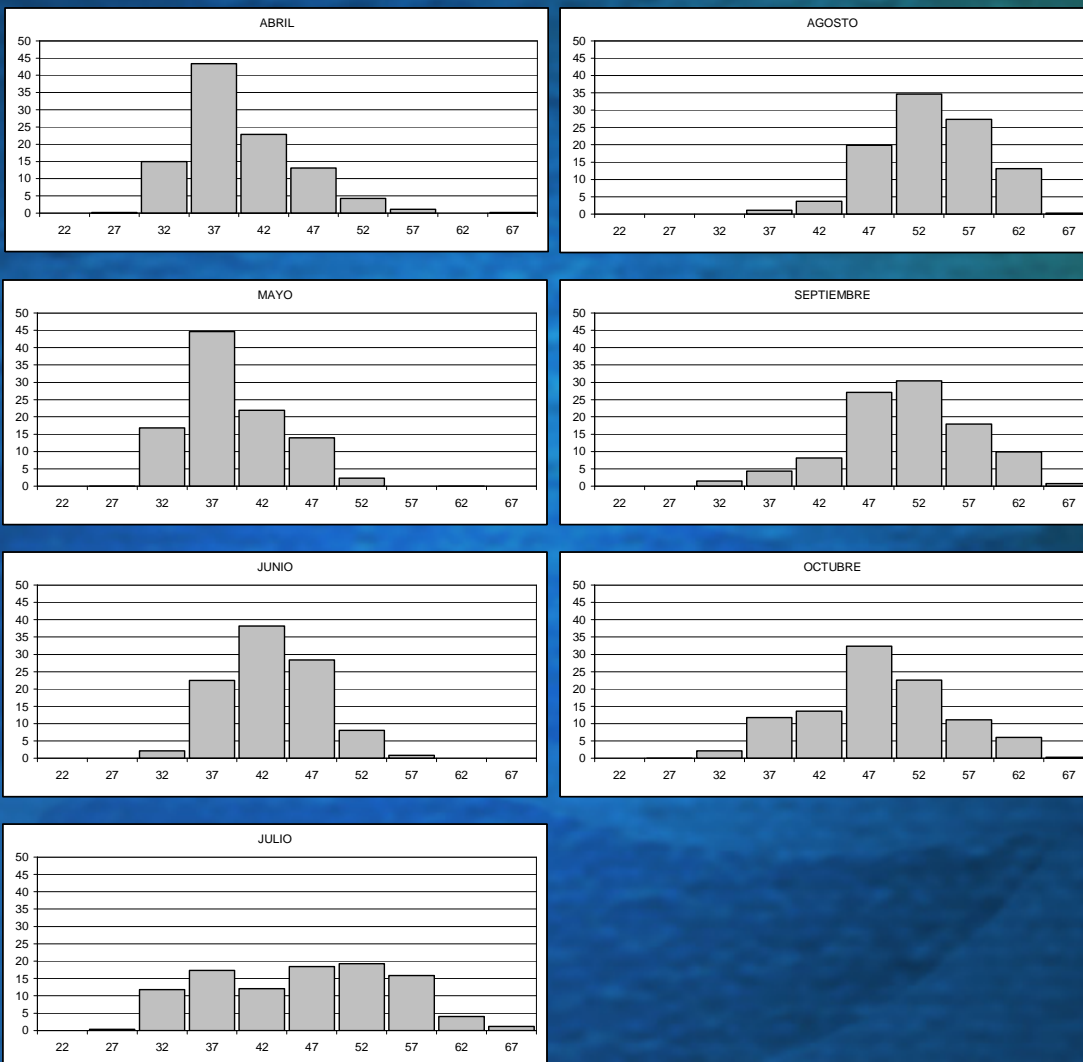


2010



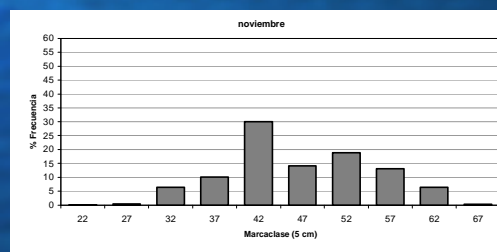
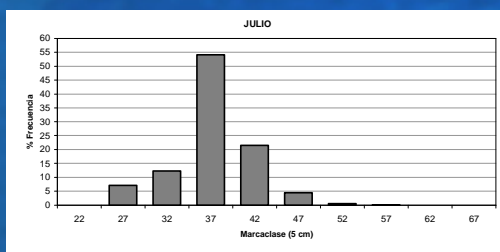
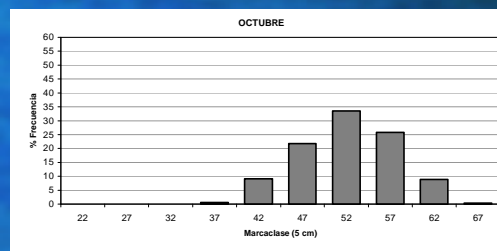
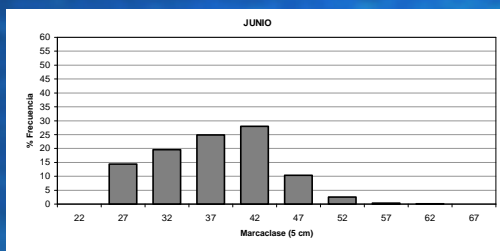
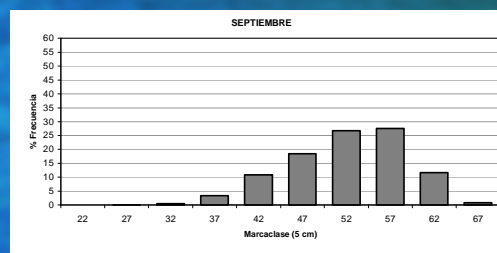
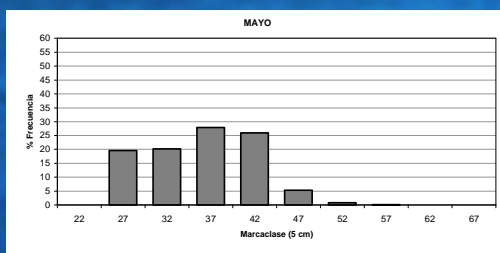
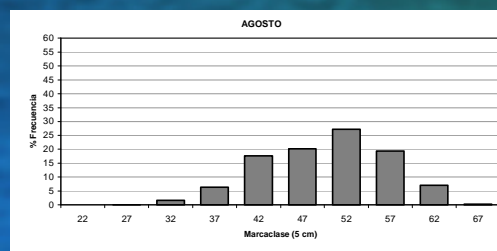
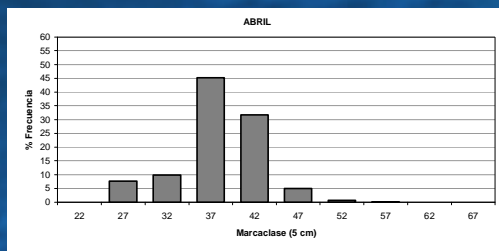


2011





2012





De acuerdo a los antecedentes históricos disponibles, se puede inferir que el mejor momento para hacer la evaluación hidroacústica es durante agosto, específicamente en la segunda quincena, en el área de desove ubicado entre las latitudes $47^{\circ}00'$ LS y $51^{\circ}00'$ LS.



Área

Plataforma y talud continental entre latitudes 47°S. y 51°S

Período

Segunda quincena de agosto (15-28)

Diseño de muestreo

De tipo sistemático con 49 transectas perpendiculares a la costa y separadas cada 5 millas entre sí, realizadas en ambiente nocturno a una velocidad promedio 9 Kn

Embarcación

A diferencia de años anteriores, en esta oportunidad se utilizó una embarcación bajo modalidad de arriendo, procediéndose a efectuar un contrato con la Pesquera Sur Austral S.A. para la utilización del B/H Friosur VIII, utilizado anteriormente en estos cruceros.



EMBARCACIÓN

(2008, 2009, 2011 y 2012)

B/H “Friosur VIII”
Eslora : 54 m

Sistema ecointegración marca Simrad, modelo EK-60, conectado a transductor ES38B (split-beam) de 38 Khz

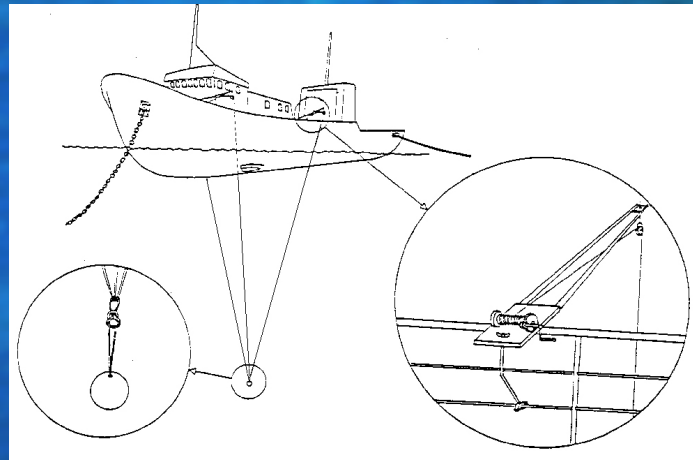


Información respaldada y procesada
mediante software SonarData Echoview®



CALIBRACIÓN SISTEMA ACUSTICO

En los cruceros hidroacústicos es esencial que el ecosonda sea correctamente calibrado, durante este proceso un blanco de referencia con una fuerza de blanco (TS) conocida es posicionada dentro del haz acústico, comparándose la medición del TS registrado por el equipo con el TS conocido del blanco estandar.



En los equipos utilizados actualmente, si se debiera ajustar el ecosonda a la nueva ganancia, esto es hecho automáticamente por el software.



Resultados calibración “Friosur VIII”

Lugar	Puerto Chacabuco
Fecha	31/07/2012
Buque	Friosur VIII
Ecosonda	Simrad EK 60
Transductor	ES38B
Profundidad esfera	7 m
Profundidad fondo	40 m
Frecuencia	38 KHz
Ganancia fábrica)	26,50 dB
Ganancia anterior	26,43 dB
Ganancia (calibración)	26,50 dB
TS esfera	-33,6 dB
Corrección s_A	-0,54 dB
Ancho de banda	2,43 KHz
Intervalo de muestreo	0,191 m
Coefficiente de absorción	9,9 dB/km
Velocidad del sonido	1490,2 m/s
2-way beam angle	-20,6 dB



Los registros Acústicos tomados a bordo durante las transectas, lances y navegaciones incluyen en general:

Intensidad acústica, hora, profundidad del fondo, cardúmenes, umbrales de detección, rangos batimétricos de registros acústicos y geroreferenciación.

Los datos acústicos son almacenados en archivos magnéticos en discos duros externos de respaldo (seguridad) para su posterior análisis.

El procedimiento incluye un análisis exploratorio de datos para chequear la presencia de datos anómalos como posiciones erróneas, bloqueo de señal acústica por movimiento del buque (cabeceo/rolido), presencia de interferencias acústicas de otros sistemas.



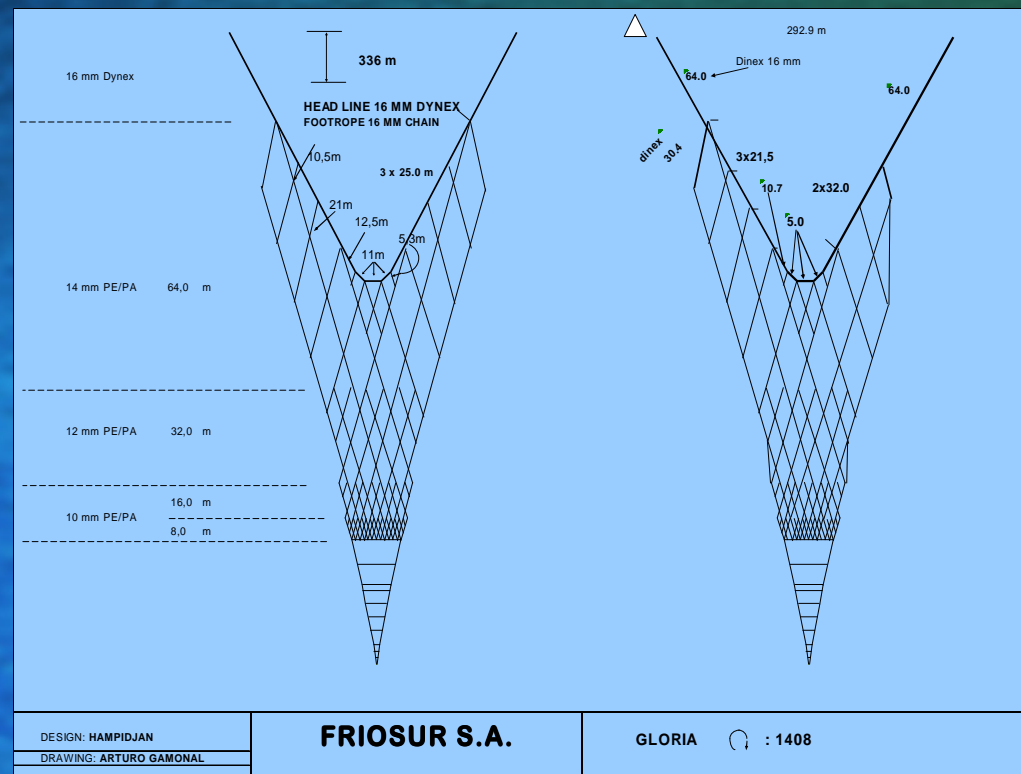
Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitan las zonas de integración superior e inferior, revisando y editando ambas líneas para evitar la turbulencia generada por burbujas en el primer caso y zonas con pérdida de señal o confusión de señales de agregaciones muy cercanas al fondo en el segundo caso

Definición de regiones a integrar, donde se integran positivamente las regiones dentro de cada UBM (Unidad básica de muestreo de 0,5 mn de extensión) La delineación de la región a integrar es de tipo manual y/o automático, encerrando convenientemente en la región el ecotrazo detectado para su posterior integración.



RED DE PESCA

- Red arrastre de mediagua Gloria 1408
- Comercial, de uso normal en la pesquería
- Desarrollo vertical 60-70 m
- Cubrecopo de 50 mm

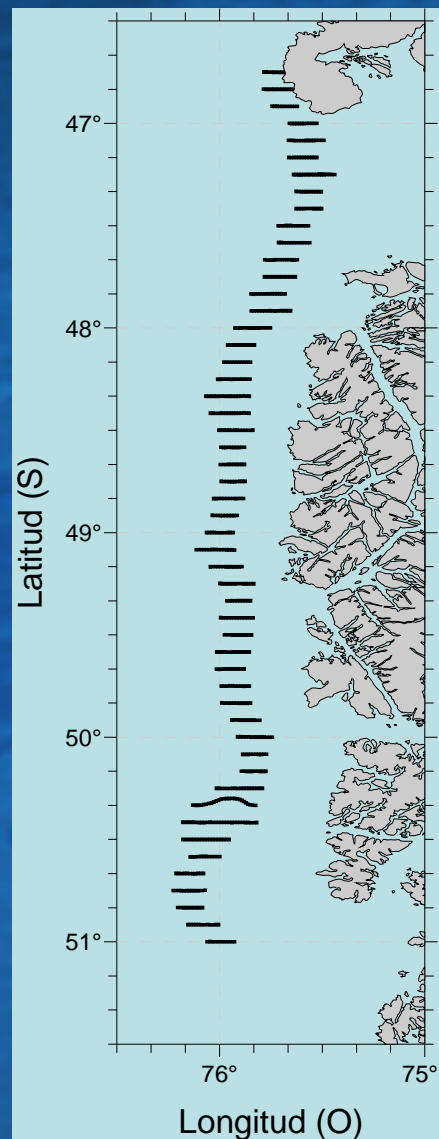




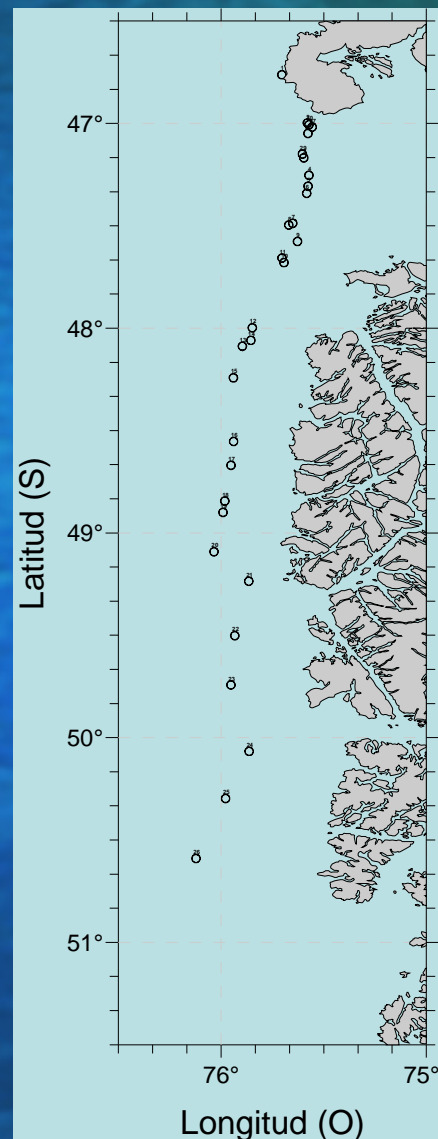
Se realizaron un total de 30 lances de reconocimiento, efectuados lo mas cercano al momento de la detección, a fin de disminuir la variabilidad espacio temporal en la asignación de especies recurrentes al lance.

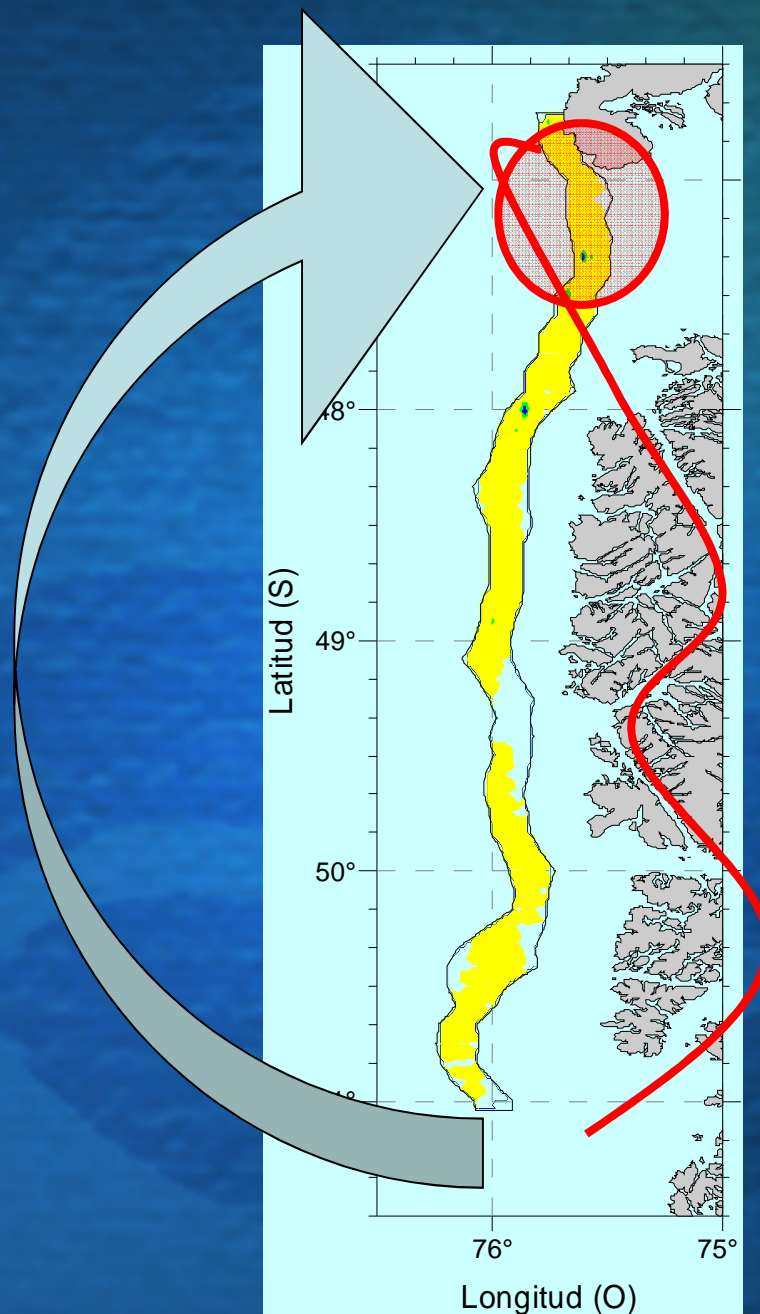


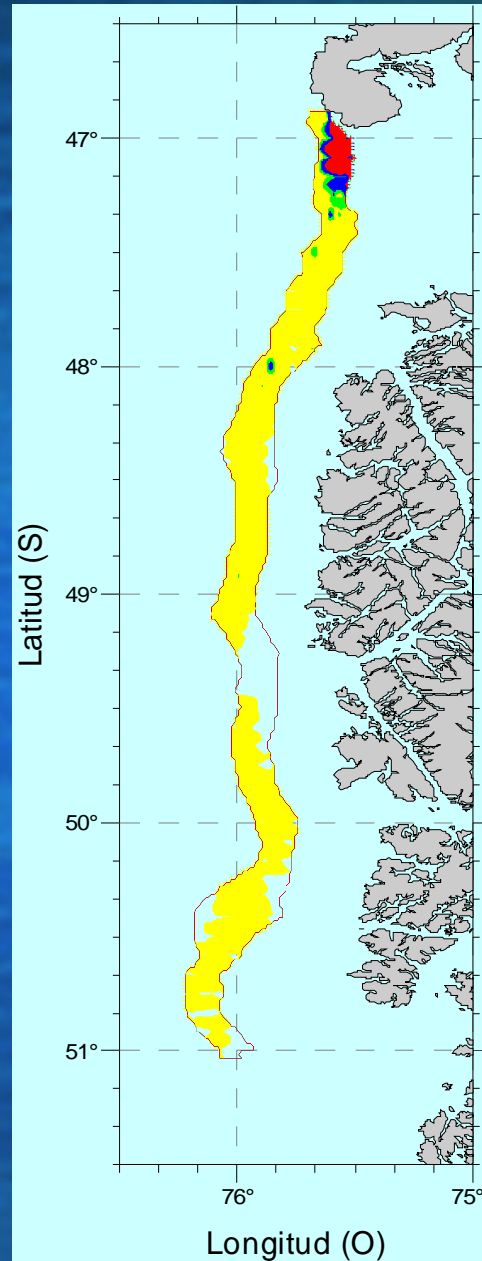
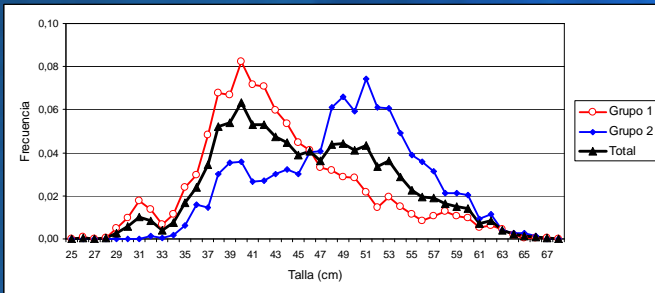
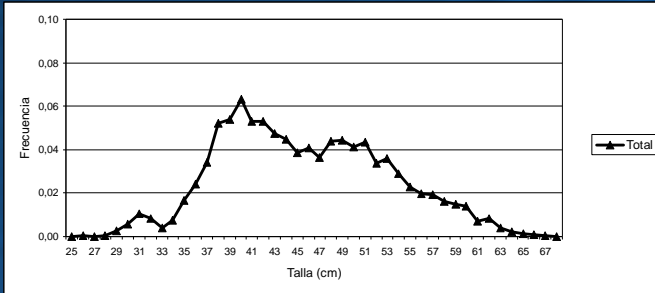
Distribución transectas

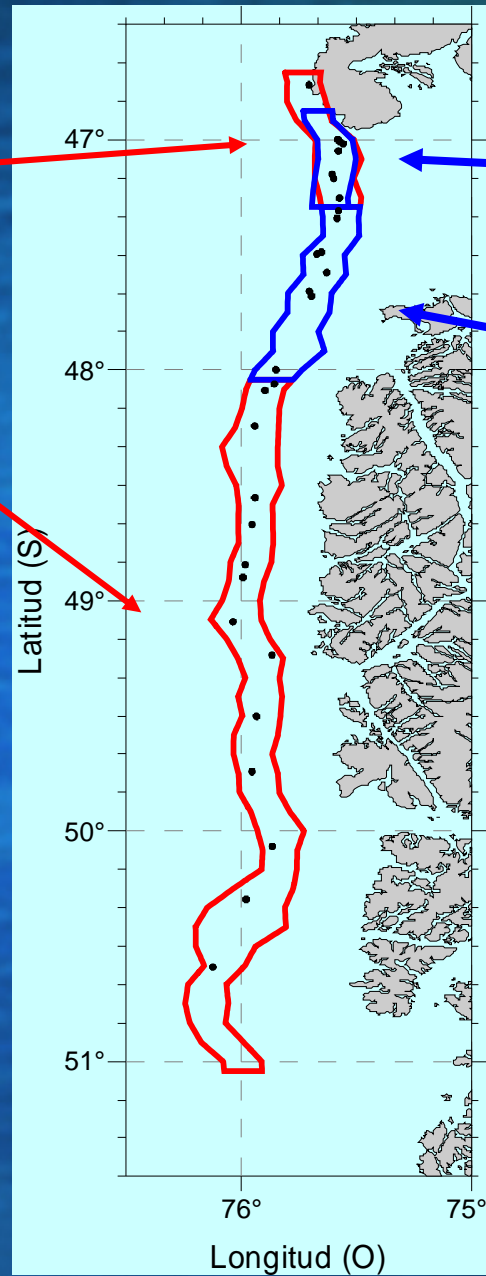
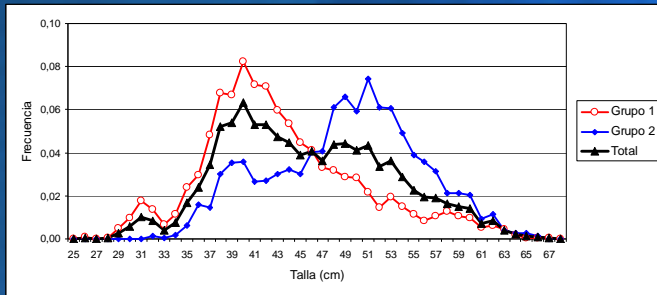
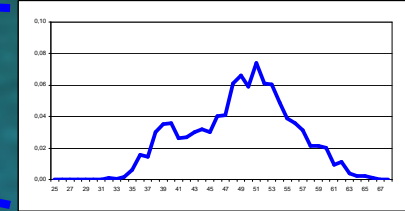
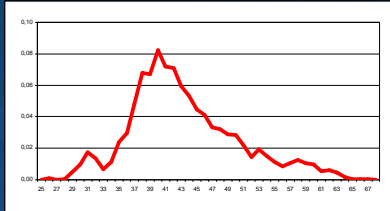


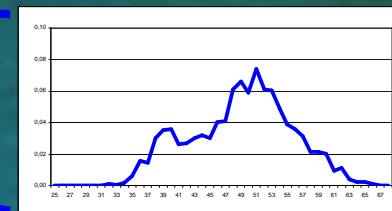
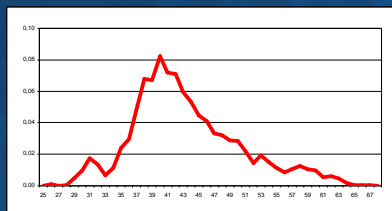
Distribución lances



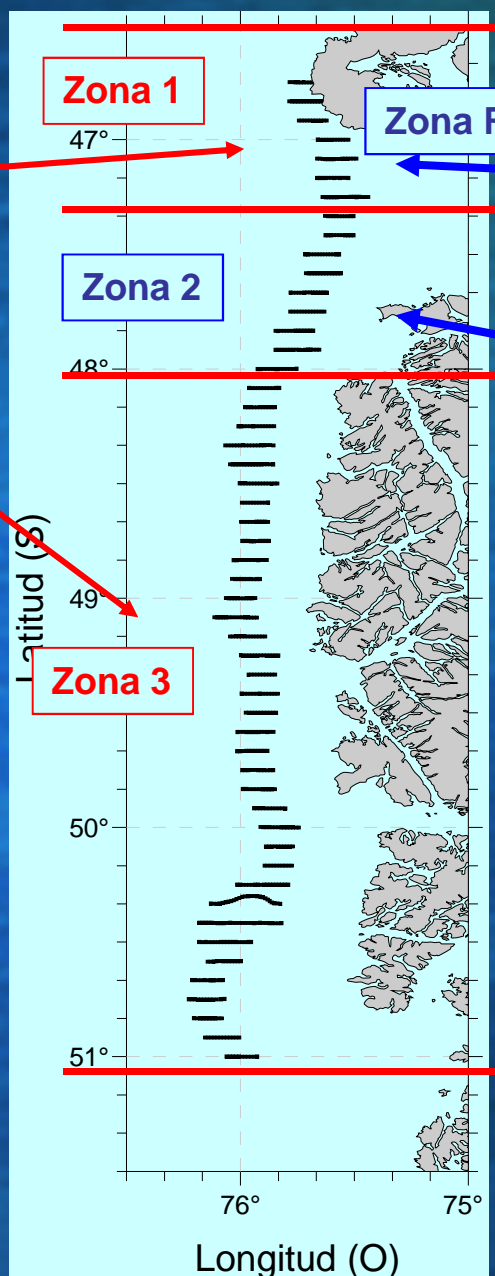








Zona 1: 15-16 agosto, 242 mn²
 Zona 2: 16-19 agosto, 338 mn²
 Zona 3: 19-25 agosto, 1.342 mn²
 Zona R: 27-28 agosto, 148 mn²





Resultados Biomasa y Abundancia por zona y total

	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Zona 1	1.658	0,195	3.603	0,255
Zona 2	6.955	0,083	9.860	0,077
Zona 3	5.651	0,193	12.280	0,258
Zona 1-2-3	14.265	0,089	25.743	0,132
Zona R	82.107	0,194	116.399	0,202
Zona R + Zona 2-3	94.714	0,169	138.539	0,171
Zona R + Zona 3	87.759	0,182	128.679	0,184

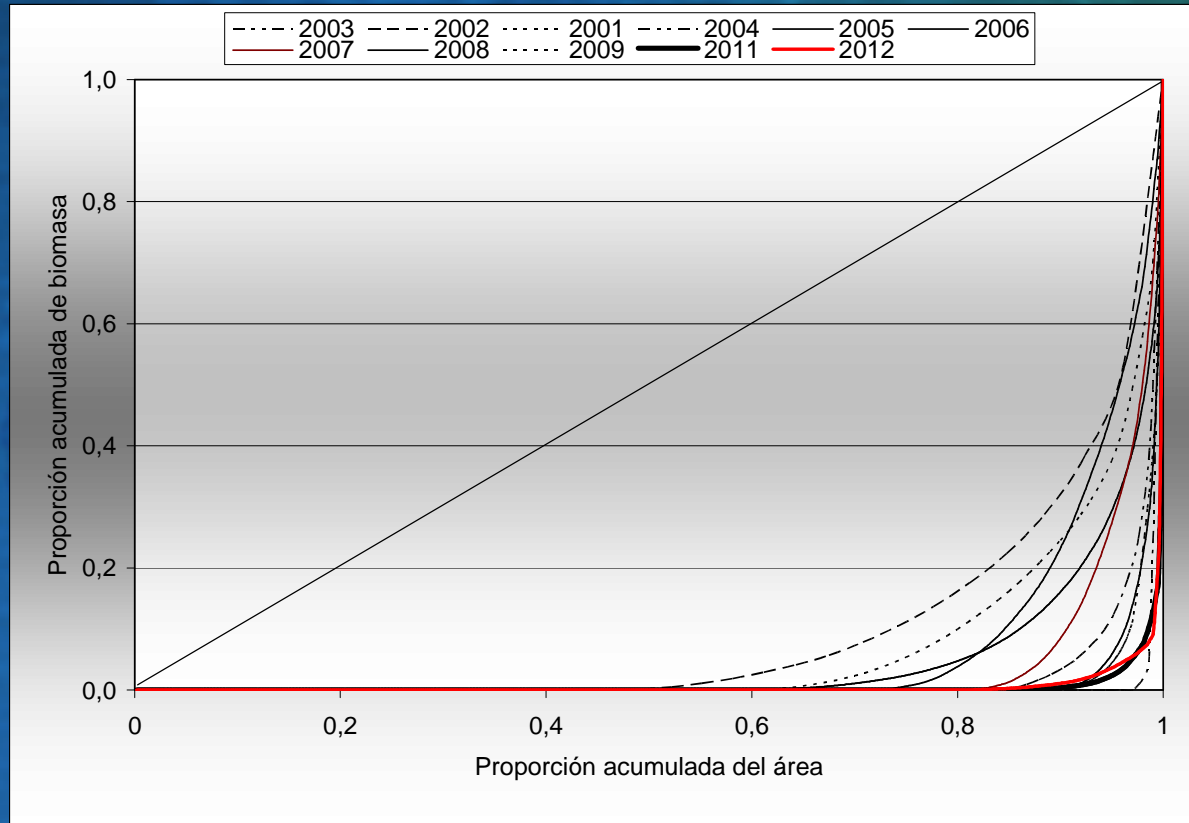


DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

- Se estimó a partir de las densidades locales
- Se estimó el centro de gravedad (CGi) como indicador de la posición media de la distribución del stock de la merluza de tres aletas en el área de estudio y las curvas de Lorenz como indicador de la concentración del recurso.
- Se elaboran cartas de contornos

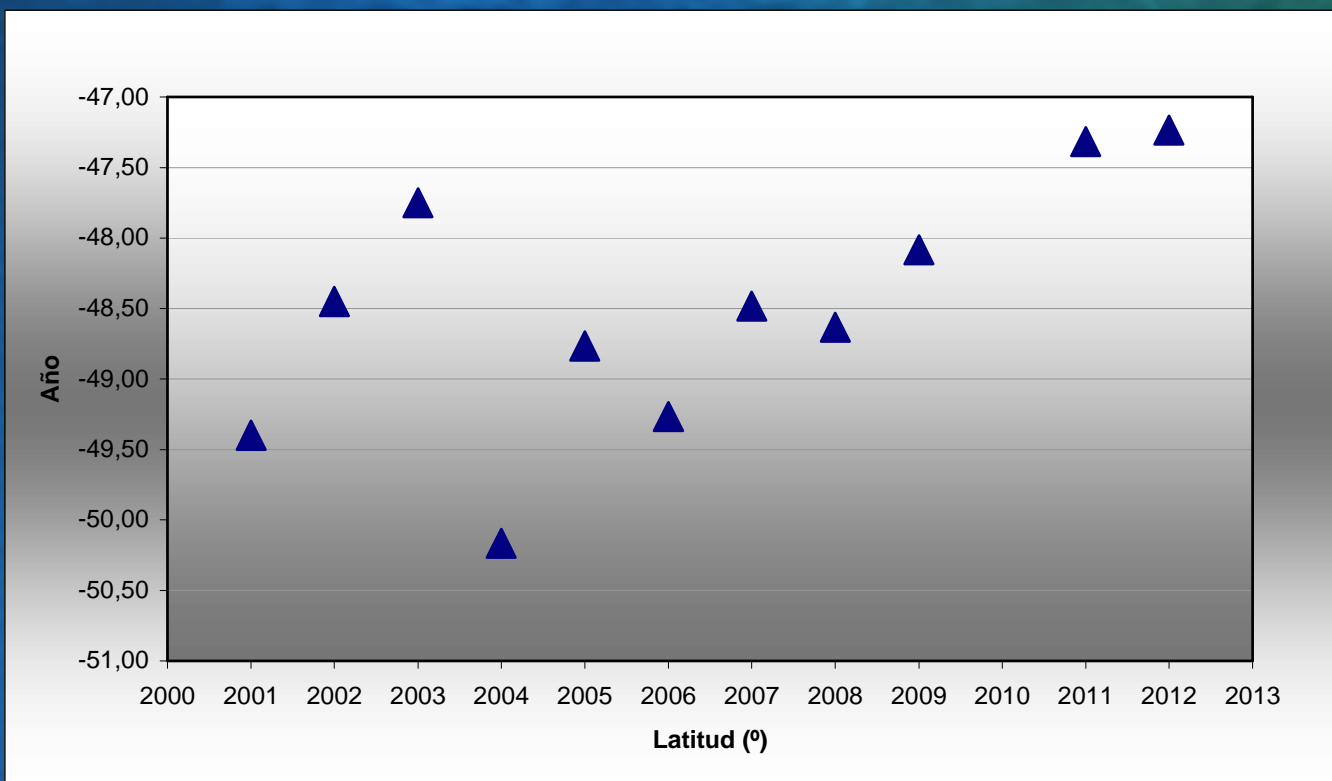


Curvas de Lorenz años 2001-2012





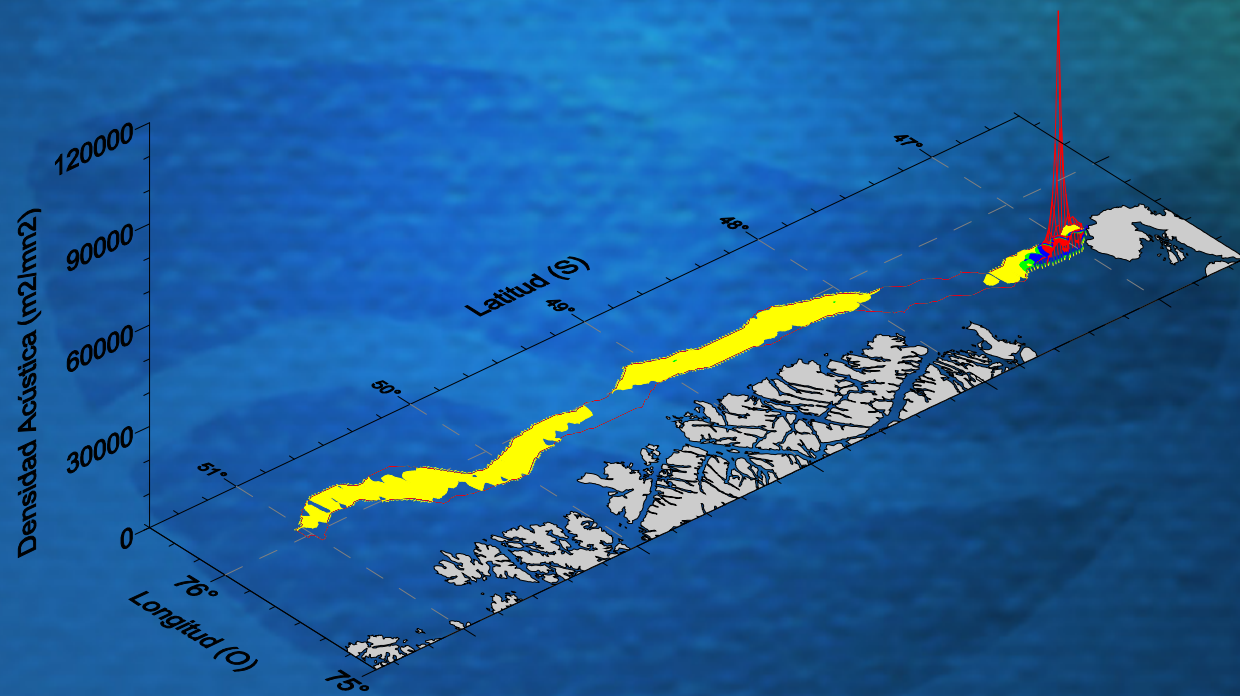
Centros de gravedad años 2001-2012





2012
CG: 47°14'S
15 - 28 agosto

Recurso en importante proceso de desove en zona reinspectada, en el resto de la zona con bajo aporte al desove





RESULTADOS

- La biomasa de merluza de tres aletas fue estimada en: **87.759 toneladas** con un intervalo de confianza $CV=0,18$ que abarca entre **61.403 y 114.113 toneladas**.

- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en **128,7 millones de ejemplares**, con un intervalo de confianza $CV=0,18$ que implica entre **89,5 y 167,8 millones de ejemplares**.

El recurso en promedio se ubicó en los **280 m** con rango entre 170 y 430 m de profundidad.

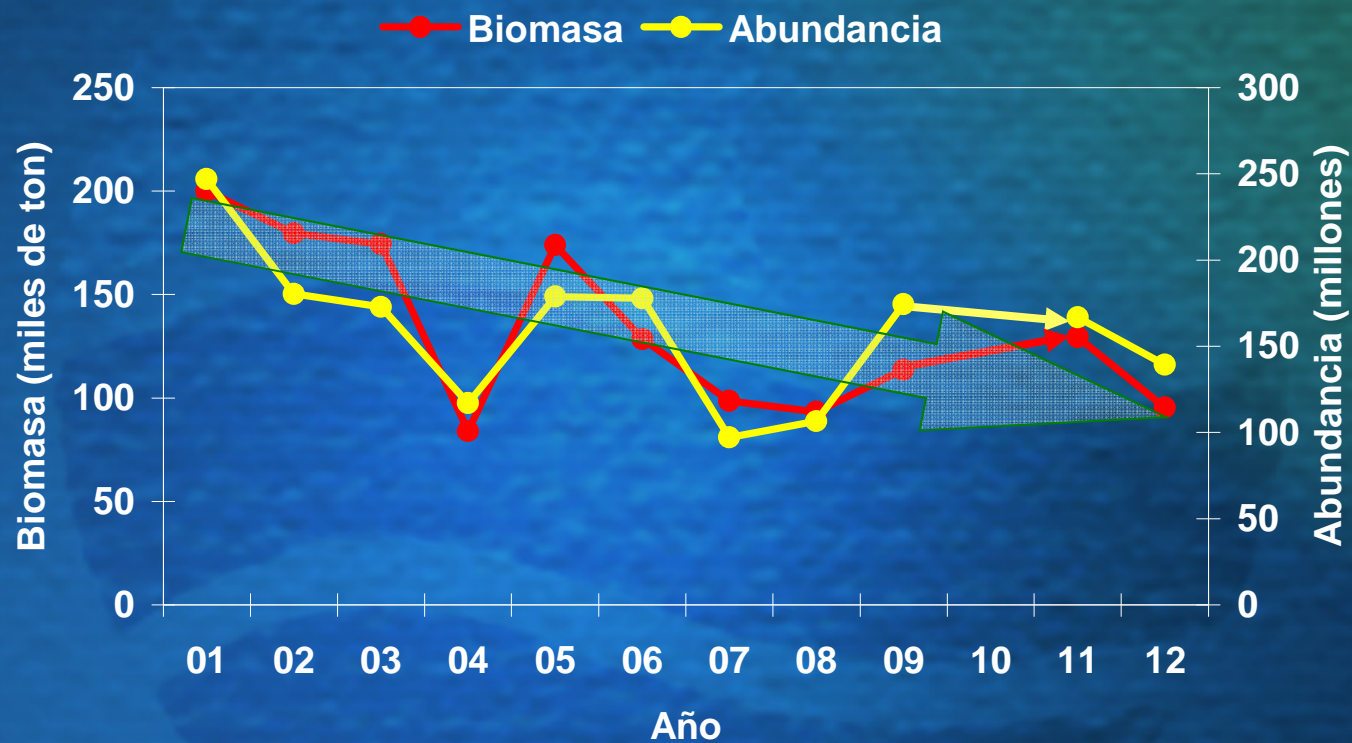


Biomasa y Abundancia años 2001-2012

Año	Biomasa (toneladas)	CV	Abundancia (millones)	CV
2001	199.975	0,22	246,5	0,20
2002	179.600	0,08	180,4	0,06
2003	174.379	0,20	172,9	0,18
2004	83.886	0,20	117,1	0,17
2005	173.876	0,15	178,8	0,06
2006	128.522	0,07	177,8	0,06
2007	98.500	0,12	97,4	0,11
2008	93.463	0,06	106,6	0,05
2009	113.730	0,09	174,2	0,09
2010				
2011	129.427	0,18	166,8	0,16
2012	87.759	0,18	128,7	0,18



Biomasa y Abundancia años 2001-2012





CONCLUSIONES

- Se estimó una Biomasa de 87.759 ton con límites de confianza entre 61.404 y 114.114 ton y una abundancia de 128,7 millones de individuos.
- Respecto al 2011, se observó una disminución del **32%** en la estimación de biomasa y una disminución del **23%** en la estimación de la abundancia, observándose en general una tendencia a la baja en la biomasa en la serie 2001-2012.
- El recurso presentó un desfase de aproximadamente 10 días en la entrada del pulso reproductivo respecto a los años anteriores, situación que obliga a considerar un plan de contingencia en futuras prospecciones.



FIN



Fuentes de incertidumbre y minimización de éstas

- Validez de la relación fuerza de blanco-talla

Uso histórico de la misma relación permite comparar estimados como valores relativos año a año. La relación determinada por Lillo *et al*, 2006 permite establecer nueva base de comparación.

- “Timing” o período en que se realiza el crucero

Antecedentes históricos permiten determinar el mejor período de ejecución del crucero



Fuentes de incertidumbre y minimización de éstas

- **Interpretación de ecograma y asignación de s_A**

La realización de los lances de pesca de identificación al momento de la detección o lo mas cercano a éste sumado a la experiencia del patrón de pesca y del lector de ecogramas garantiza una adecuada asignación.

- **Pérdida de información por “cabeceo” o “roleo” del buque**

El uso de un inclinometro conectado al EK-60 que registra los movimientos de pitch and roll, permite compensar la perdida de señal generada por el movimiento, además la navegación de la transecta en sentido oeste-este permite que el buque vaya generalmente “empopado” disminuyendo el cabeceo y por ende la pérdida de señal acústica.



Fuentes de incertidumbre y minimización de éstas

- **Re-insonificación del recurso**

En base a los antecedentes de zonas de pesca al inicio del crucero, se decide el punto de inicio (norte o sur) a fin de eliminar esta posibilidad.

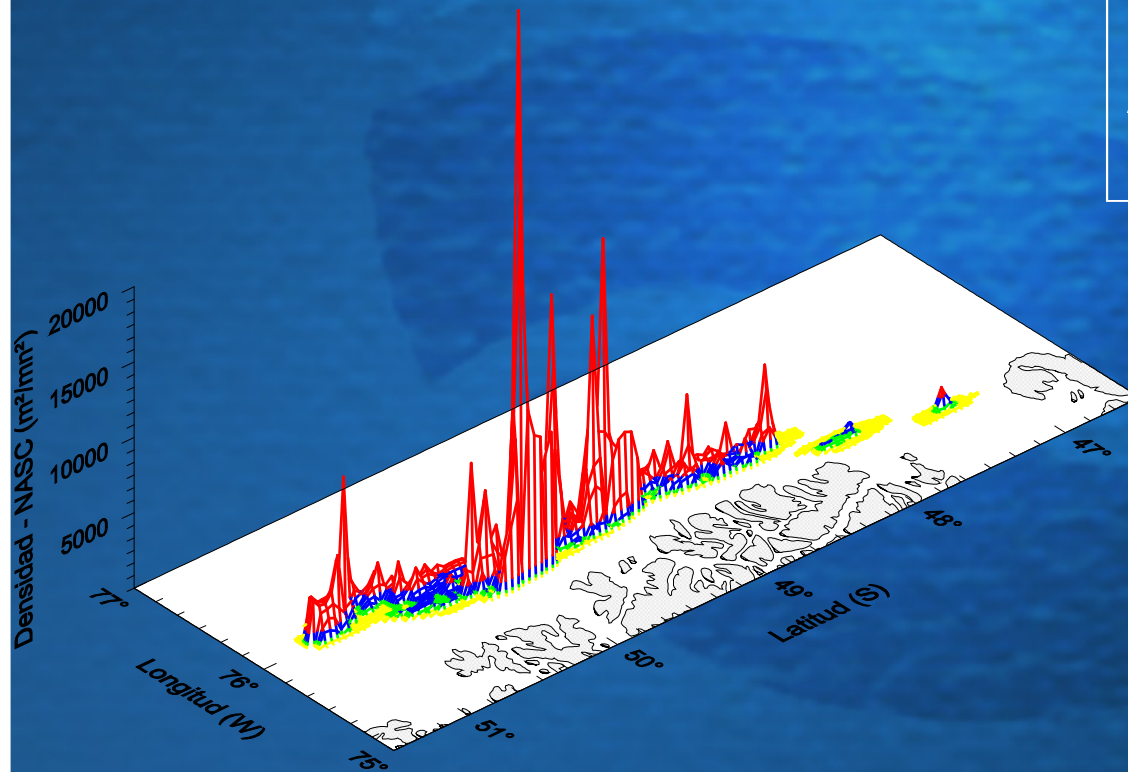


2001
CG: 49°24'S
29 - 8 septiembre

Recurso en desove masivo
 con primeros indicios de
 declinación de actividad

Biomasa: 199.975 ton,
 CV 0,22

Abundancia: 246,5 millones,
 CV 0,20



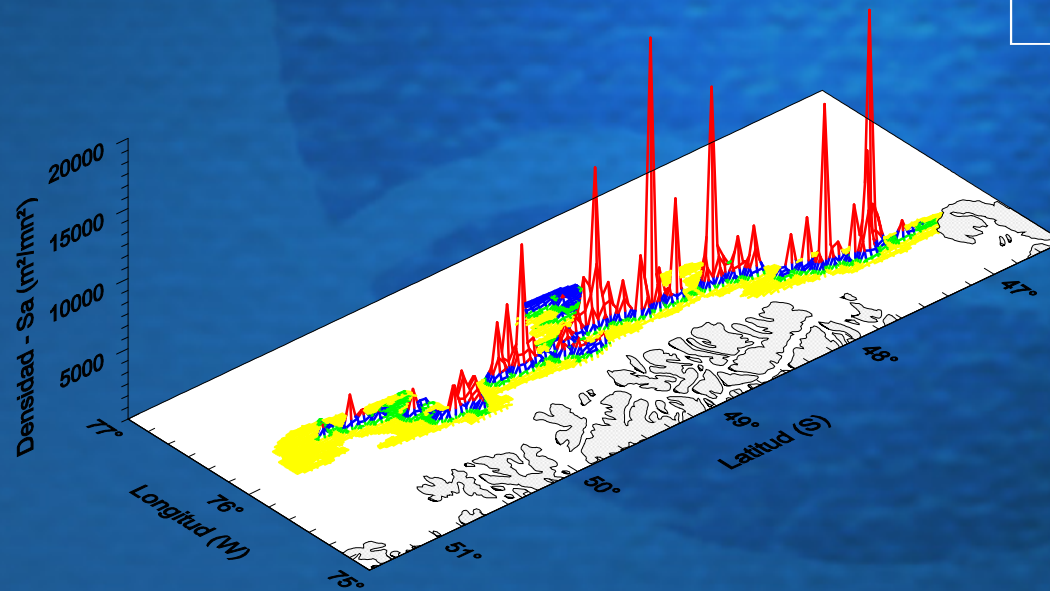


2002
CG: 48°27'S
3 - 17 agosto

Recurso próximo
 a comenzar desove
 masivo

Biomasa: 179.600 ton,
 CV 0,08

Abundancia: 180,4 millones,
 CV 0,06



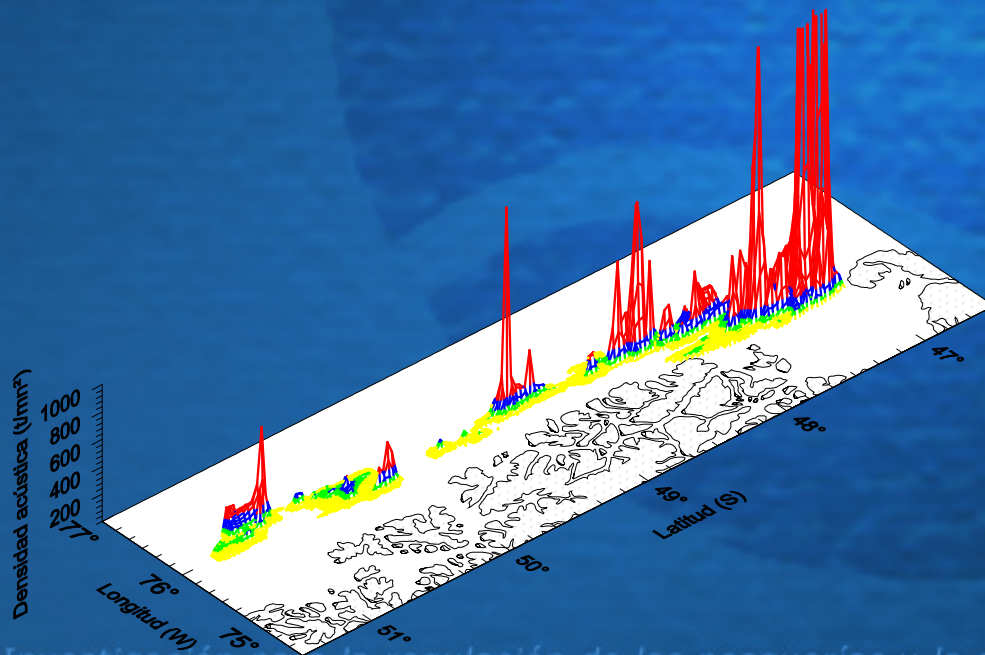


2003
CG: 47°45'S
2 - 15 agosto

Recurso en desove masivo
 Sin indicios de declinación
 de actividad

Biomasa: 174.379 ton,
 CV 0,20

Abundancia: 172,9 millones,
 CV 0,18



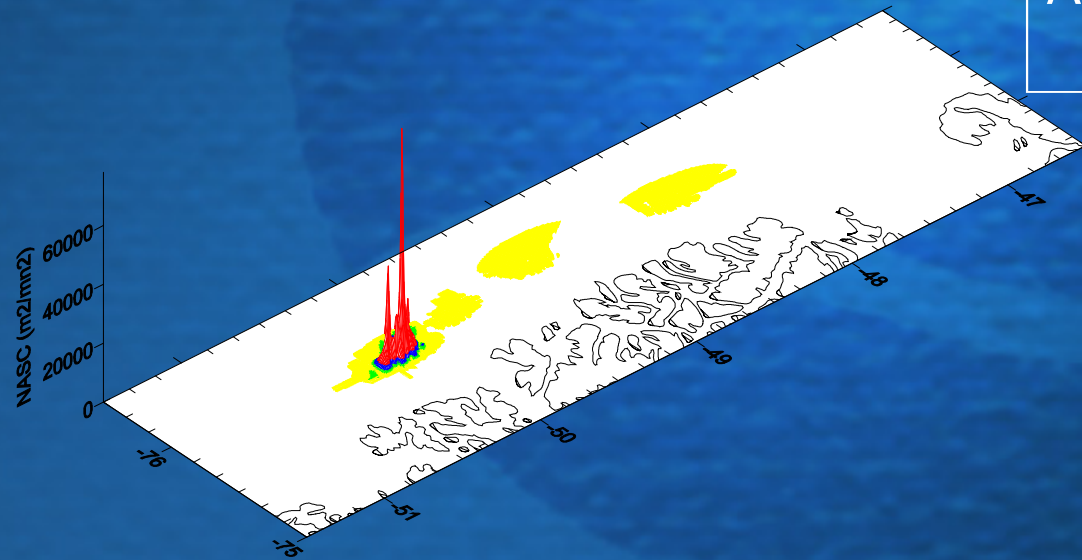


2004
CG: 50°10'S
2 - 14 septiembre

Declinación y finalización
 actividad de desove

Biomasa: 83.886 ton,
 CV 0,20

Abundancia: 117,1 millones,
 CV 0,17



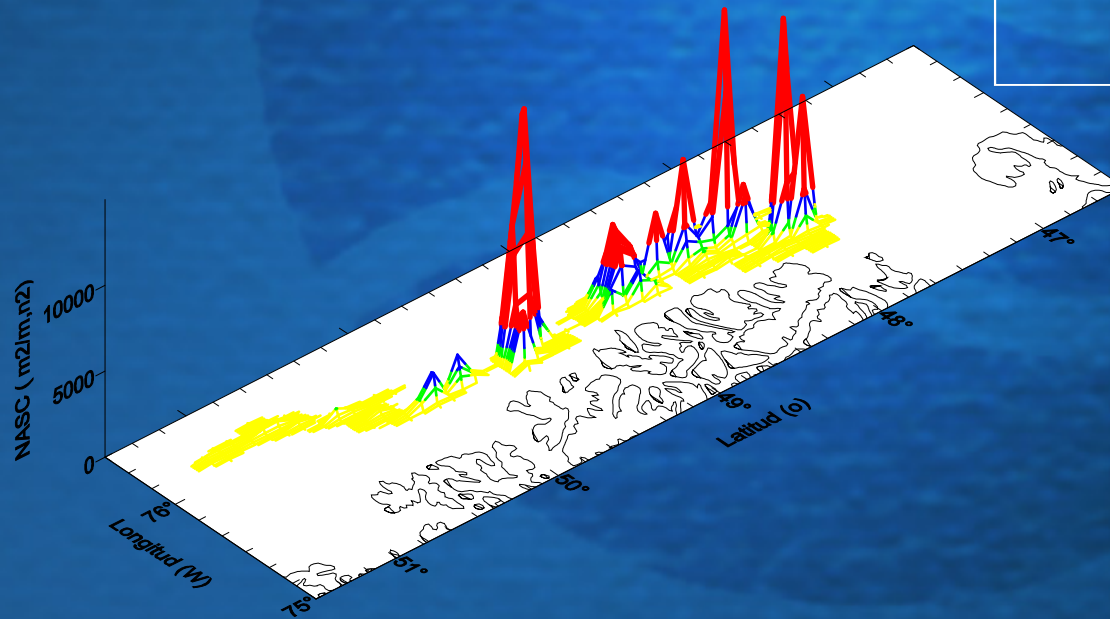


2005
CG: 48°46'S
13 - 22 agosto

Recurso principalmente en estado desovante y en maduración con desove parcial

Biomasa: 173.876 ton,
 CV 0,15

Abundancia: 178,8 millones,
 CV 0,06



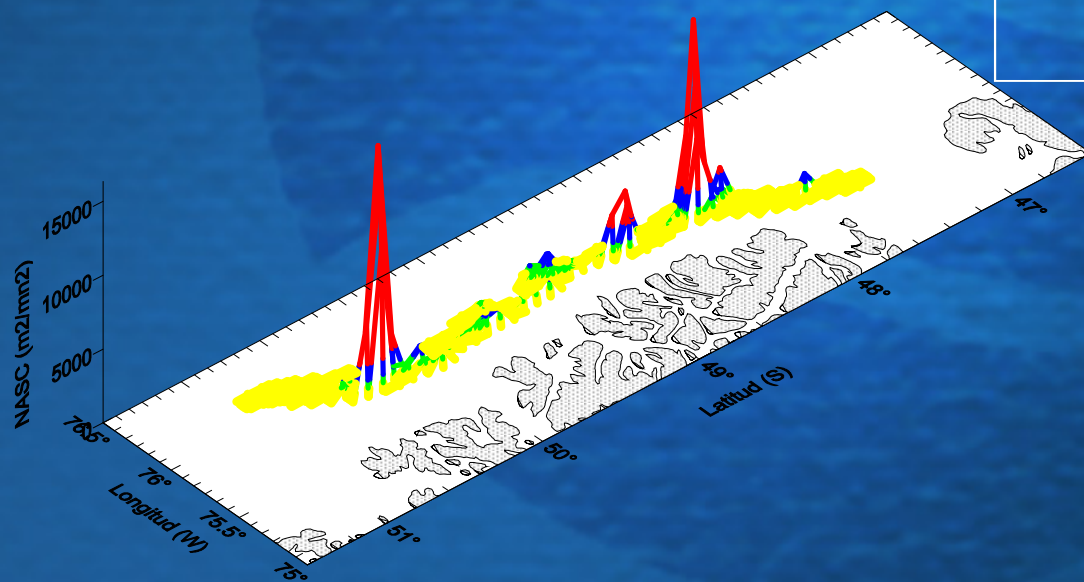


2006
CG: 49°16'S
20 - 27 agosto

Recurso en pleno proceso
 reproductivo con avanzado estado
 de la fase de desove

Biomasa: 128.522 ton,
 CV 0,07

Abundancia: 177,8 millones,
 CV 0,06



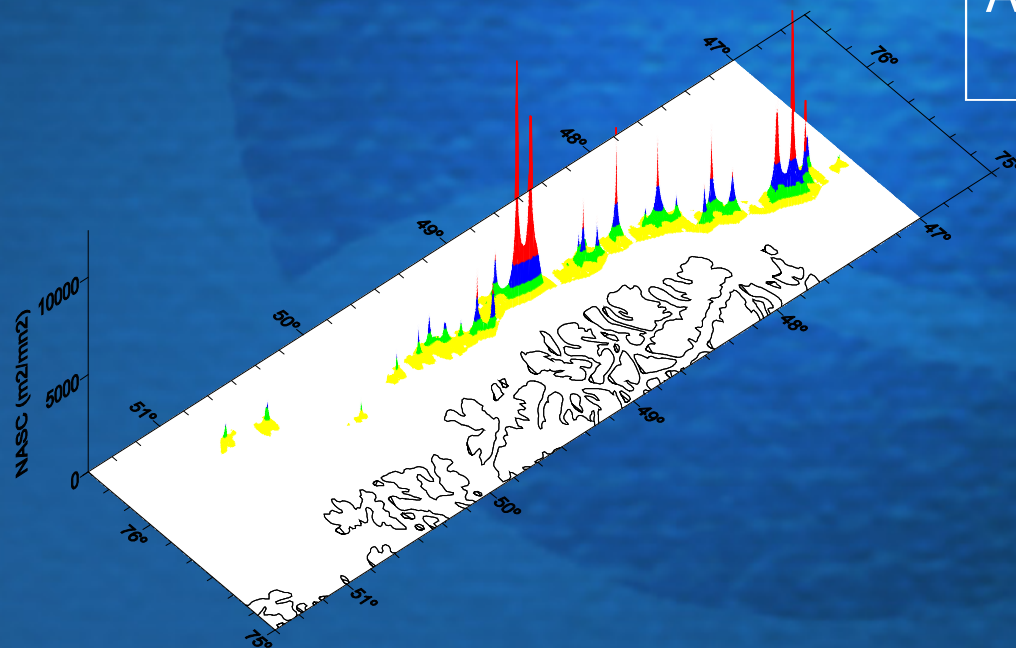


2007
CG: 48°29'S
20 - 26 agosto

Recurso con actividad reproductiva
 en pleno desarrollo

Biomasa: 98.500 ton,
 CV 0,12

Abundancia: 97,4 millones,
 CV 0,11



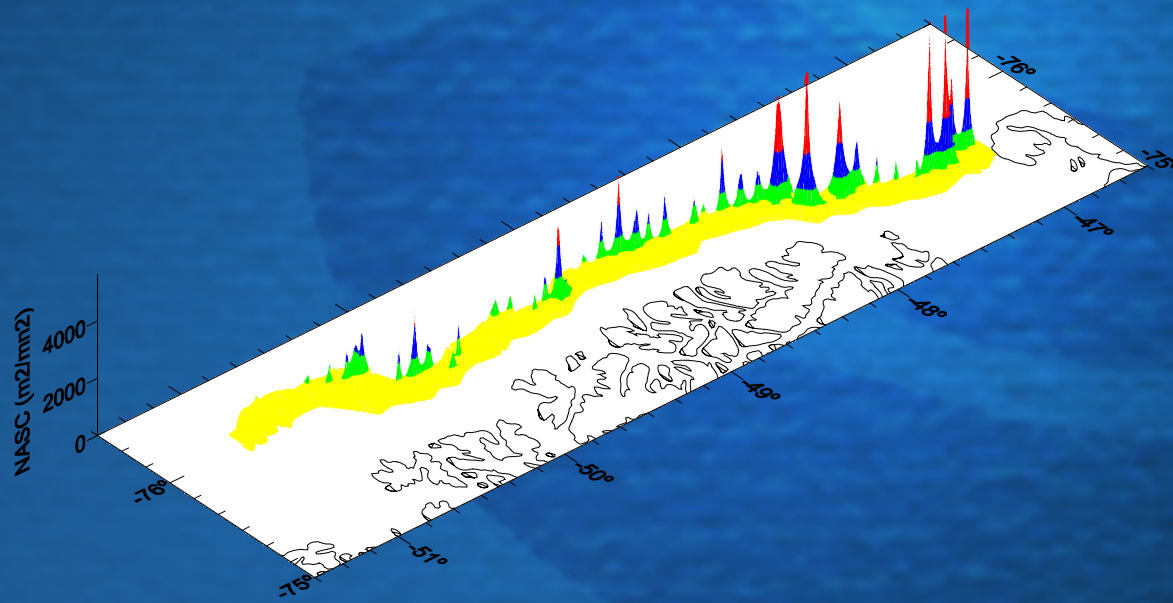


2008
CG: 48°38'S
15 - 28 agosto

Actividad reproductiva en desarrollo

Biomasa: 93.463 ton,
 CV 0,06

Abundancia: 106,6 millones,
 CV 0,05

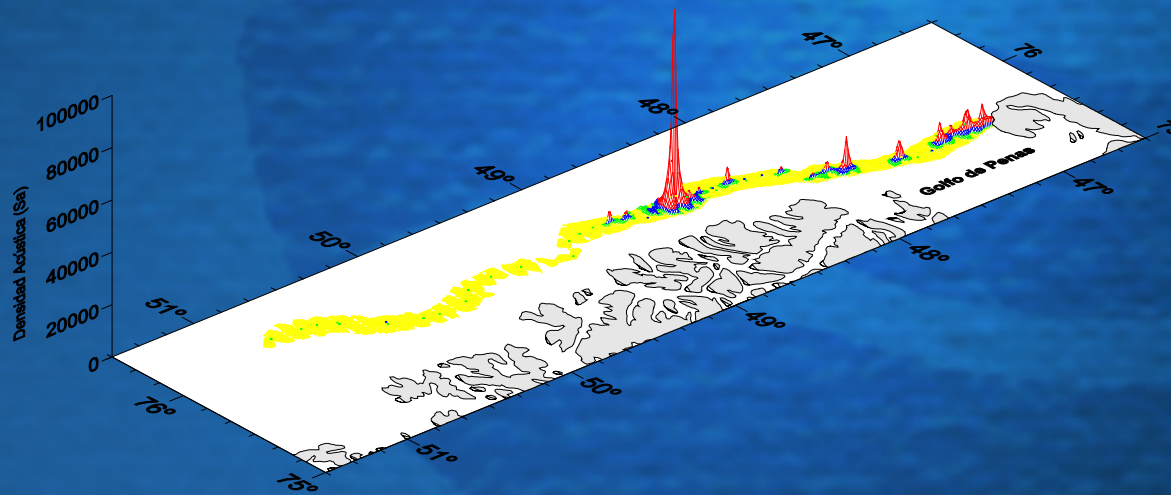




2009
CG: 48°05'S
18 - 29 agosto

Recurso con actividad reproductiva
 en desarrollo, próximo a iniciar
 desove masivo

Biomasa:	113.730 ton, CV 0,09
Abundancia:	174,2 millones, CV 0,09

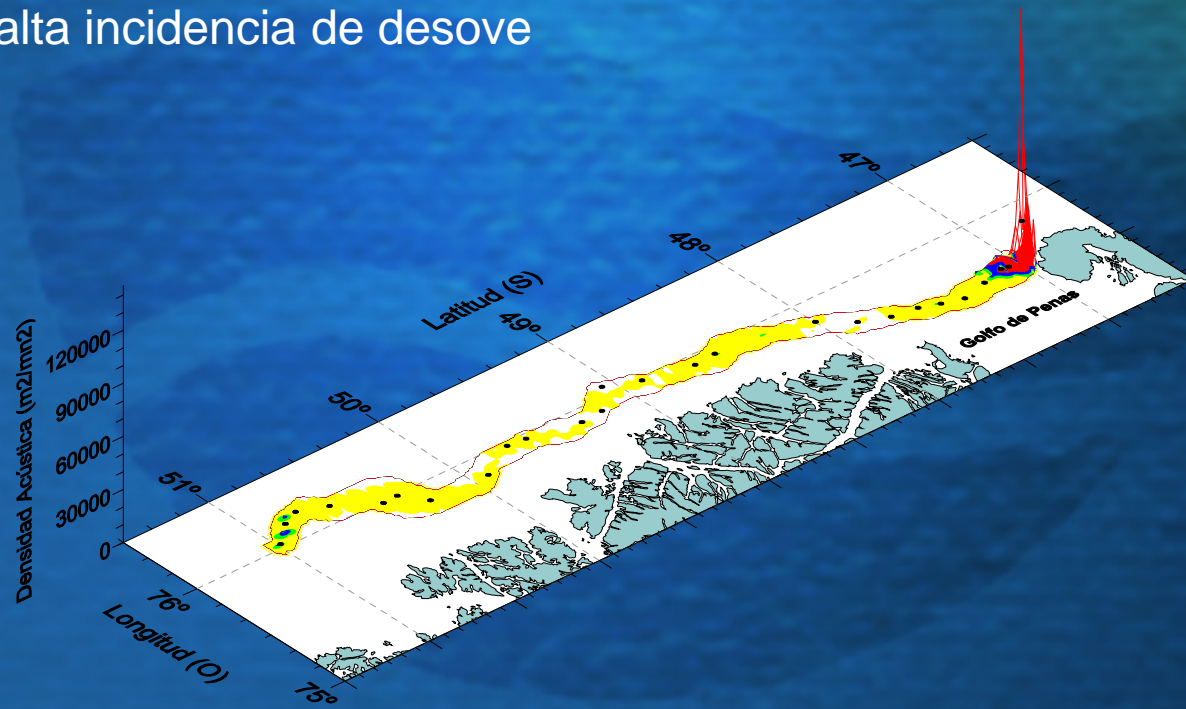




RESULTADOS

2011
CG: 47°19'S
15 - 28 agosto

Recurso en proceso reproductivo,
 madurez avanzada y
 alta incidencia de desove



**Objetivo 2a:
Edad merluza de tres aletas 2012**

**PROYECTO FIP 2012-08
EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL STOCK
DESOVANTE DE MERLUZA DE TRES ALETAS EN LA ZONA SUR
AUSTRAL, AÑO 2012.**

**EDAD MERLUZA DE TRES ALETAS
(*Micromesistius australis*)**

Sección Edad y Crecimiento

**Vilma Ojeda C.
María Miranda P.
Lizandro Muñoz R.**

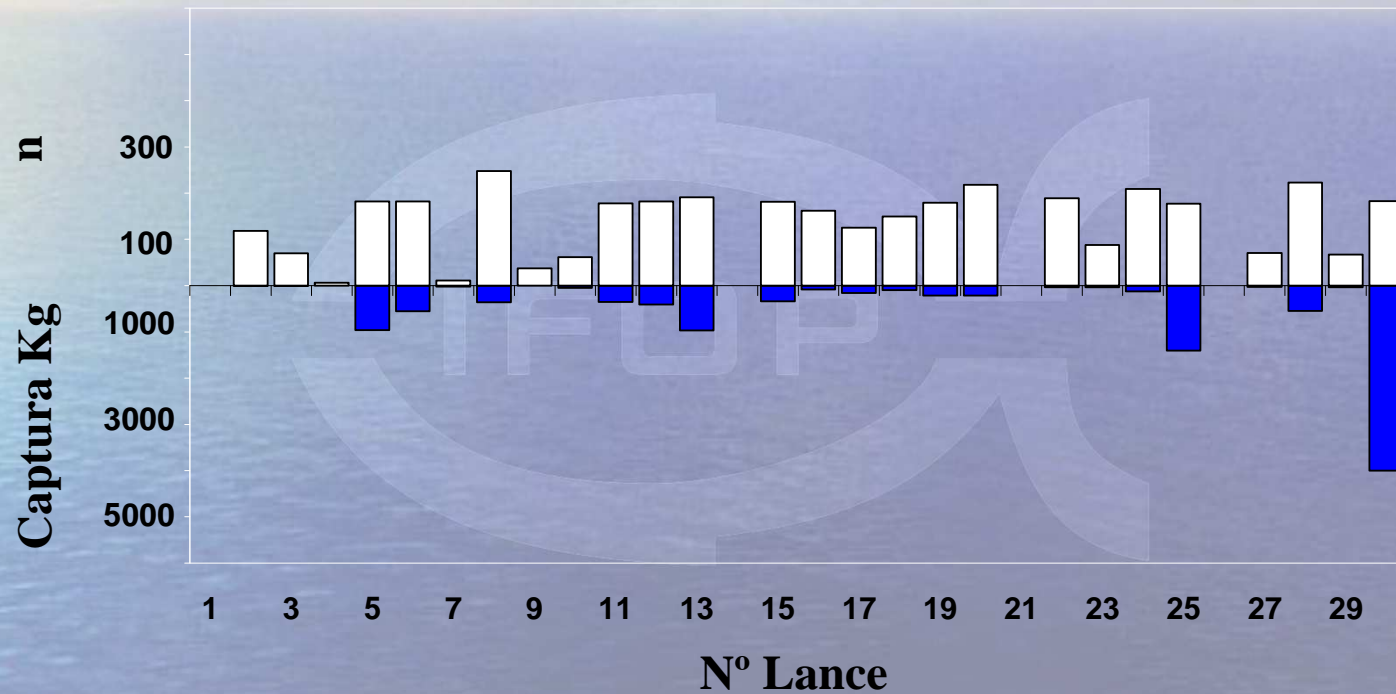
Sección Estadística

**Zaida Young U.
Juan Saavedra N.**

Departamento Especialidades Técnicas
División Investigación Pesquera
IFOP

Abril 2013

Captura y muestreo de longitudes (n) por lance de pesca



- N muestreado
- Captura

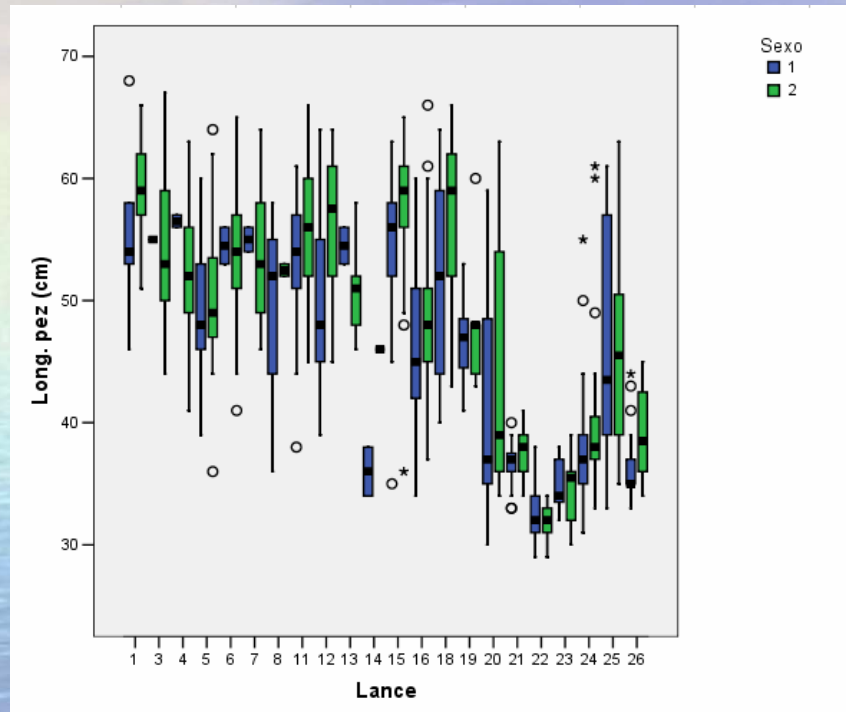
Número en Muestreo Longitud y Muestreo específico

Muestras Colectadas				
Año	Muestreo Longitudes	Muestreo Biológico (otolitos)		
	Ambos	Machos	Hembras	Ambos
2.001	7.022	585	664	1.249
2.002	13.487	622	631	1.253
2.003	1.393	221	228	449
2.004	1.637	404	265	669
2.005	3.917	695	802	1.497
2.006	3.681	465	769	1.234
2.007	1.324	313	349	662
2.008	1.810	826	747	1.573
2.009	3.064	1.151	632	1.783
2.011	2.544	520	1.139	1.659
2.012	3.874	1.261	842	2.103

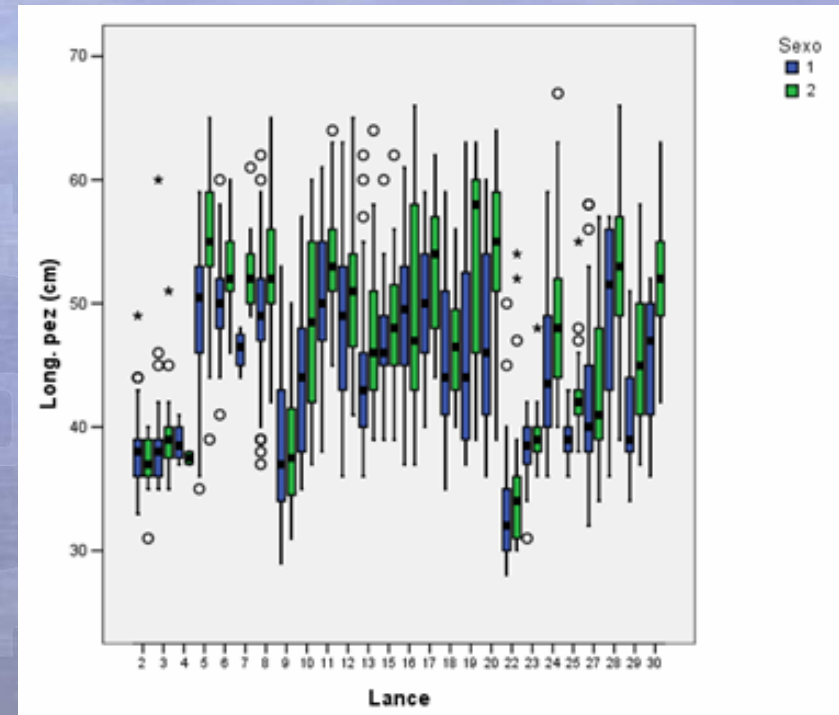
Muestreo Biológico

2011

2012



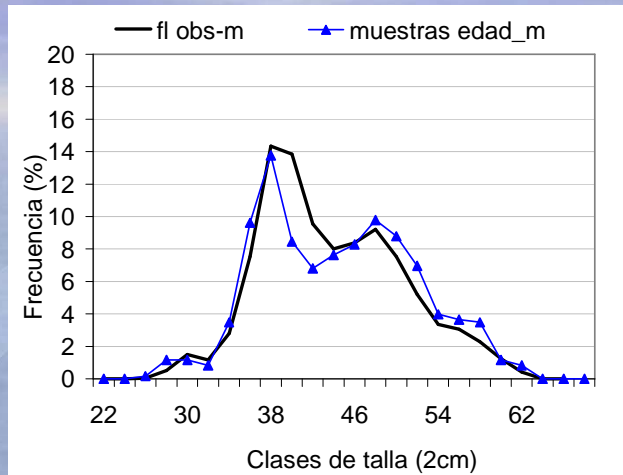
Rango 29 – 68 cm
 Me machos: 48 cm
 Me hembras: 53 cm



Rango 28 – 67 cm
 Me machos: 45 cm
 Me hembras: 50 cm

Distribuciones de frecuencia de tallas

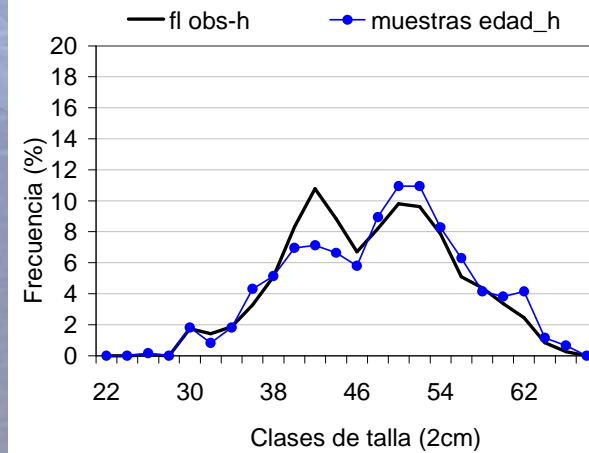
Machos



Moda ppal: 38-40 cm

Moda sec: 48 cm

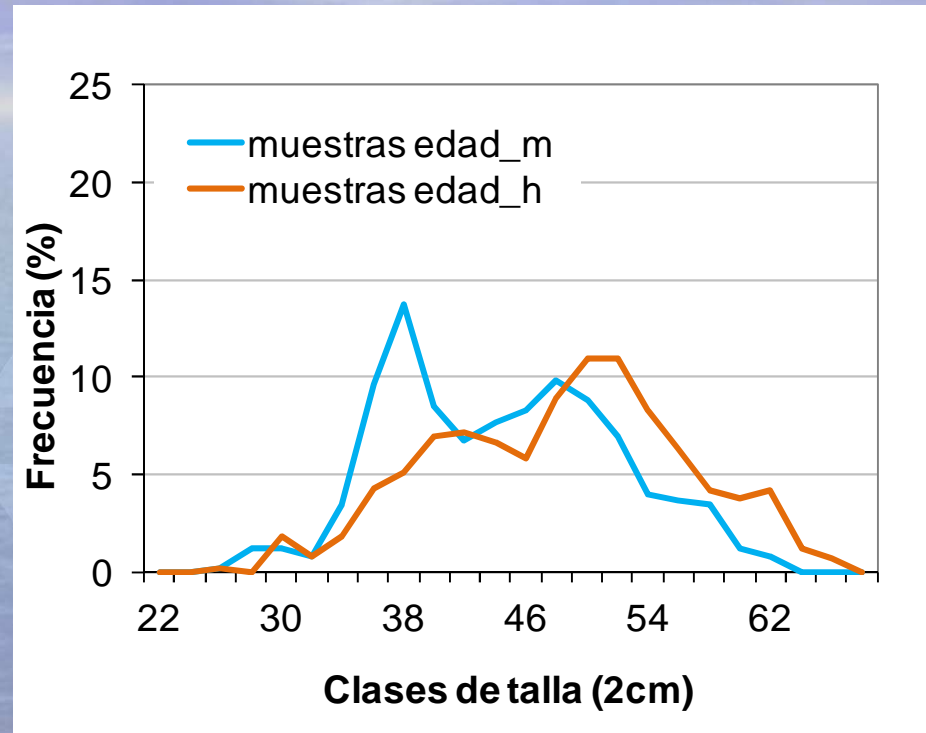
Hembras



Moda ppal: 40 cm

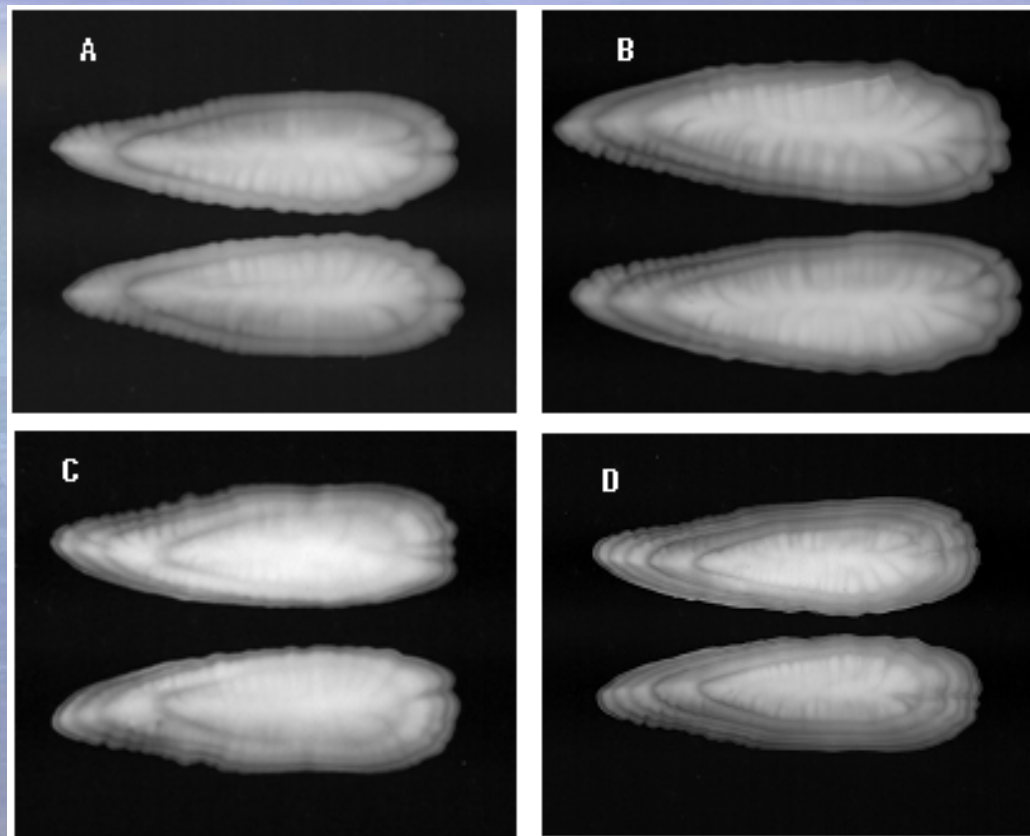
Moda sec: 50-52 cm

Muestras en que se realizó el estudio de Edad

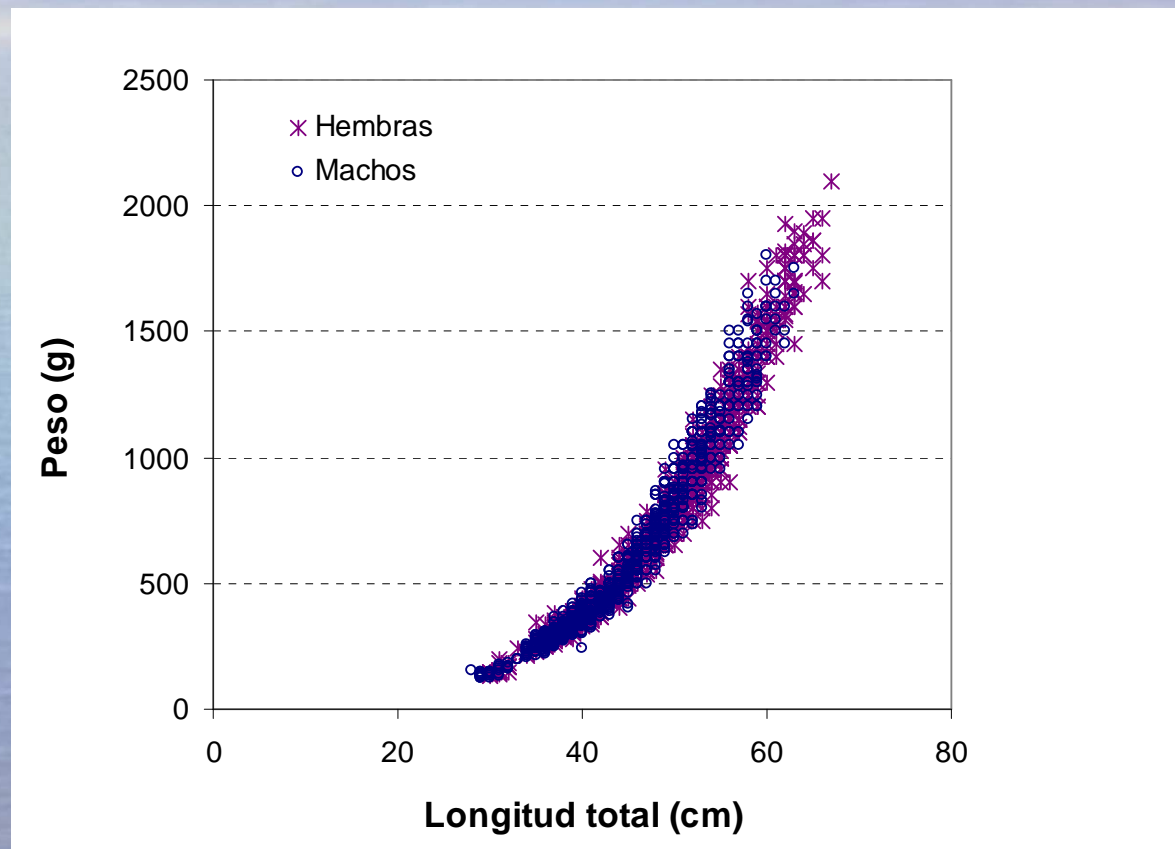


- Otolitos de Merluza de tres aletas

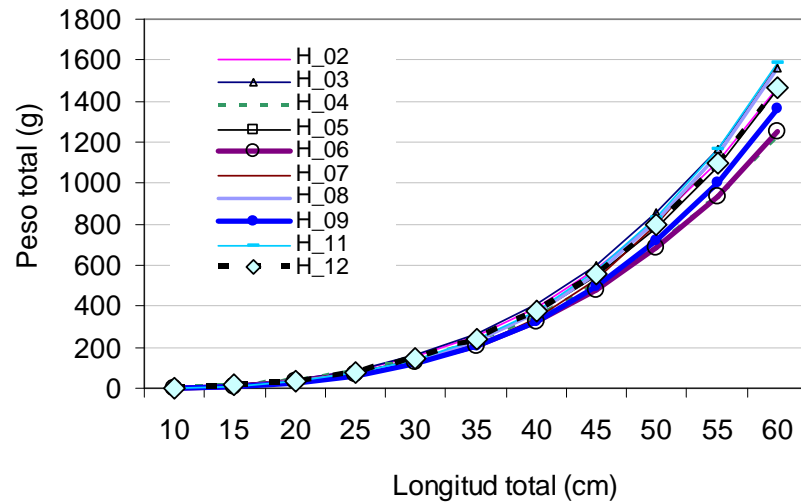
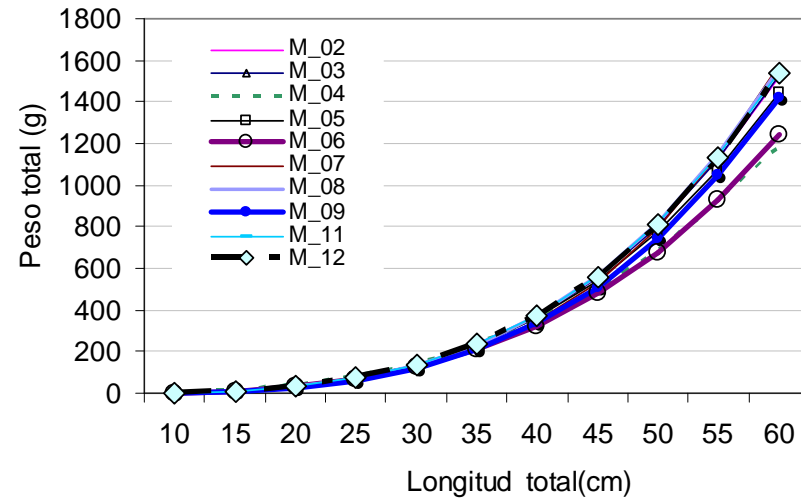
Imagen	Lpez (cm)	LO (mm)	E
A	31	12,3	2
B	35	14,0	3
C	41	14,4	4
D	42	15,6	5



Peso-longitud_dispersión de variables-2012



W-L
(2002- 2012)

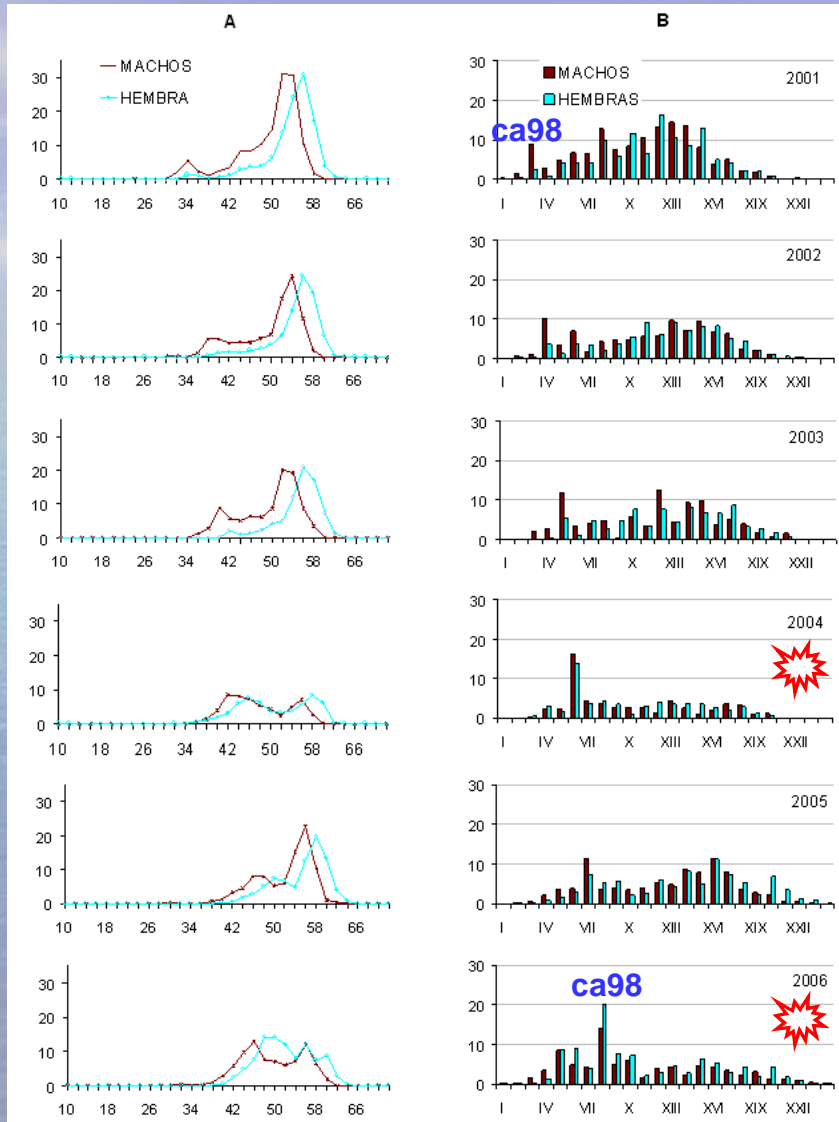


Estructura del stock desovante

A: Estructura - tallas

B: Estructura edades

ABUNDANCIA (x10⁶)



2001

2002

2003

2004

2005

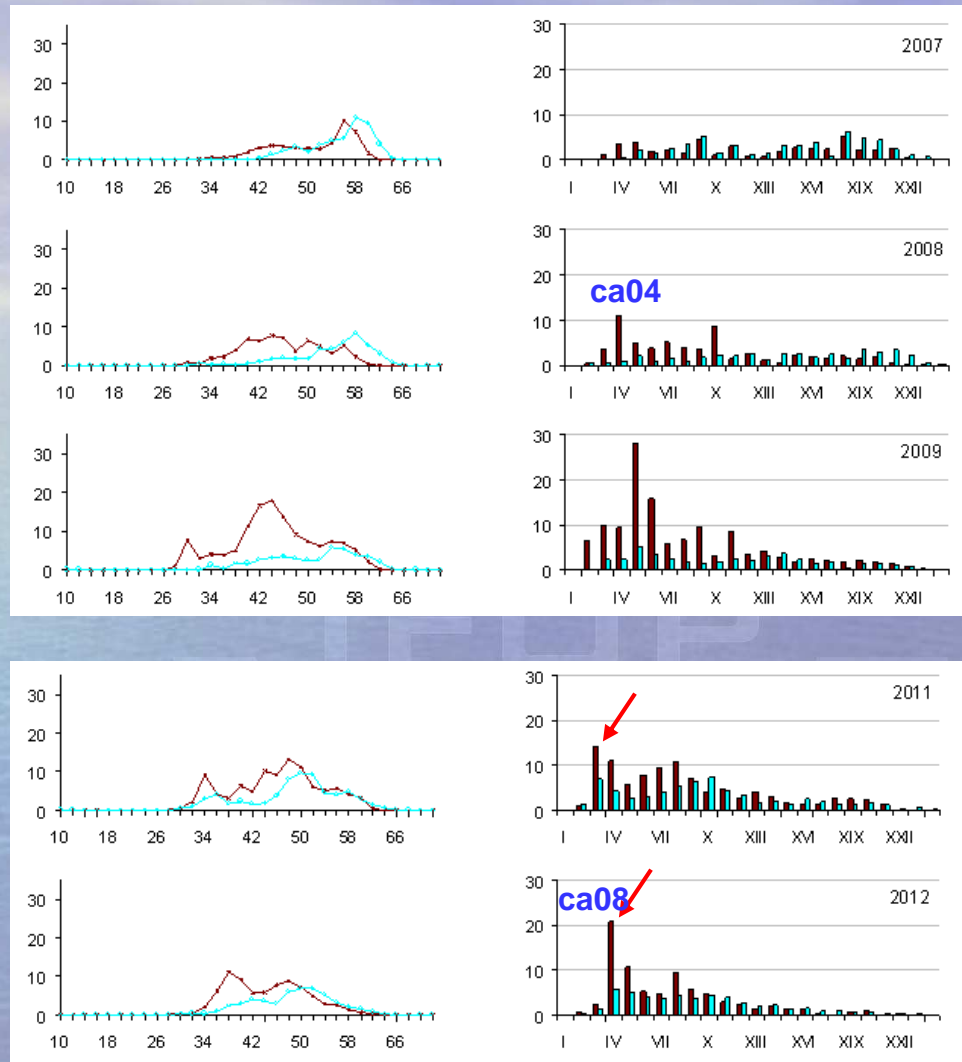
2006

GE VIII
M: 47 cm
H: 50 cm

INT. DE TALLA (2cm)

GE

ABUNDANCIA (x10⁶)



2007

2008

2009

2011

2012

Moda ppal. Machos y hembras

GE IV 39- 40 cm

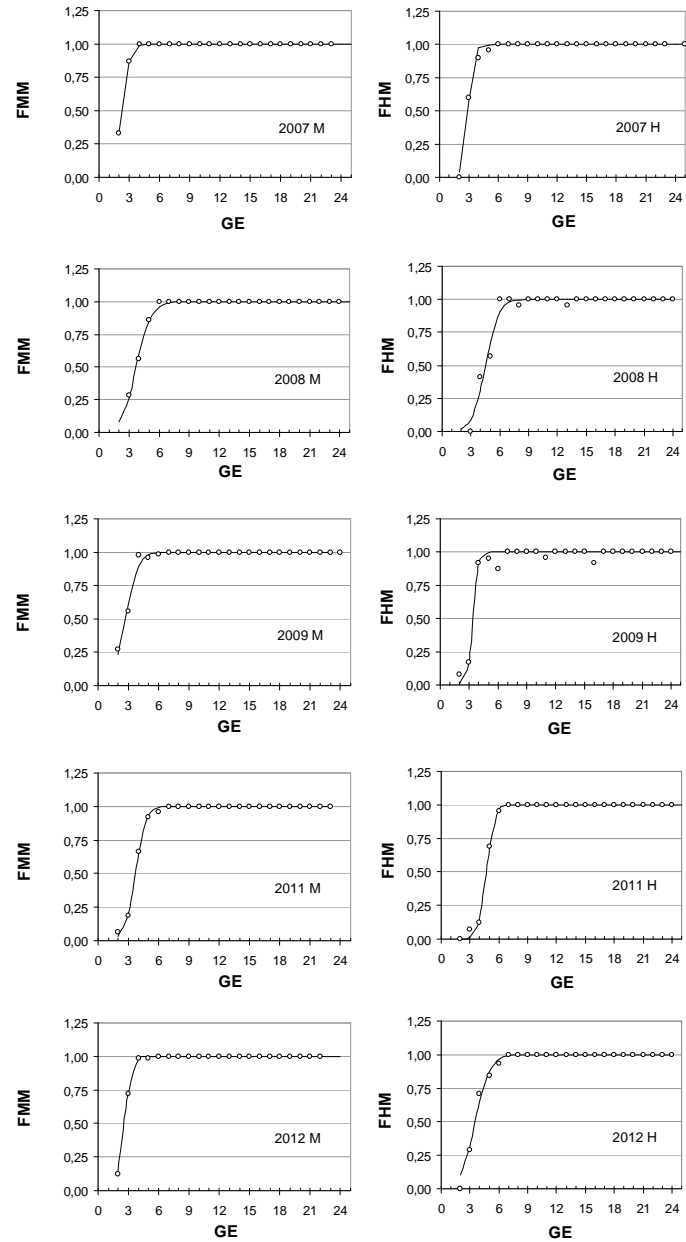
Moda sec. Machos
GE VIII 48 cm

Moda sec. Hembras
GE VIII y X 49 – 52 cm

INT. DE TALLA (2cm)

GE

Fracción de merluza
de tres aletas
maduros, según
grupos de edad.
Cruceros de
evaluación años
2007 - 2012



2007 FMM_{50%} :GE 2,3

FHM_{50%} :GE 2,9

2008 FMM_{50%} :GE 3,7

FHM_{50%} :GE 4,5

2009 FMM_{50%} :GE 2,7

FHM_{50%} :GE 3,4

2011 FMM_{50%} :GE 3,7

FHM_{50%} :GE 4,7

2012 FMM_{50%} :GE 2,6

FHM_{50%} :GE 3,6

Concordancia Estado Madurez: Macroscópico - Microscópico

2007						2008					
EMMi						EMMi					
		Mad	Inmad	Total	%			Mad	Inmad	Total	%
EMMa	Mad	97	0	97	85,1	EMMa	Mad	751	1	752	97,8
	Inmad	1	16	17	14,9		Inmad	3	14	17	2,2
Total		98	16	114		Total		754	15	769	
%		86,0	14,0			%		98,0	2,0		
Total analizado (nº) :				114		Total analizado (nº) :				769	
Concordancia (nº) :				113		Concordancia (nº) :				765	
Concordancia (%) :				99,1		Concordancia (%) :				99,5	

2009						2011					
EMMi						EMMi					
		Mad	Inmad	Total	%			Mad	Inmad	Total	%
EMMa	Mad	553	0	553	91,0	EMMa	Mad	1002	0	1002	92,2
	Inmad	17	38	55	9,0		Inmad	40	45	85	7,8
Total		570	38	608		Total		1042	45	1087	
%		93,8	6,3			%		95,9	4,1		
Total analizado (nº) :				608		Total analizado (nº) :				1087	
Concordancia (nº) :				591		Concordancia (nº) :				1047	
Concordancia (%) :				97,2		Concordancia (%) :				96,3	

Conclusiones

- La abundancia del stock de merluza tres aletas estimada en 129 millones de ejemplares, estuvo compuesta de 78,0 (61%) millones de machos y 51 (39%) millones de hembras.
- Merluza de tres aletas presenta una estructura por grupos de edad compuesta de numerosas edades que se presentan con diferente fuerza cada año.
- En el 2012, se registraron peces desde 2 hasta 24 años.
- En la serie histórica, los grupos modales se han acentuado hacia edades menores, correspondientes a adultos más jóvenes de lo que se presentaba hace una década atrás, lo que deja en evidencia un stock desovante deteriorado.
- Los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock y que conforman sobre el 70% del stock, correspondieron en machos a los GEIV a X y en hembras a los grupos entre GE IV a XII (9 clases anuales).

- La clasificación macroscópica de las gónadas, en nivel **maduras e inmaduras**, tiene **alta correlación** con la madurez estimada en forma microscópica (estudio histológico).
- En base a **clasificación macroscópica de la madurez** de las gónadas, los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a edad **2,6** en machos y **3,6** en hembras (equivalente a 33,5 cm y 38,1 cm data crucero).
- La abundancia estuvo compuesta por un **99%** de peces maduros en el caso de machos y en **96 %** de ejemplares maduros en caso de hembras.

GRACIAS



Objetivo 2b:
Presentación estructura de talla merluza de tres aletas 2012

Composición de talla del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, 2012

Autores

Renato Céspedes M. y Luis Adasme M.

METODOLOGIA

La estimación de la estructura de tallas y la proporción sexual de merluza de tres aletas se basa:

**Capturas de los lances de pesca de identificación de ecotrazos.
Muestreos de biológicos (al azar).**

Registro de los datos del lance de pesca y los datos biológicos (talla, sexo, extracción de otolitos, entre otros).

Análisis de los datos de tallas y proporción sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal y profundidad.

Los estratos empleados son similares a los estudios de evaluación hidroacústica entre 2001 y 2011.

En la estimación de la composición de longitud se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca:

$$\hat{P}_k = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{jk}$$

$$Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j$$

$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

donde:

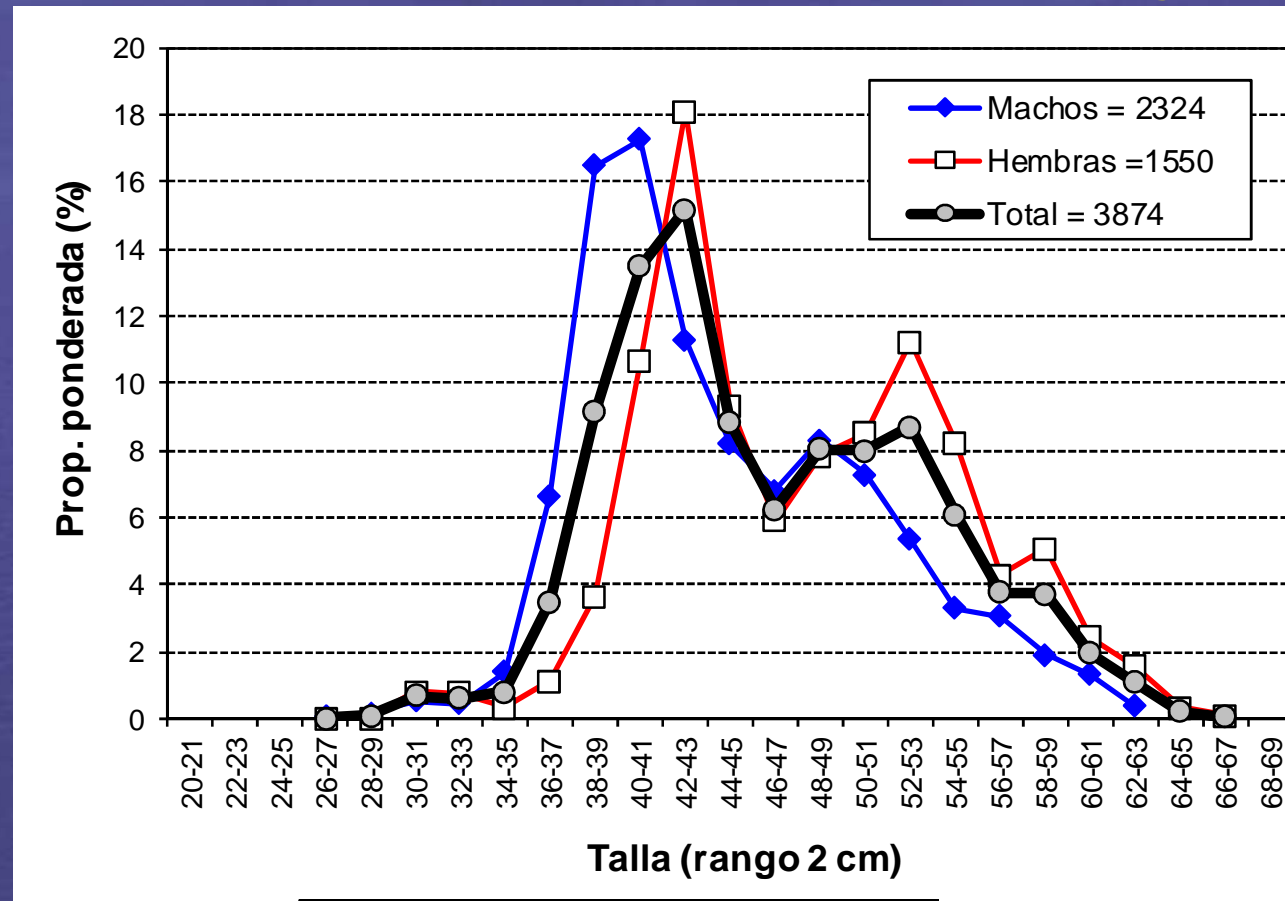
- j = Lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
- k = Clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
- Y_j = Captura del lance j
- n_j = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n_{jk} = Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

La proporción sexual en merluza de tres aletas fue estimada empleando como factor de ponderación los valores de capturas y basada en la participación de los sexos en los muestreos de longitud.

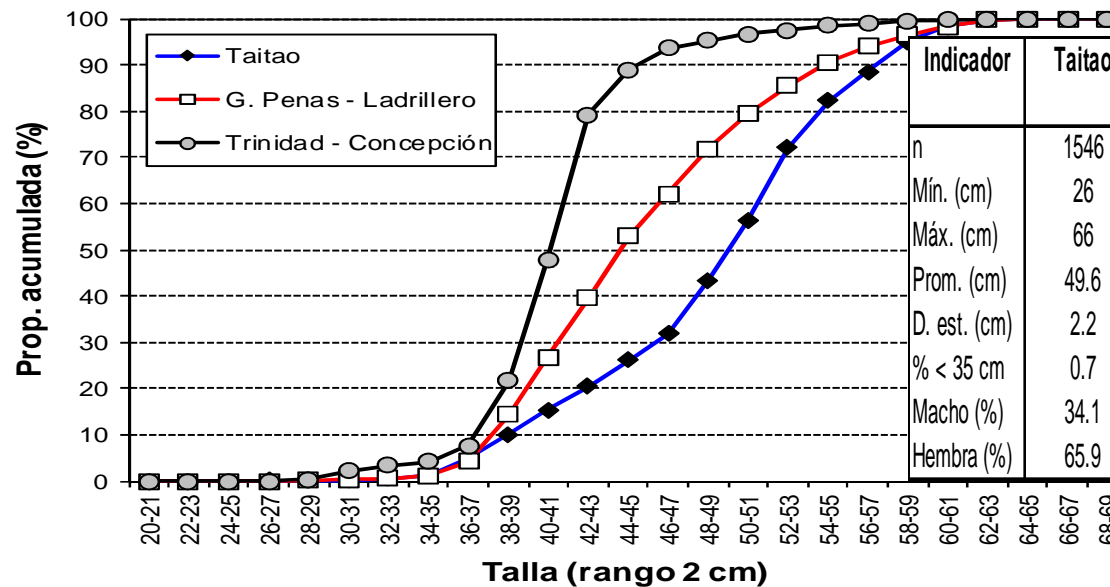
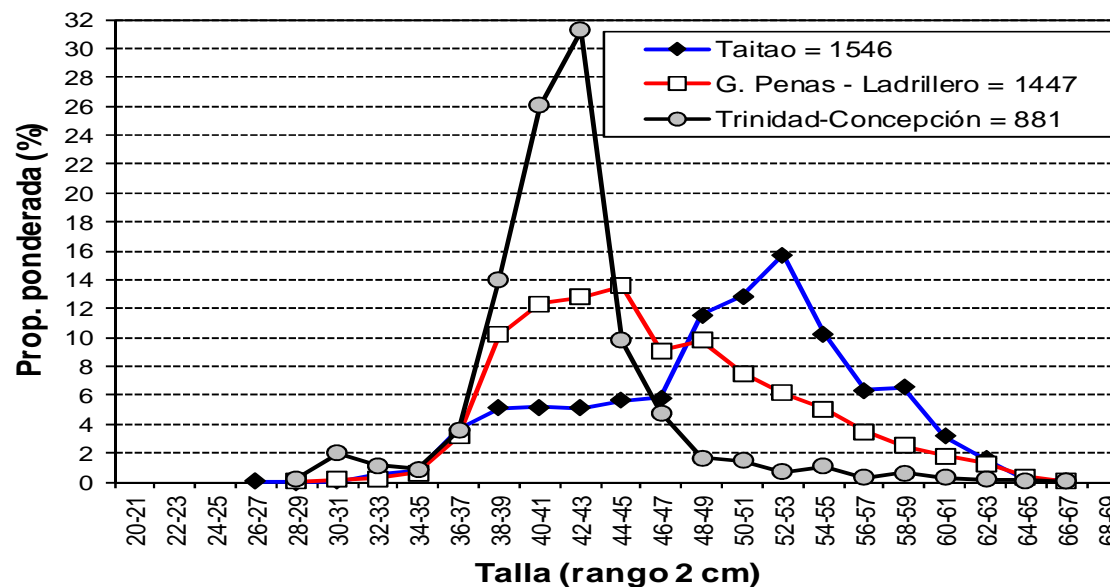
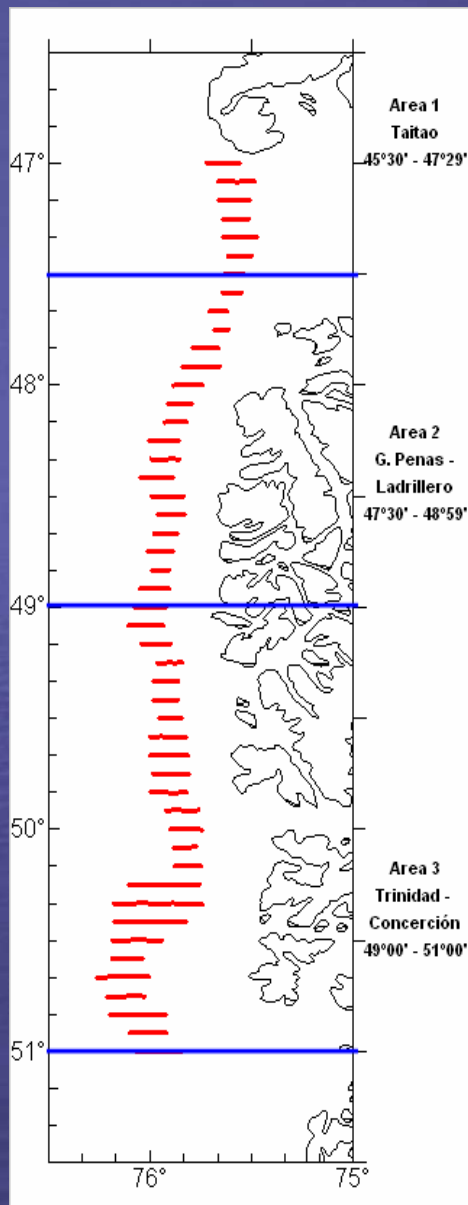
RESULTADOS Y ANALISIS

Distribución de talla de merluza de tres aletas para el área total, agosto 2012.



Indicador	Macho	Hembra	Total
n	2324	1550	3874
Mín. (cm)	26	26	26
Máx. (cm)	63	67	67
Prom. (cm)	44.3	47.8	46.3
D. est. (cm)	1.6	2.4	1.6
% < 35 cm	1.5	1.7	1.6
Prop. Sex. (%)	42.8	57.2	100

Distribución de talla de merluza de tres aletas por área, agosto 2012

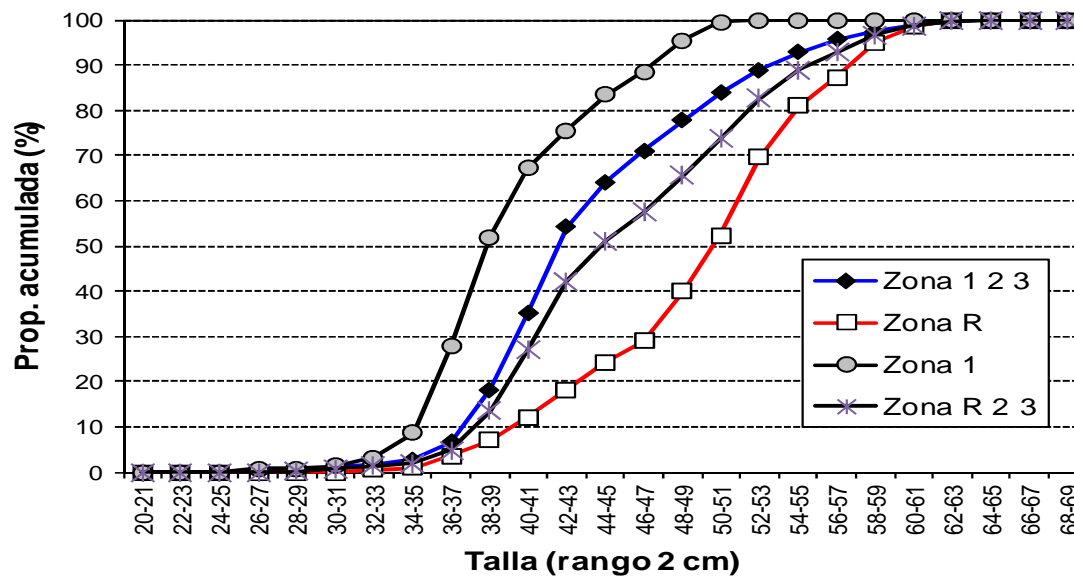
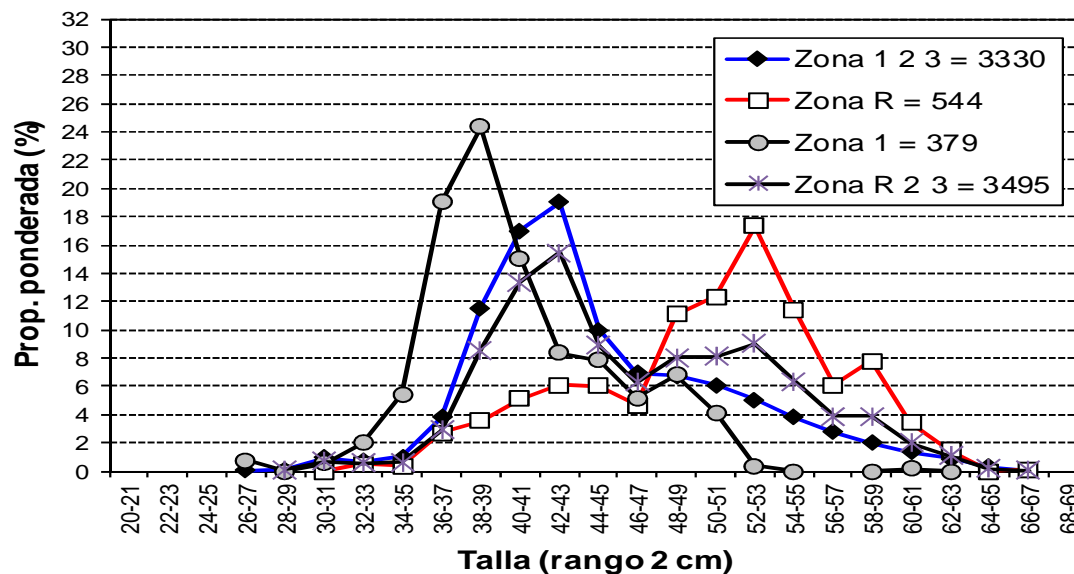


Indicador	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Concepción
n	1546	1447	881
Mín. (cm)	26	33	28
Máx. (cm)	66	67	67
Prom. (cm)	49.6	46.1	41.8
D. est. (cm)	2.2	1.5	2.3
% < 35 cm	0.7	0.5	3.6
Macho (%)	34.1	70.1	34.7
Hembra (%)	65.9	29.9	65.3

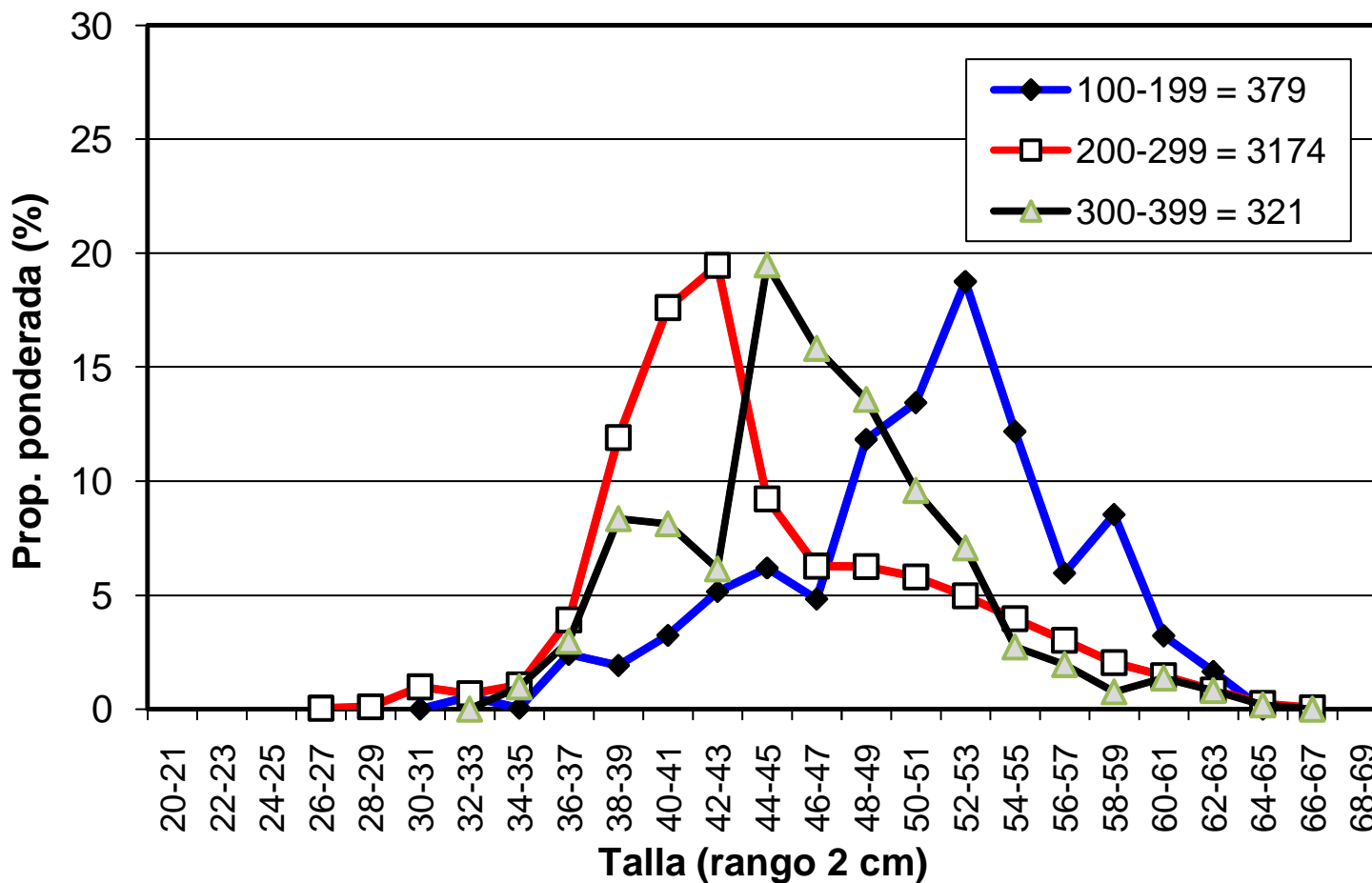
Distribución de talla de merluza de tres aletas por zona, agosto 2012

Indicador	Zona 1 2 3	Zona R	Zona 1	Zona R 2 3
n	3330	544	379	3495
Mín. (cm)	26	32	26	28
Máy. (cm)	67	66	60	67
Prom. (cm)	44.7	50.1	40.4	46.5
D. est. (cm)	1.6	3.1	2.2	1.7
% < 35 cm	2.0	0.6	4.3	1.5
Macho (%)	52.8	19.4	82.6	41.4
Hembra (%)	47.2	80.6	17.4	58.6

Zona	Rango Latitud
Zona 1 y Zona R:	46°45,0' - 47°17,5' S
Zona 2:	47°17,5' - 48°02,5' S
Zona 3:	48°02,5' - 51°00' S



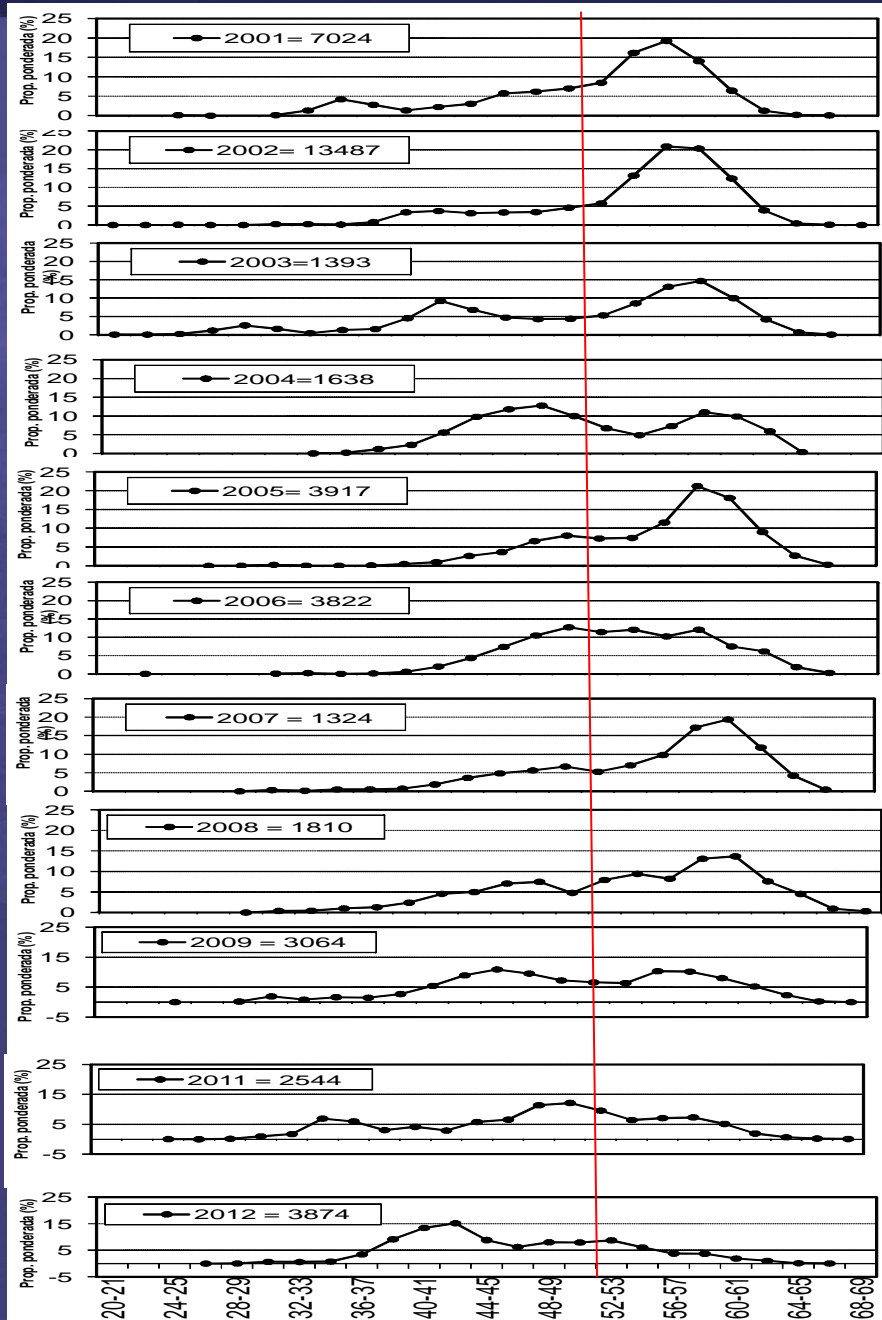
Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área, ago. 2012.



Indicador	Total		
	100-199 m	200-299 m	300-399 m
n	379	3174	321
Prom. (cm)	50,7	44,6	46,3
D. est. (cm)	3,0	1,6	2,7
% < 35 cm	0,6	2,0	0,3
Macho (%)	15,6	52,3	59,5
Hembra (%)	84,4	47,7	40,5

Distribución de talla de merluza de tres aletas entre 2001 y 2012. Ambos sexos.

Año	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual %	
				Macho	Hembra
2001	50.0	6.8	3.6	54	46
2002	49.9	7.8	3.5	53	47
2003	46.8	8.7	7.0	56	44
2004	53.0	6.0	0.5	49	51
2005	54.0	1.9	0.3	52	48
2006	52.6	0.6	0.5	42	58
2007	53.9	2.0	0.5	49	51
2008	51.9	2.5	1.0	53	47
2009	49.4	1.7	3.4	69	31
2011	48.5	1.6	5.0	58	42
2012	46.3	1.6	1.6	43	57



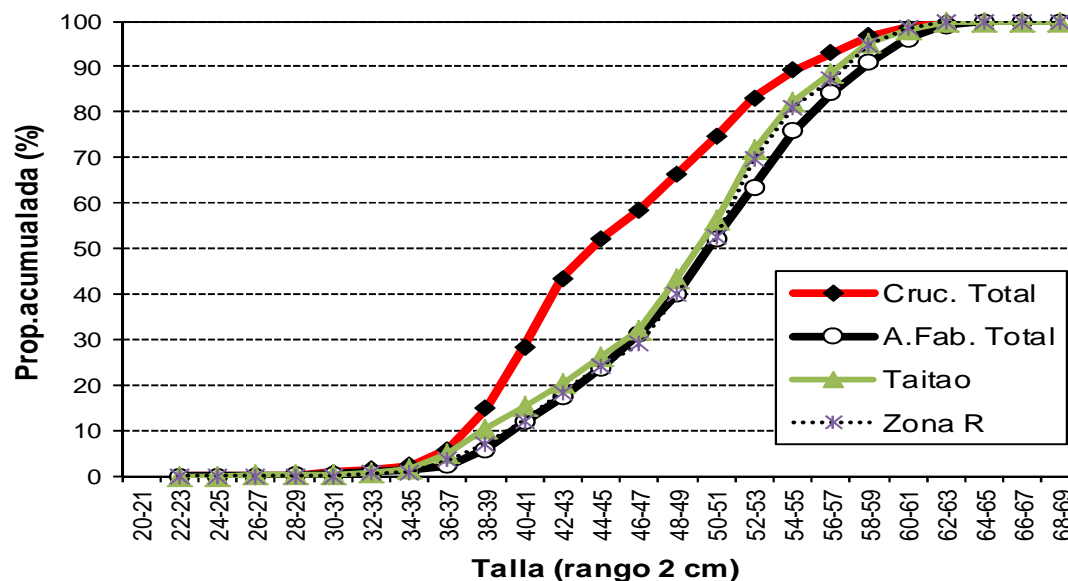
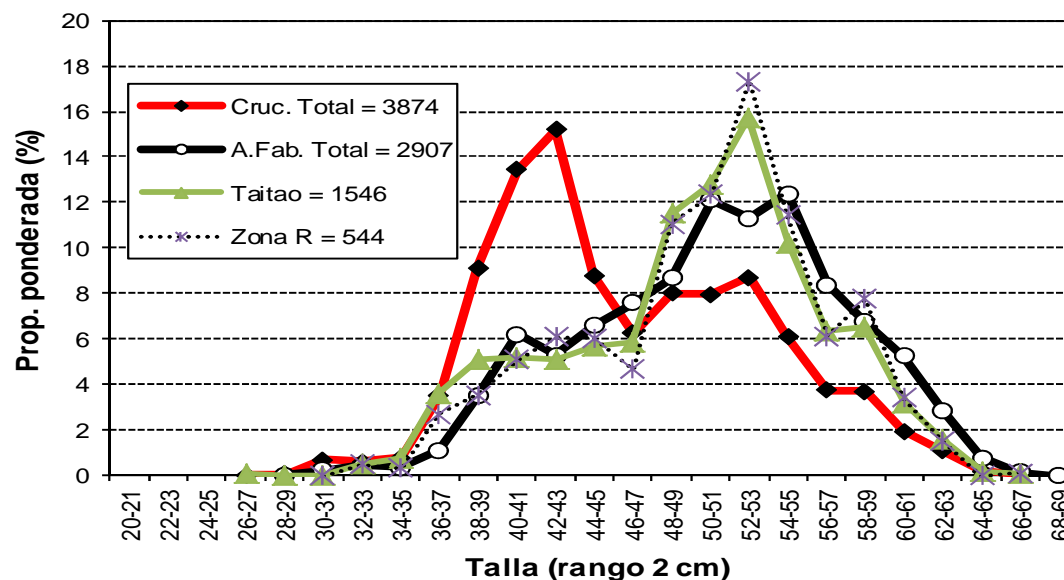
Distribución de la talla de merluza de tres aletas en número (abundancia) entre 2001 y 2012 por rango de tallas para ambos sexos y hembras.

Año	Proporción % ambos sexos			Ambos Sexos			Hembras		
	20-33 cm (%)	34-49 cm (%)	>= 50 cm (%)	20-33 cm	34-49 cm	>= 50 cm	20-33 cm	34-49 cm	>= 50 cm
2001	1,6	32,5	65,9	2.888.574	57.302.911	186.302.151	260.719	15.105.981	97.492.574
2002	0,6	22,4	77,0	1.072.268	41.409.465	137.910.768	329.287	9.850.377	75.408.800
2003	6,4	36,9	56,7	282.444	41.964.757	128.442.329	54.508	7.580.459	72.239.353
2004	0,0	53,7	46,1	19.912	63.196.416	53.836.571	0	27.414.897	31.927.419
2005	0,3	22,3	77,4	595.619	36.893.242	130.577.754	143.815	11.000.287	69.244.597
2006	0,4	37,9	61,7	919.747	70.648.842	106.269.637	381.800	29.821.047	65.630.148
2007	0,5	24,4	75,2	539.356	25.867.534	70.832.719	50.518	7.947.220	41.721.711
2008	0,8	33,6	65,6	2.191.099	48.328.845	56.082.484	714.498	8.153.691	33.705.133
2009	2,9	47,8	49,3	11.735.771	98.651.617	61.617.469	191.791	16.971.404	26.205.858
2011	2,9	46,7	50,4	5.161.403	87.571.250	74.078.058	1.894.366	27.012.222	37.800.459
2012	1,4	65,1	33,5	1.673.863	80.029.749	46.975.298	632.028	23.135.204	26.911.915

Distribución de talla de merluza de tres aletas por área total, agrupación de lances y zonas del crucero investigación (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica (surimera) para el mismo período y área (ago., 2012).

Indicador	Crucero	Ar. Fábrica
n	3874	2907
Prom. (cm)	46.3	50.6
D. est. (cm)	1.6	1.3
% < 35 cm	1.6	0.8
Macho (%)	42.8	59.6
Hembra (%)	57.2	40.4

CRUCERO VERSUS FLOTA ARRASTRE



CONCLUSION

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2012 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 46 cm, predominio de las hembras (57%) respecto de los machos, y escasa presencia de juveniles (1,6% < 35 cm).

La estructura de talla del 2012 registró dos modas adultas. Una moda principal de tallas adultas de menor tamaño entre 36-45 cm , y otra moda secundaria de tallas mayores entre los 48 y 63 cm.

En los años de estudio 2007 a 2012 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 35% en el 2012), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 65% en el 2012).

La fracción adulta migratoria entre 50-65 cm registró un atraso en su foco de concentración reproductiva hacia fin de mes y en un área reducida por la parte norte del área de estudio (área Taitao).

En los once años de investigación, la estructura de talla de merluza de tres aletas en el área y período de desove es principalmente adulta, confirmándose en cada uno de los años la presencia de la fracción adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.

FIN

Objetivo 3:
Ítem reproductivo merluza de tres aletas 2012



INDICE GONADOSOMATICO, ESTADIOS MADUREZ, OJIVA DE MADUREZ Y FECUNDIDAD

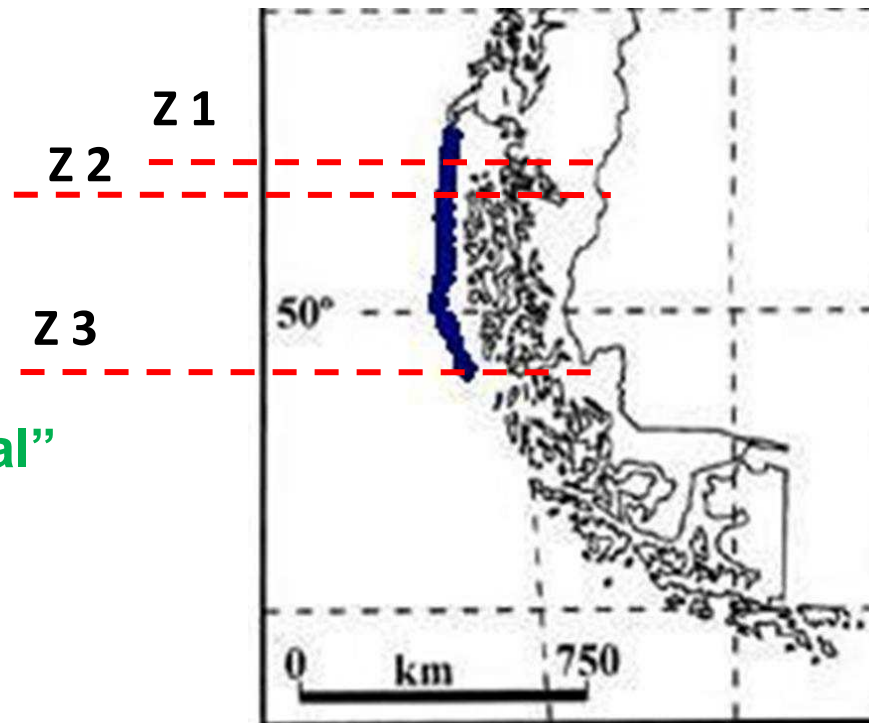
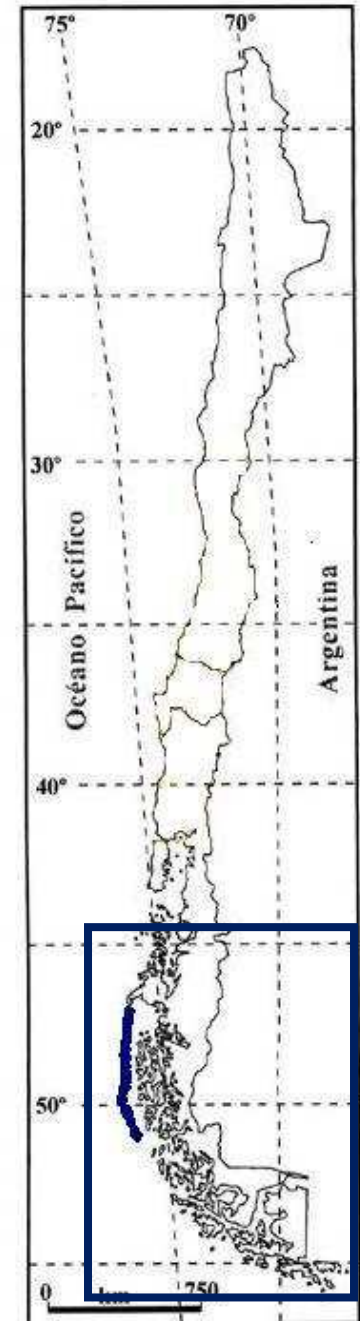
Eduardo Díaz Ramos

Taller de Presentación de Resultados
Proyecto: Evaluación stock parental de merluza de tres aletas, año 2012

Valparaíso, 18 de abril de 2013

Fuente biológica:

- Muestreo 26 lances de identificación.
- 2.013 ejemplares (1.183 machos; 830 hembras), 821 ovarios análisis histológico.
- Medidas morfométricas y clasificación macroscópica madurez.

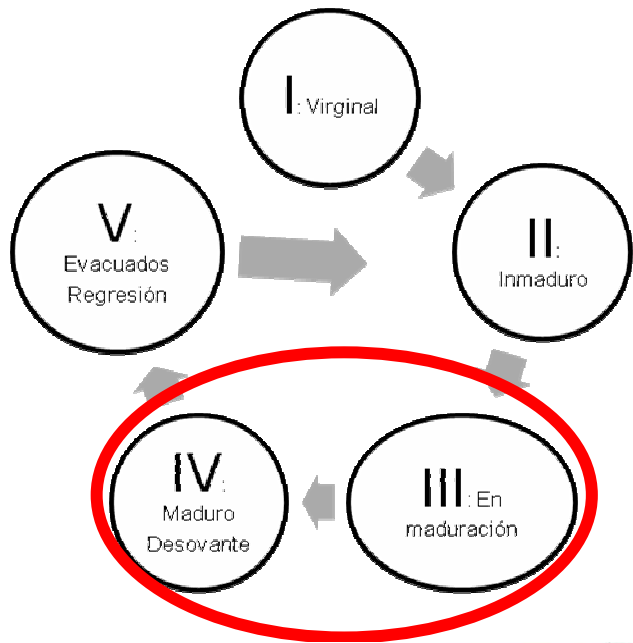


Etapa 1: “P. normal”

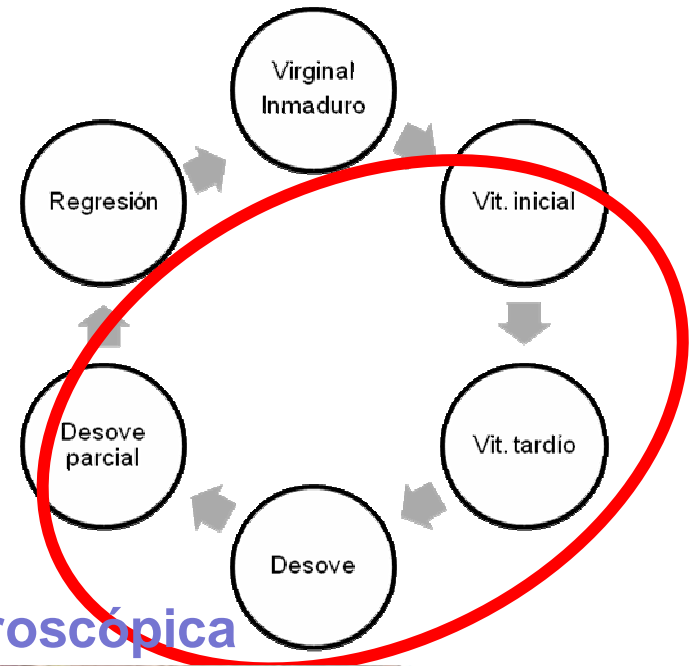
Etapa 2: “Re-P”



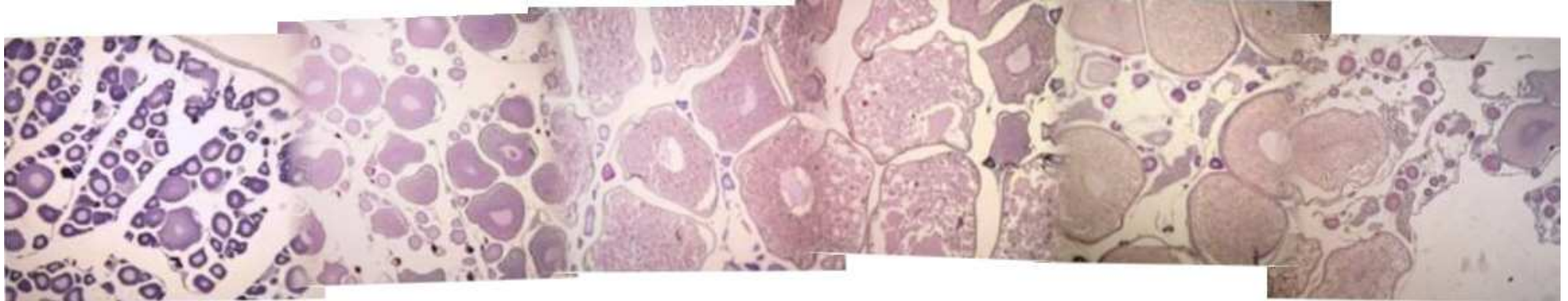
Clasificación macroscópica



Hembras activas



Clasificación microscópica



Procesamiento datos:

- Índice Gonadosomático (IGS)
 - Proporción de fases madurez
-

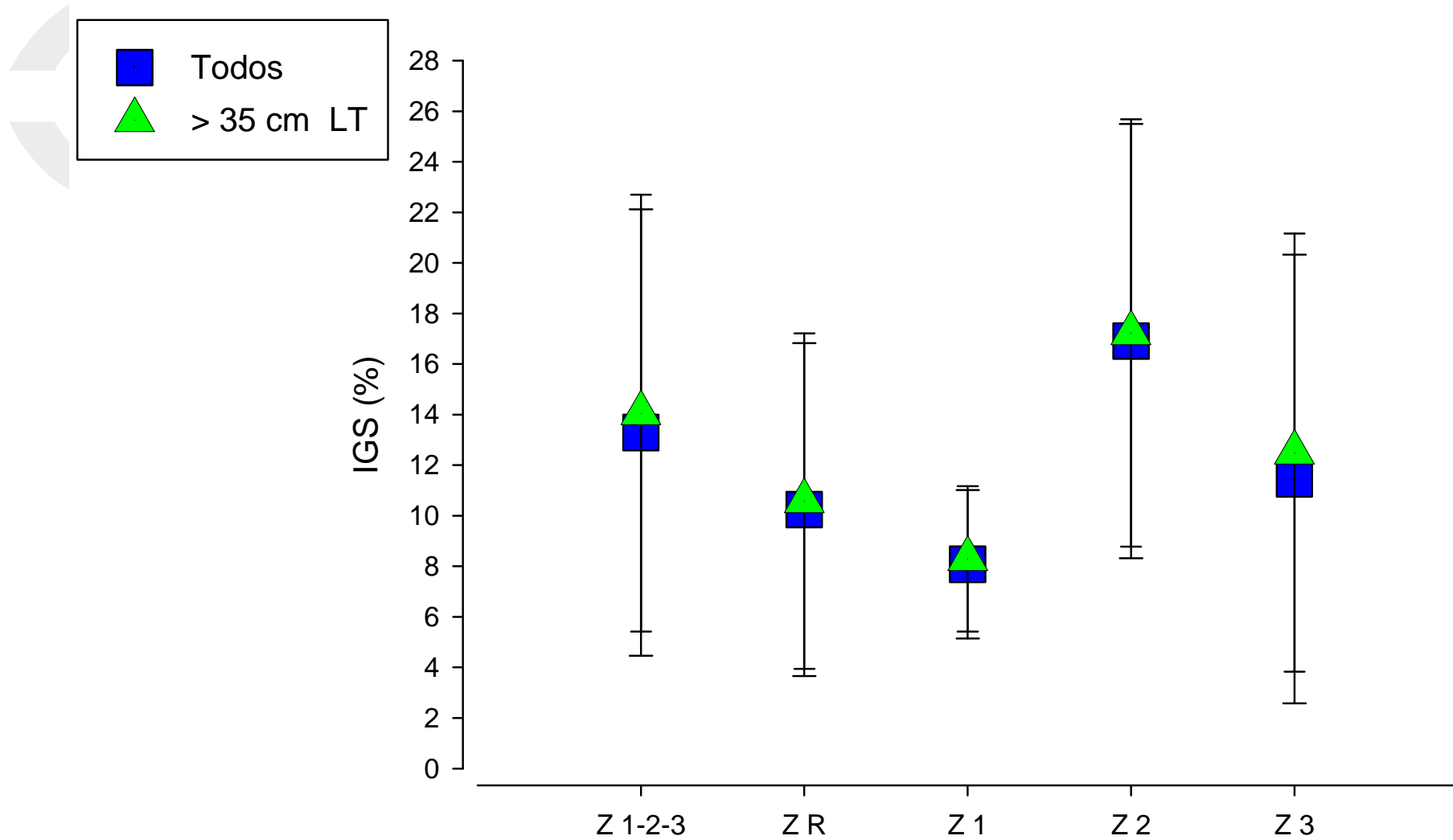
Ojiva madurez

- Clasificación histológica para discernir maduras
 - Ajuste máximo verosímil modelo madurez, talla madurez e intervalo confianza (Welch y Foucher, 1988; Roa, 1999)
-

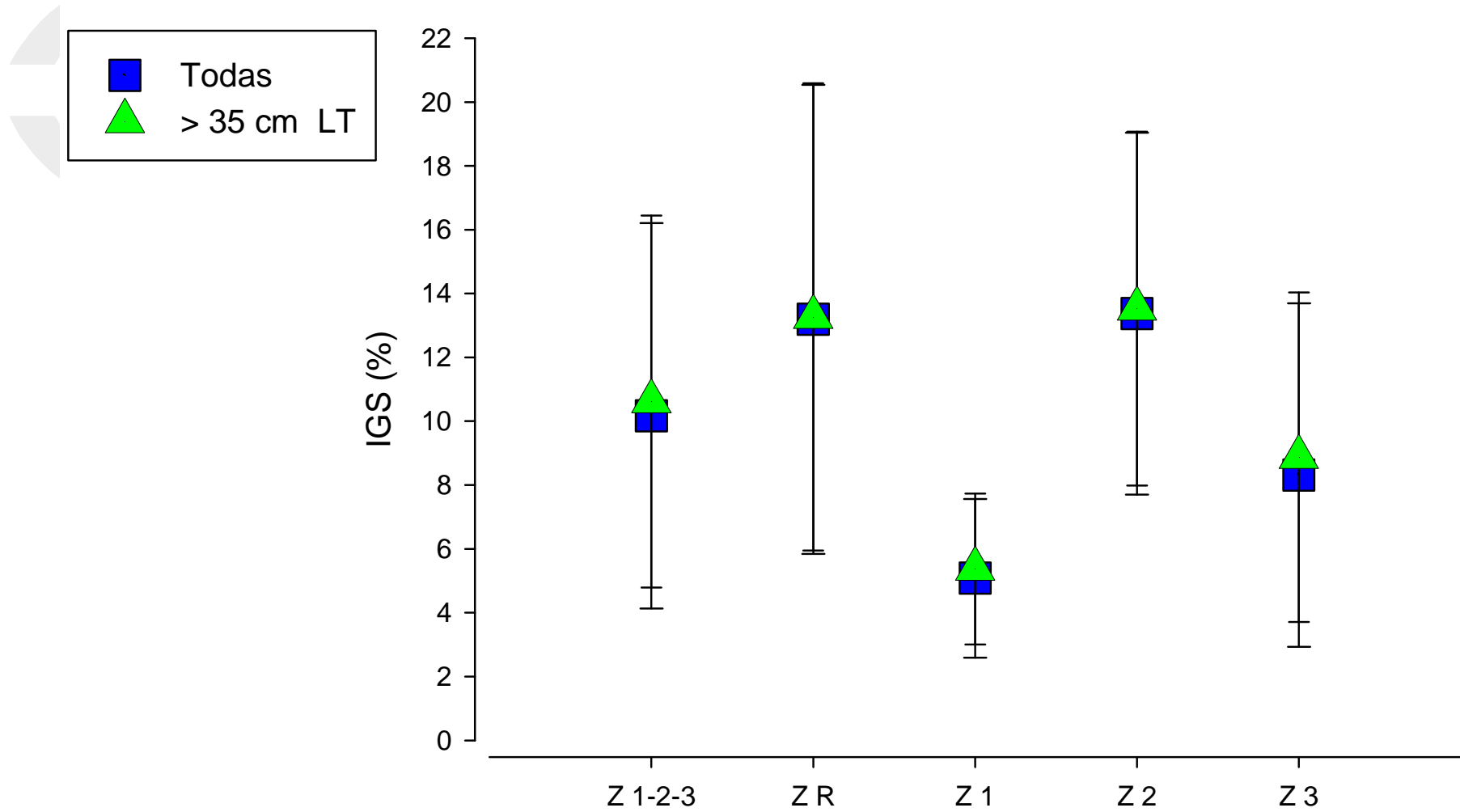
Fecundidad total

- Fases de madurez tardío predesovantes

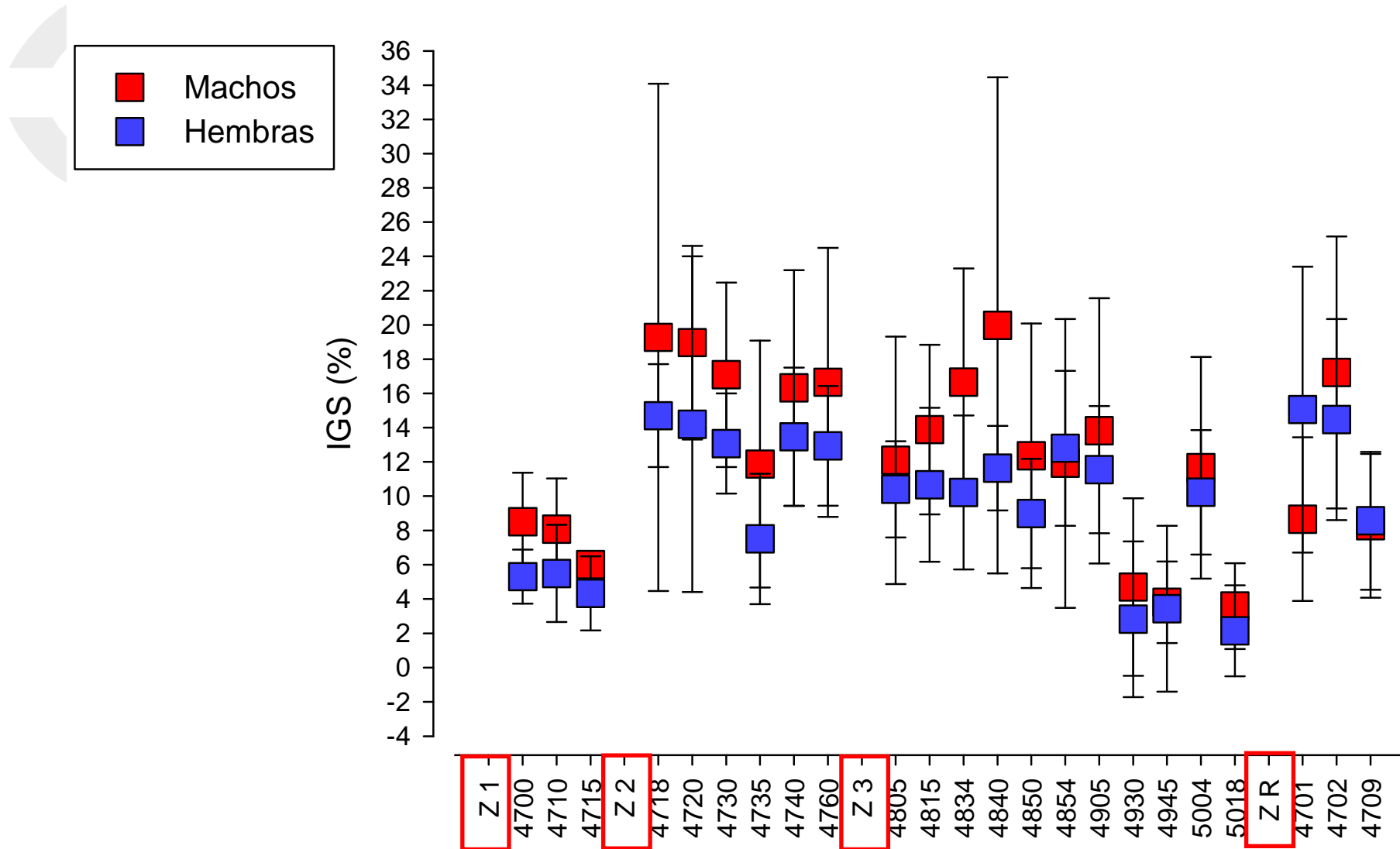
Resultados: IGS machos



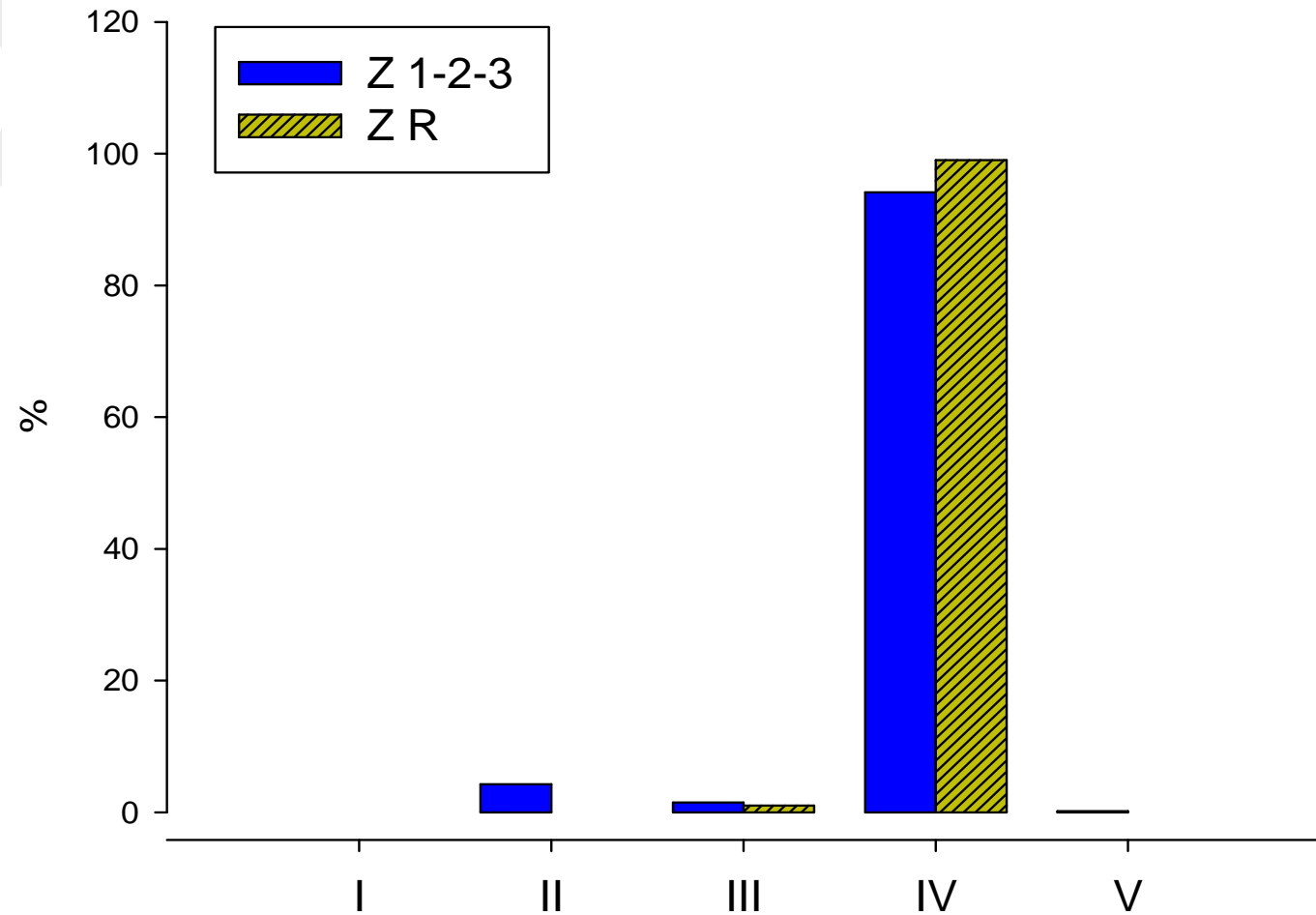
IGS hembras



IGS medio lance (> 35 cm LT)

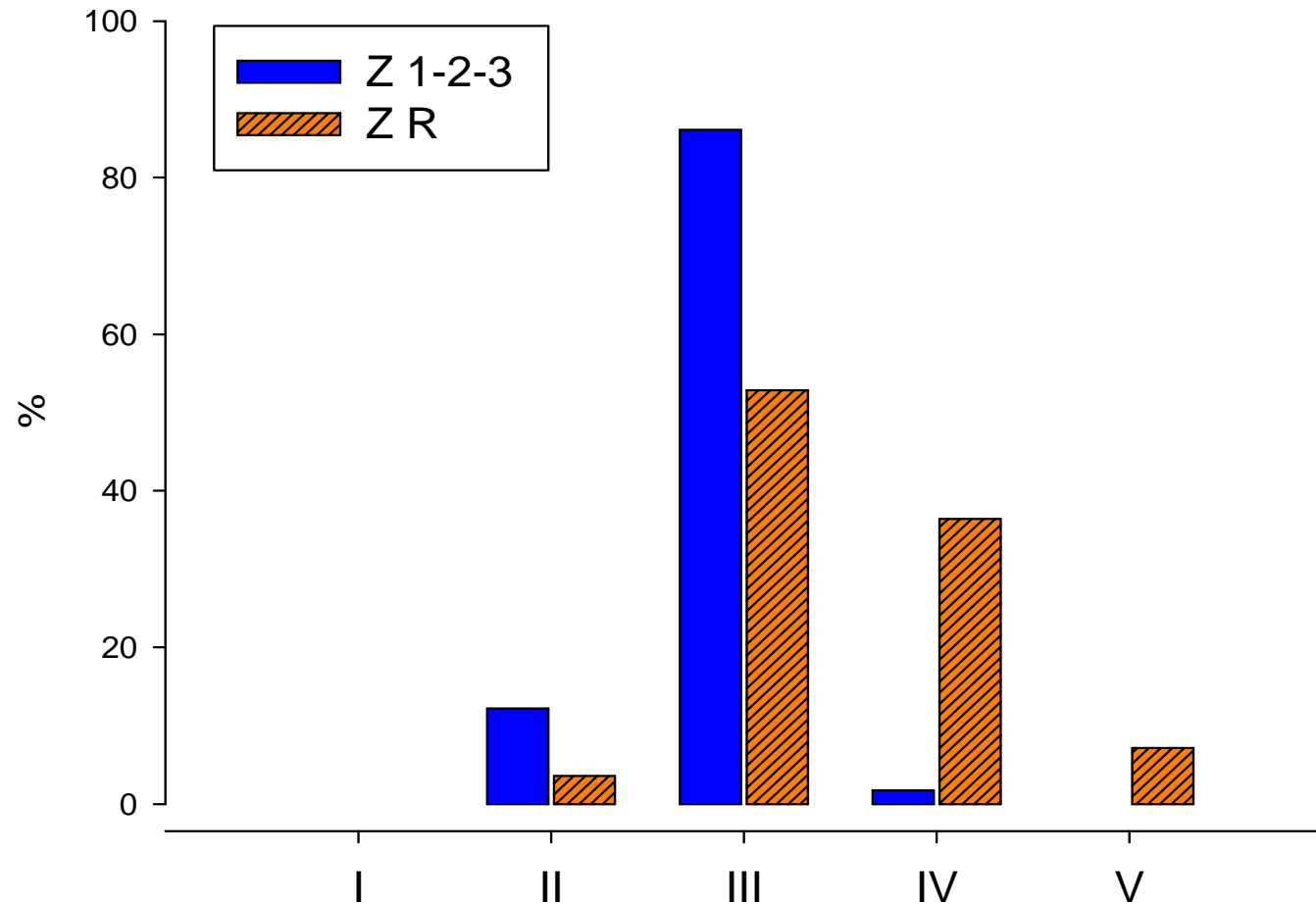


Fases madurez macroscópicas machos



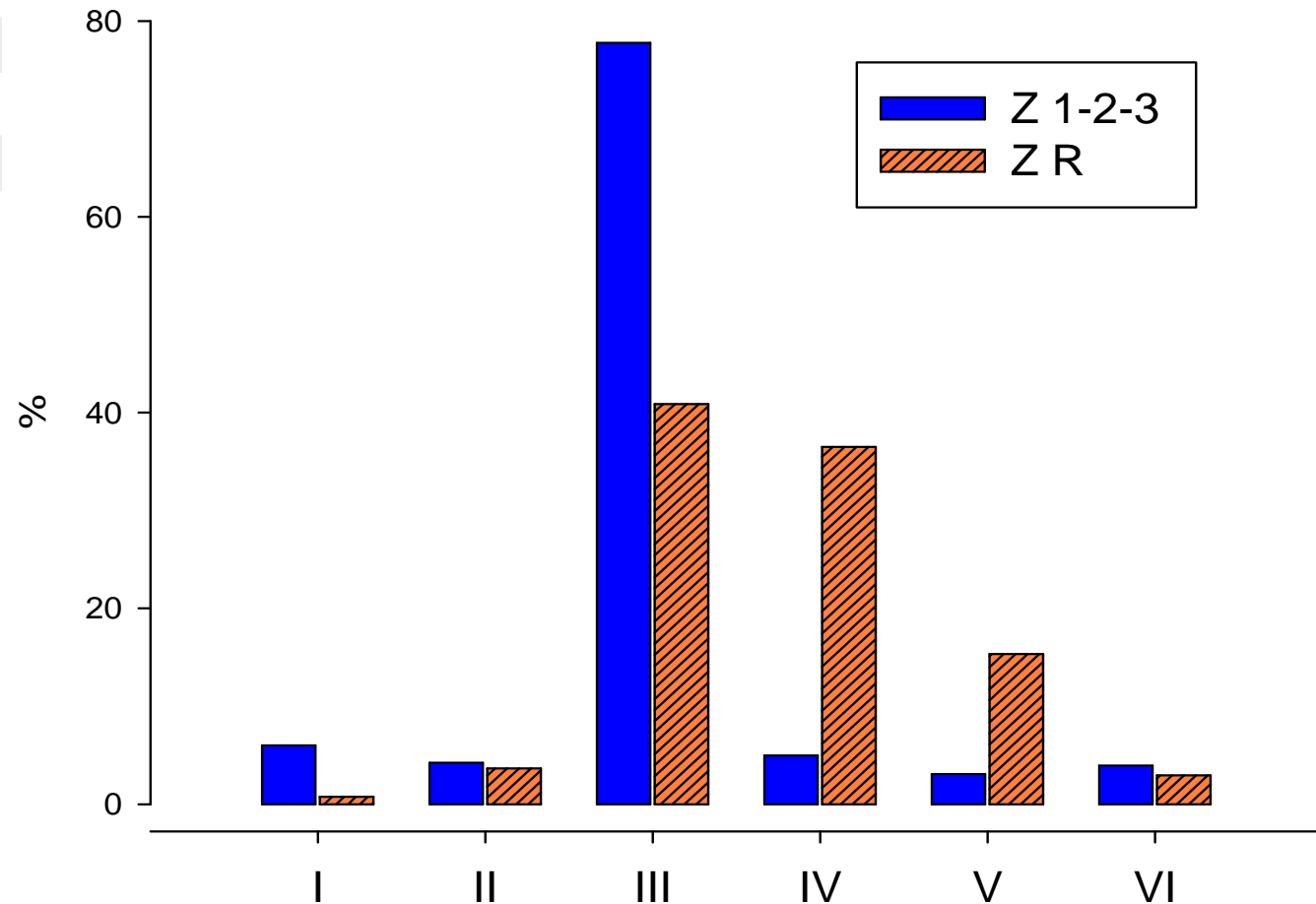
I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Maduro; V: Evacuados

Fases madurez macroscópicas hembras



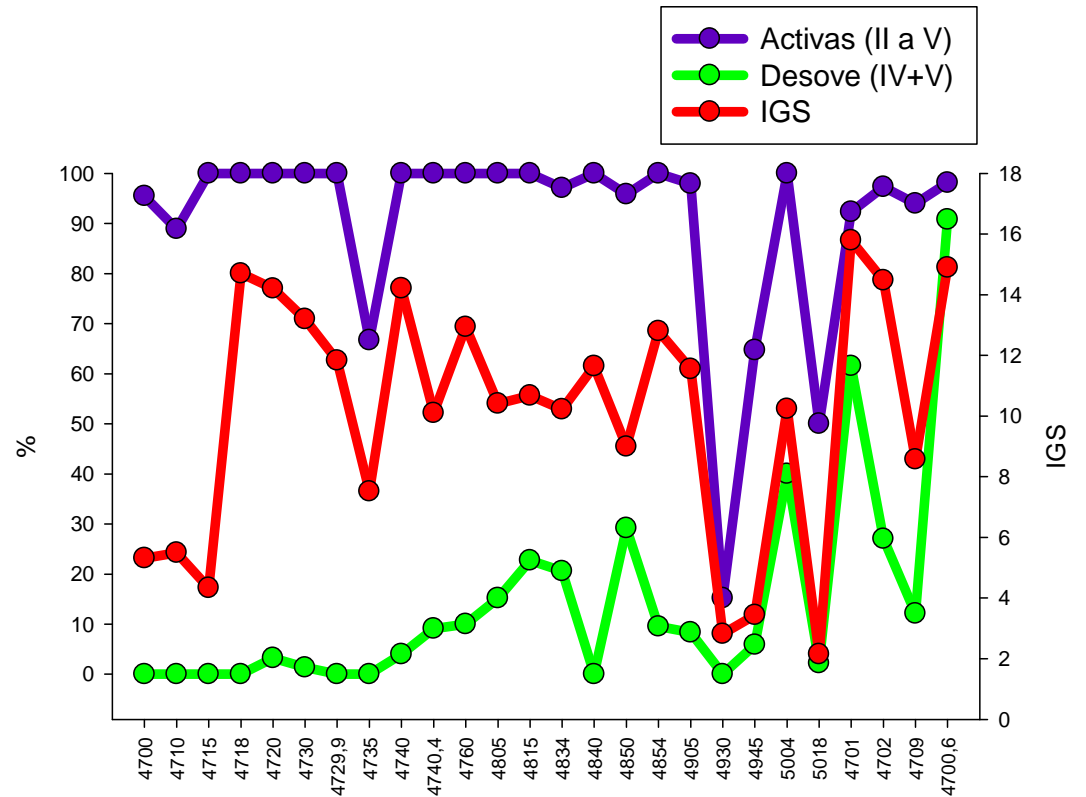
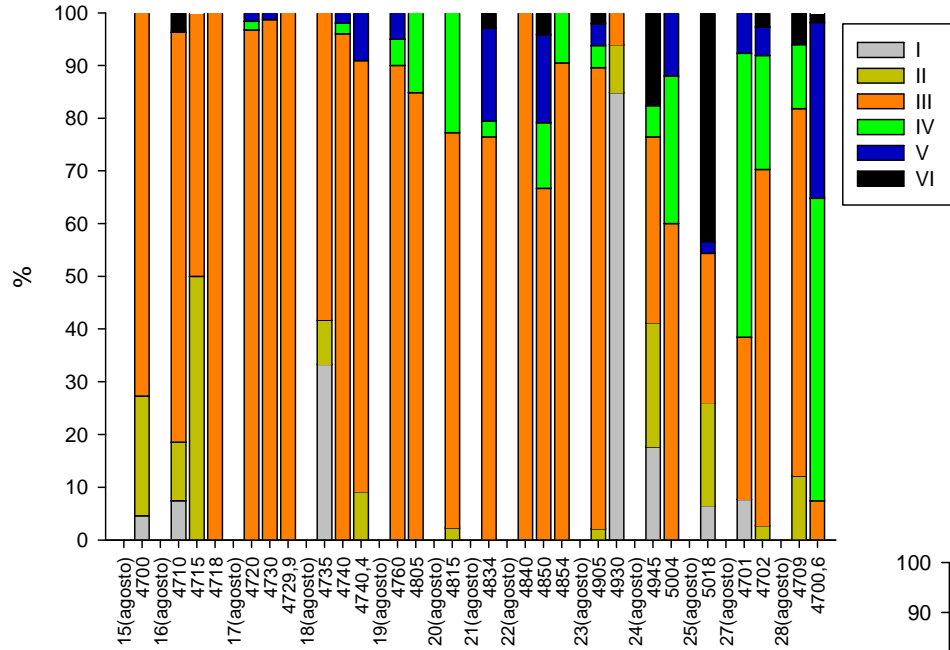
I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Desovante; V: En regresión.

Fases madurez microscópicas hembras

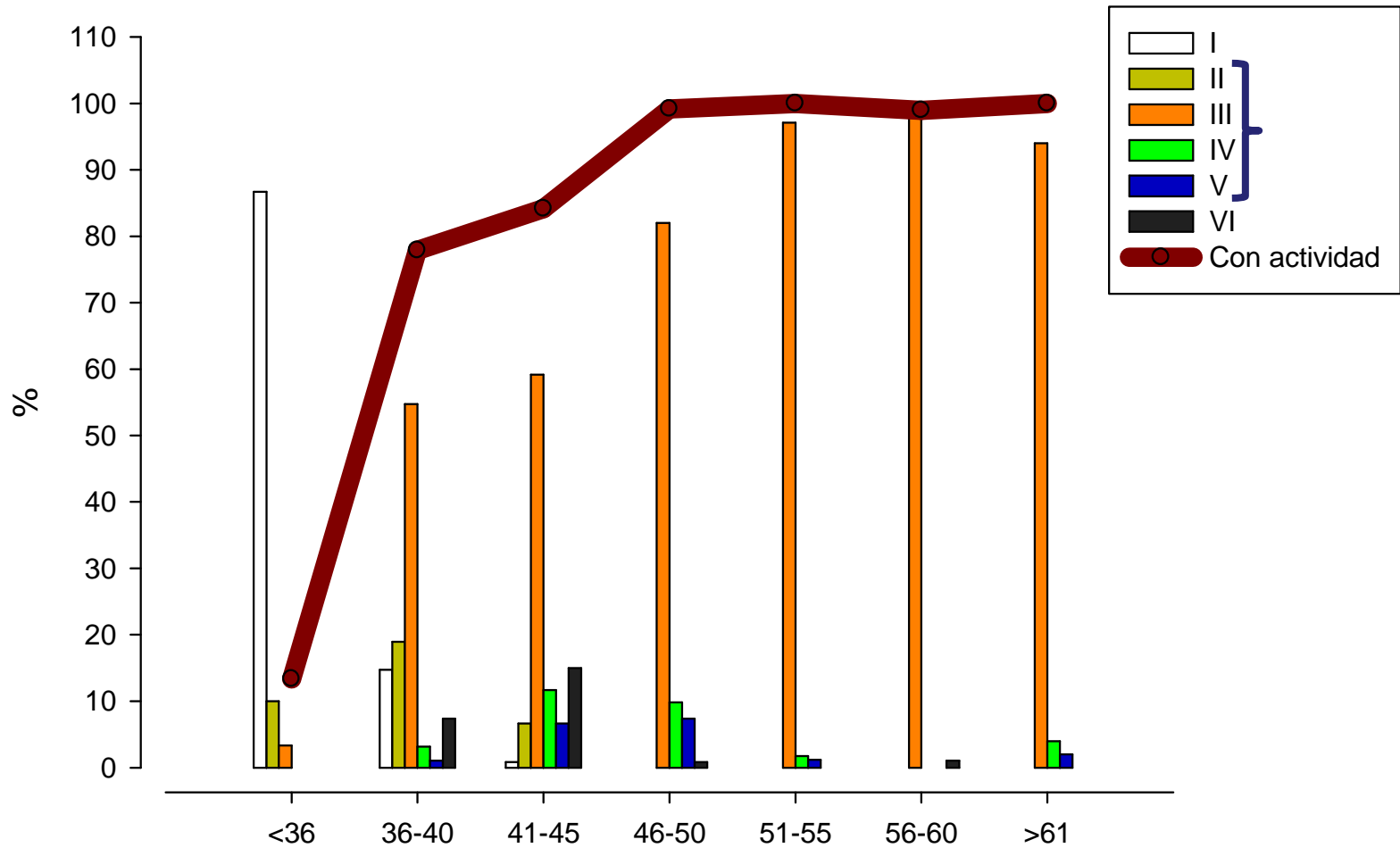


I: Virginal e inmaduro; **II:** D. inicial; **III:** D. tardío; **IV:** En desove; **V:** Desove parcial; **VI:** En regresión.

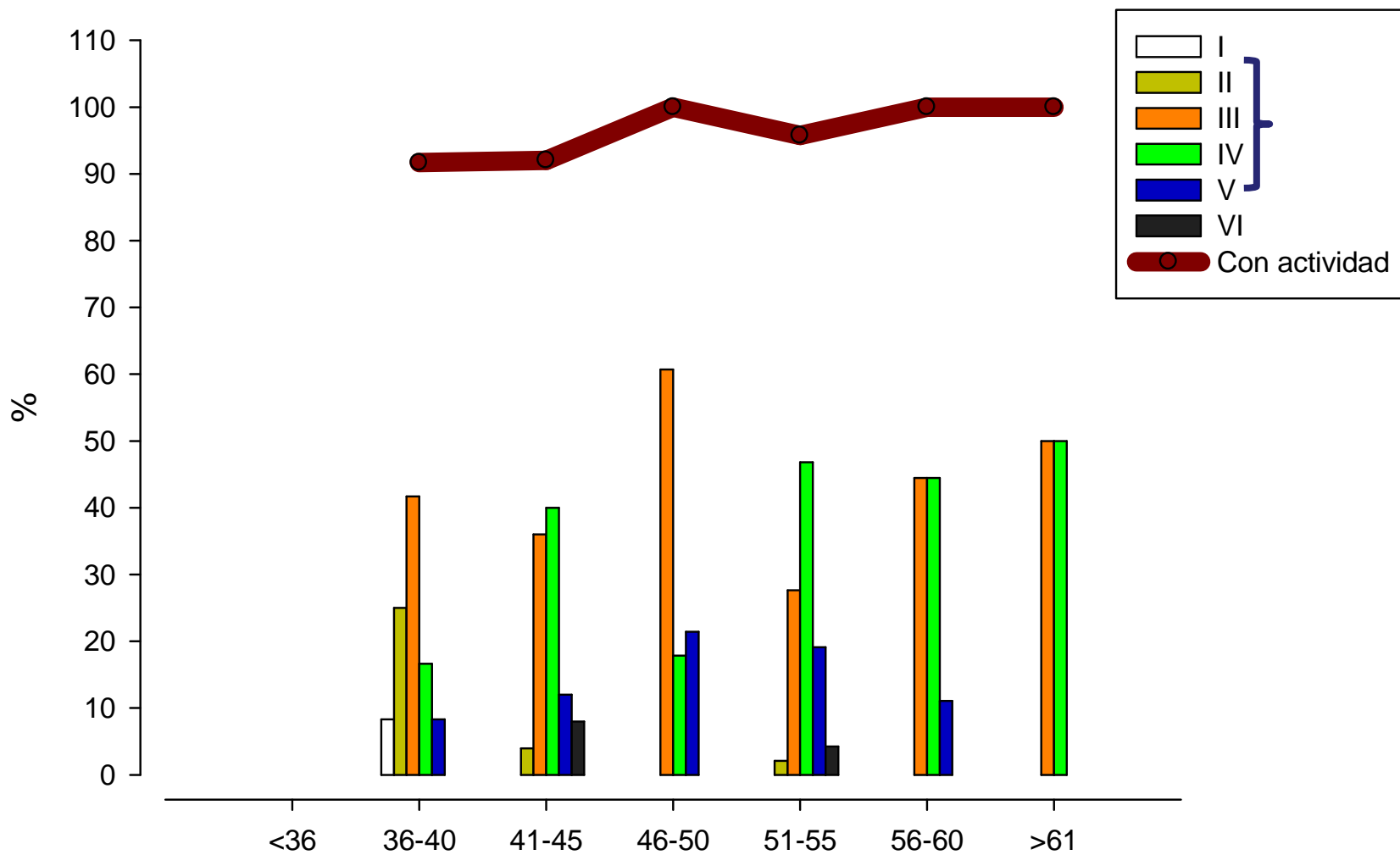
Fases madurez por lance: actividad y desove



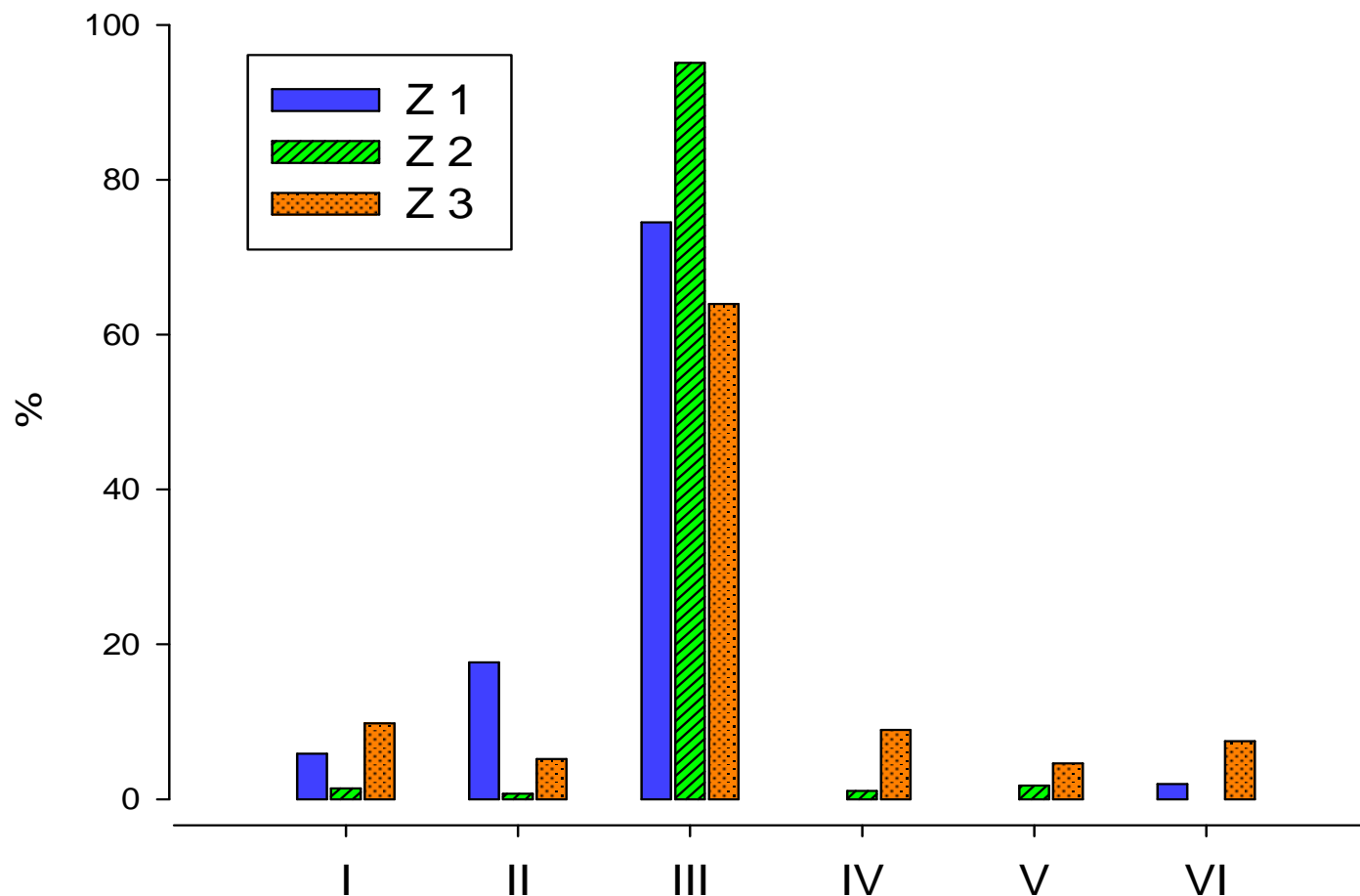
Fases madurez por grupos tallas: ZPN



Fases madurez por grupos tallas: Z R

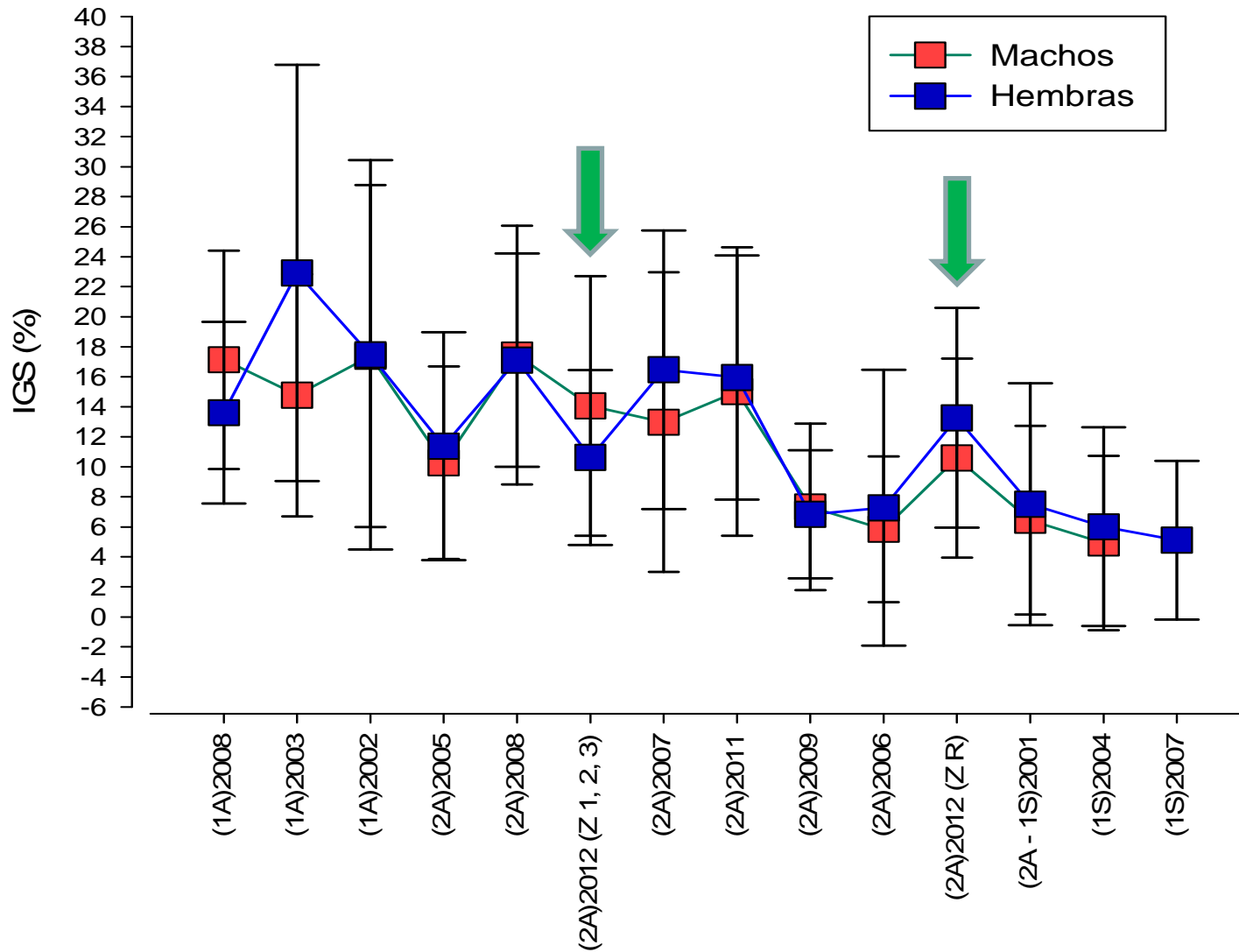


Fases madurez por grupos: Z 1, 2, 3

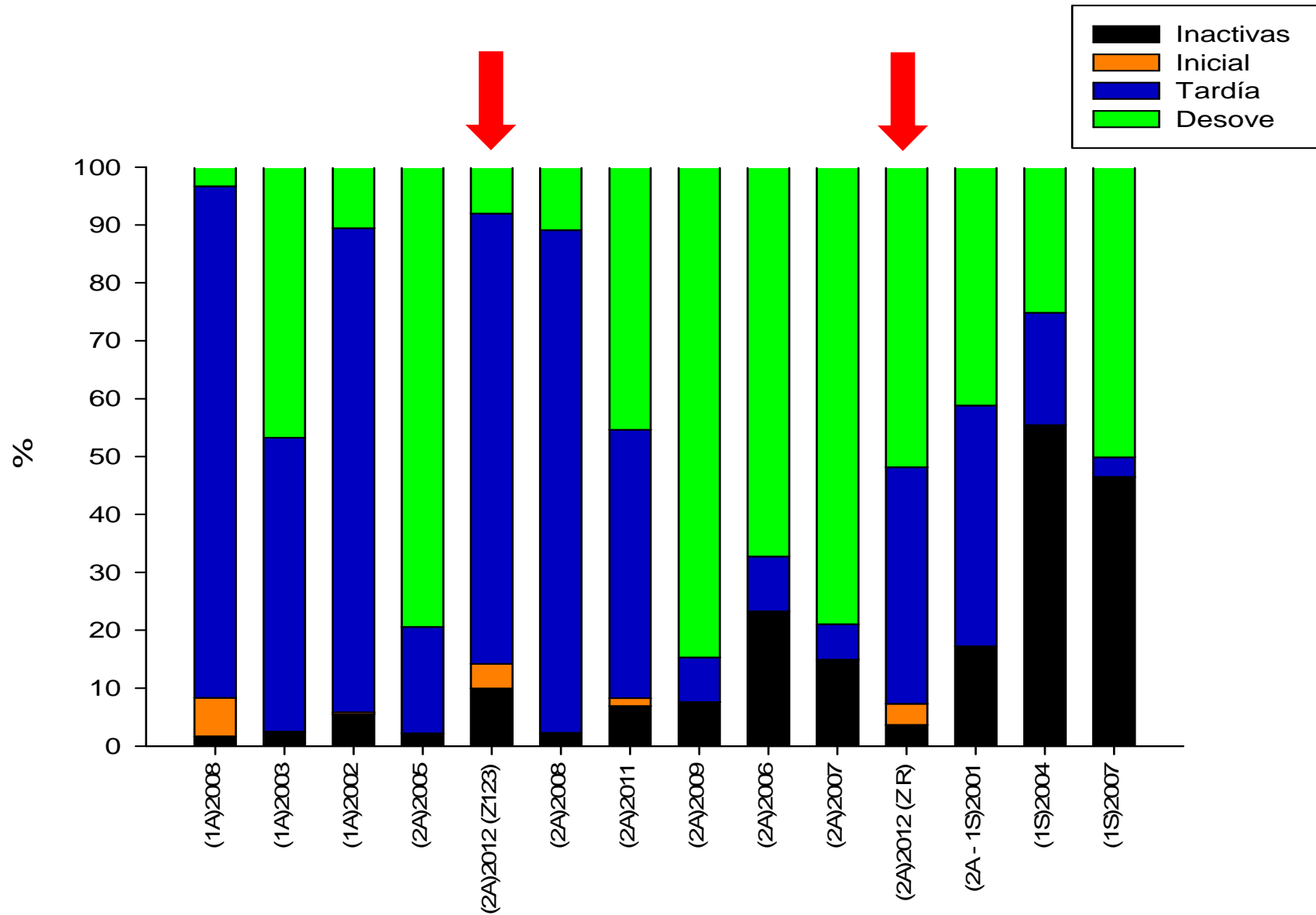


I: Virginal e inmaduro; **II:** D. inicial; **III:** D. tardío; **IV:** En desove; **V:** Desove parcial; **VI:** En regresión.

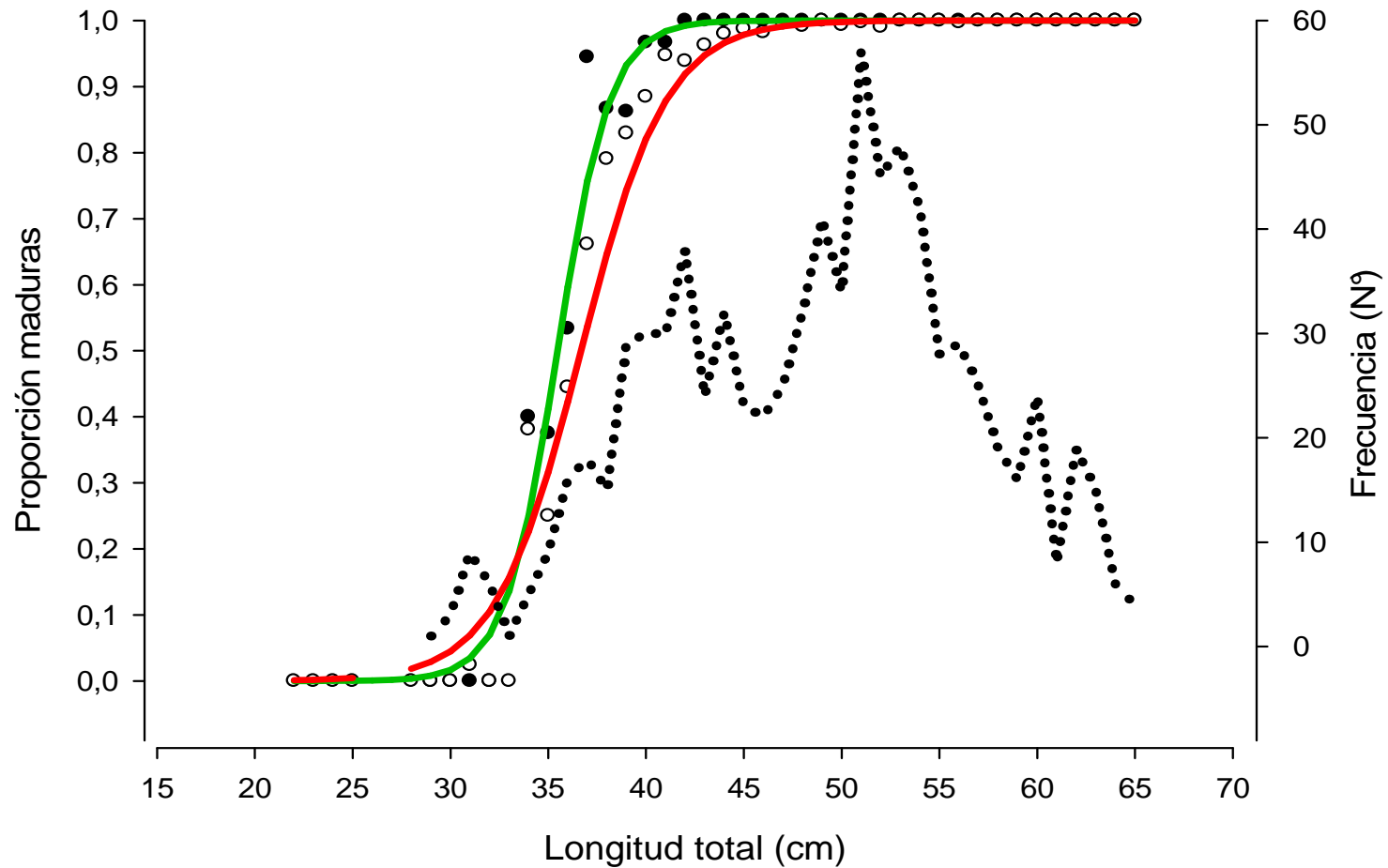
IGS medio histórico (> 35 cm LT)



Análisis histórico: fases madurez

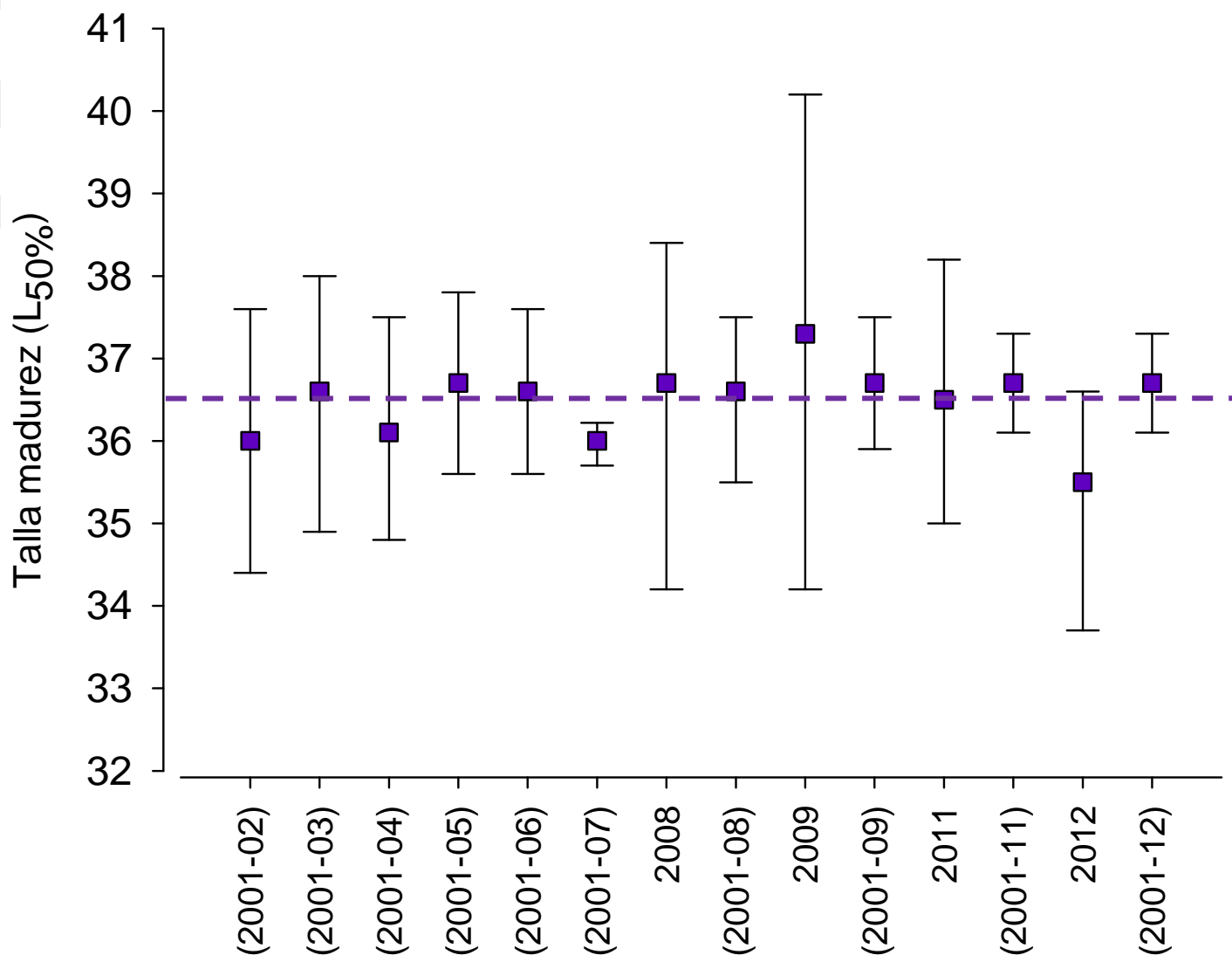


Ojiva de madurez y talla media de madurez

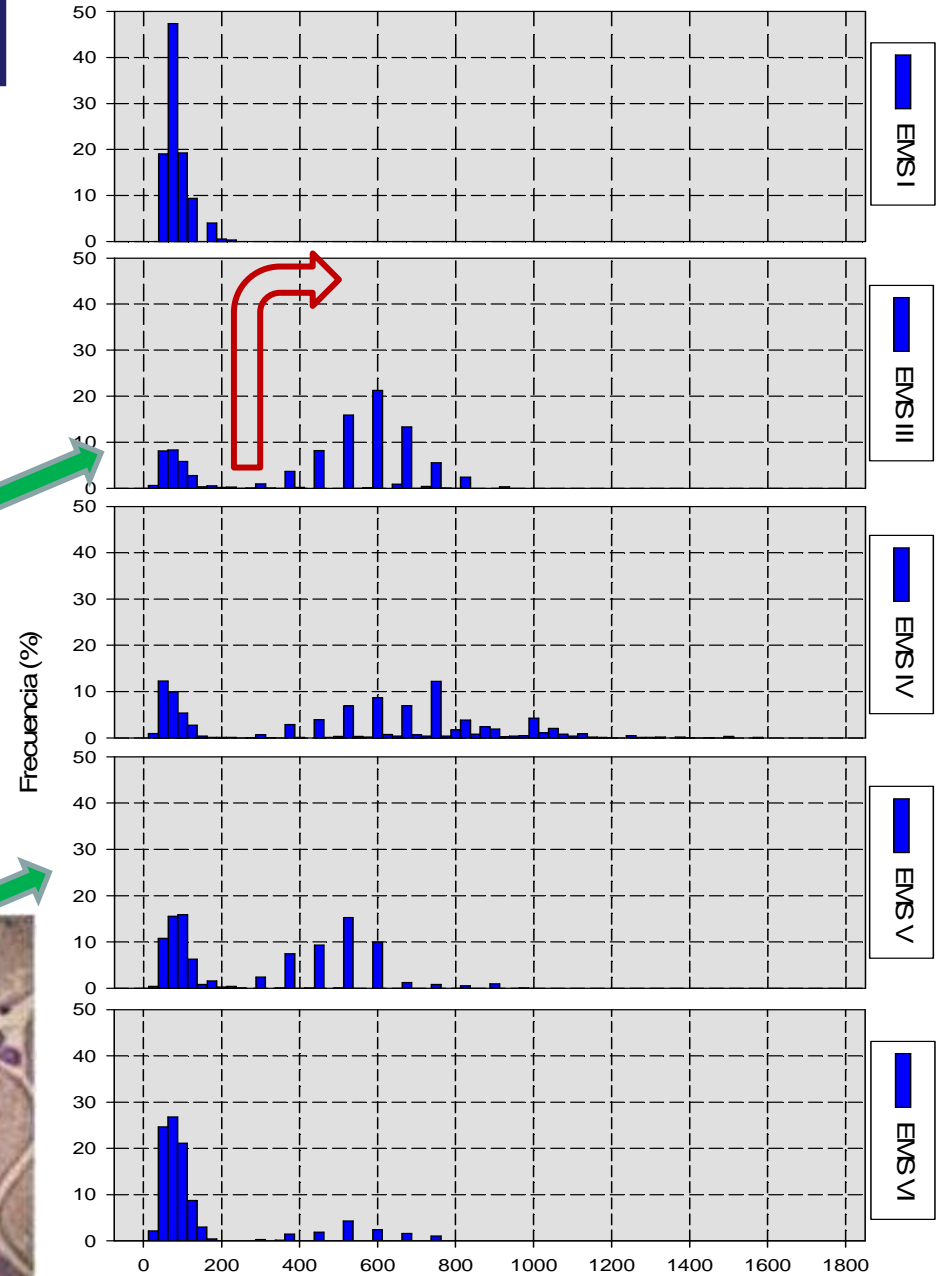
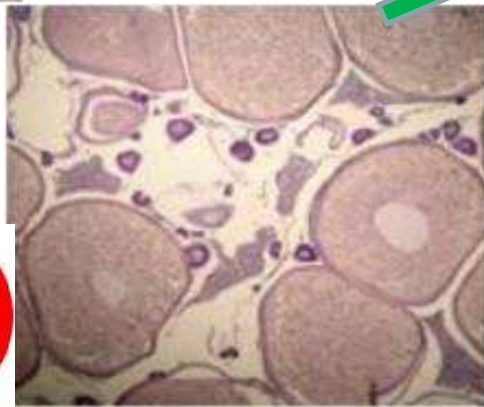
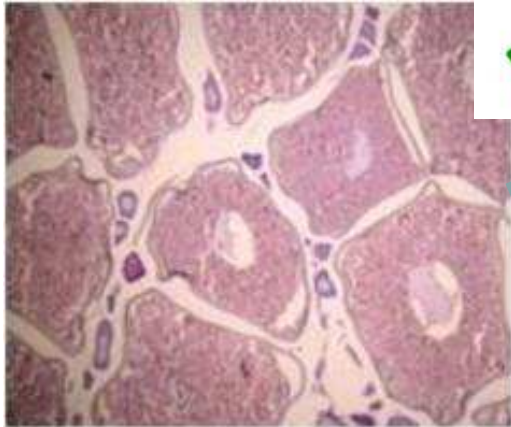


—	2012:	$L_{50\%} = 35,5$ (33,7 - 36,6)
—	2001-2012:	$L_{50\%} = 36,7$ (36,1 - 37,3)
•••••	Frecuencia	

Estimados talla madurez ($L_{50\%}$) evaluaciones



Fecundidad total

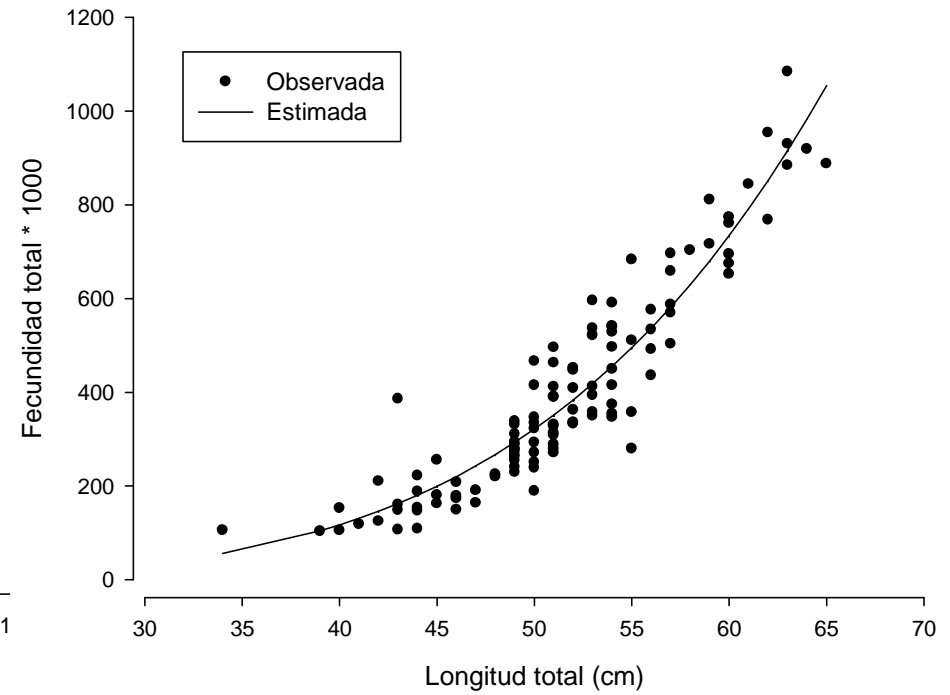
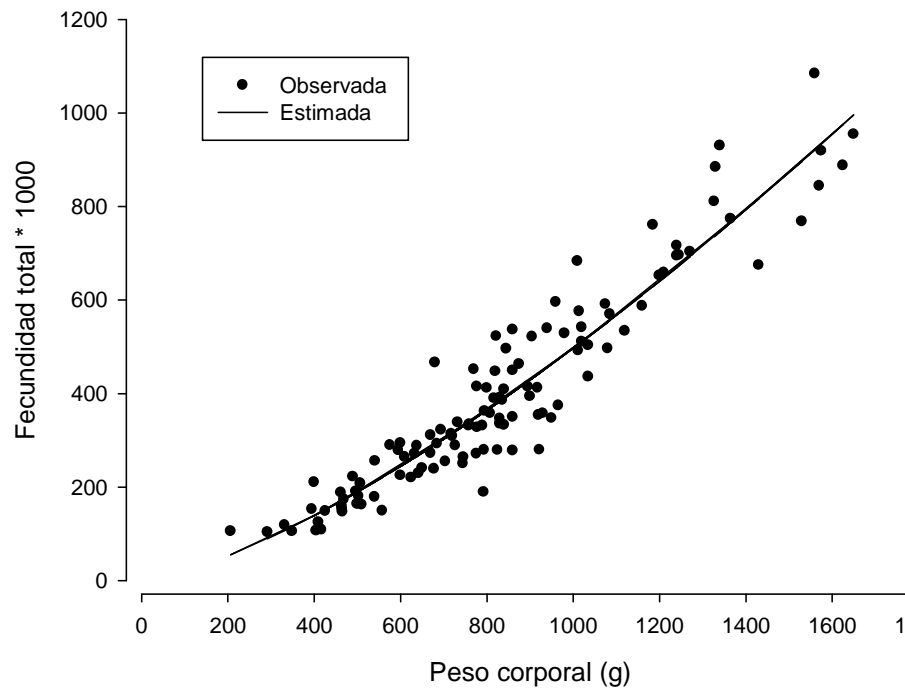


Fecundidad total

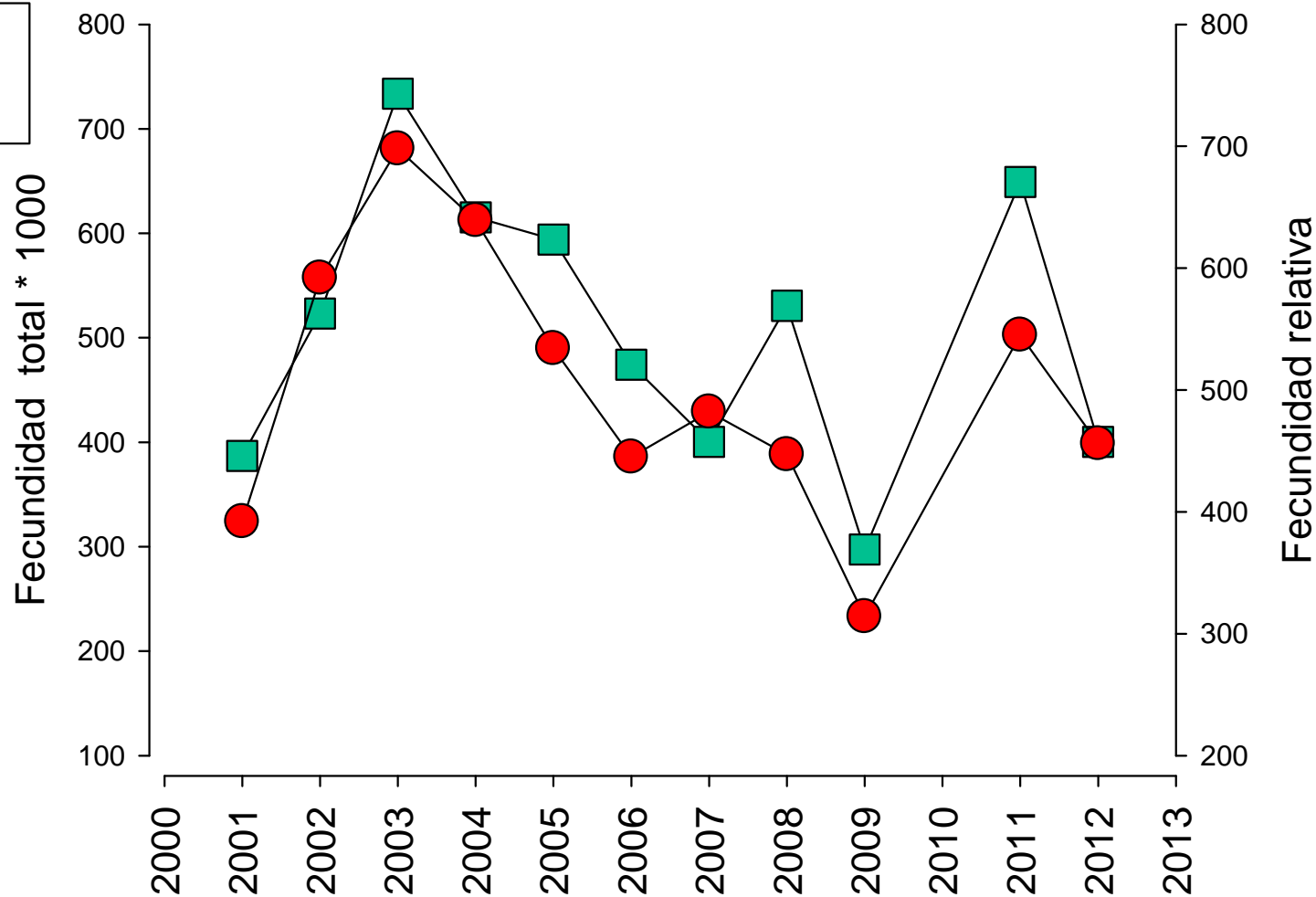
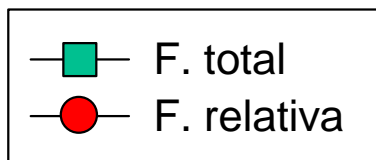
	Fecundidad total			Fecundidad relativa			Tamaño hembras		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	n
2001	119479	1110293	386831	150	974	392	50	61	57
2002	124058	1103030	523125	254	972	592	37	63	94
2003	119842	1340841	733540	174	1981	698	40	62	124
2004	76676	1573646	615362	141	1159	639	40	64	135
2005	71771	1245209	593968	165	913	534	43	64	124
2006	52285	1590339	474335	87	817	445	42	64	104
2007	105435	1210836	400327	197	738	482	36	62	28
2008	84034	1111541	530681	193	780	447	42	66	123
2009	18478	926779	297329	34	646	314	42	63	36
2011	128402	1387777	649082	182	849	545	44	67	101
2012	103340	1083838	400441	239	695	456	34	65	117

39 cm (315 g) - 63 cm (1.800 g); 38% y 16% menor respecto a 2011.

Fecundidad total:



Estimados fecundidad a partir evaluaciones:



Conclusiones:

- ❑ La merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración tardía durante la prospección normal y con importante aporte al desove en la etapa de re-prospección.
- ❑ El estimado de la talla de madurez ($L_{50\%}$) fue 35,5 cm de LT, mientras que para las hembras de evaluaciones de 2001 al 2012 fue 36,7 cm.
- ❑ El potencial de fecundidad total promedio fue 400.441 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 456 ovocitos, 38% y 16% menor respecto a lo estimado en 2011, respectivamente.

Objetivo 4:
Análisis fauna merluza de tres aletas 2012



Objetivo n° 4

Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), en el área de estudio.

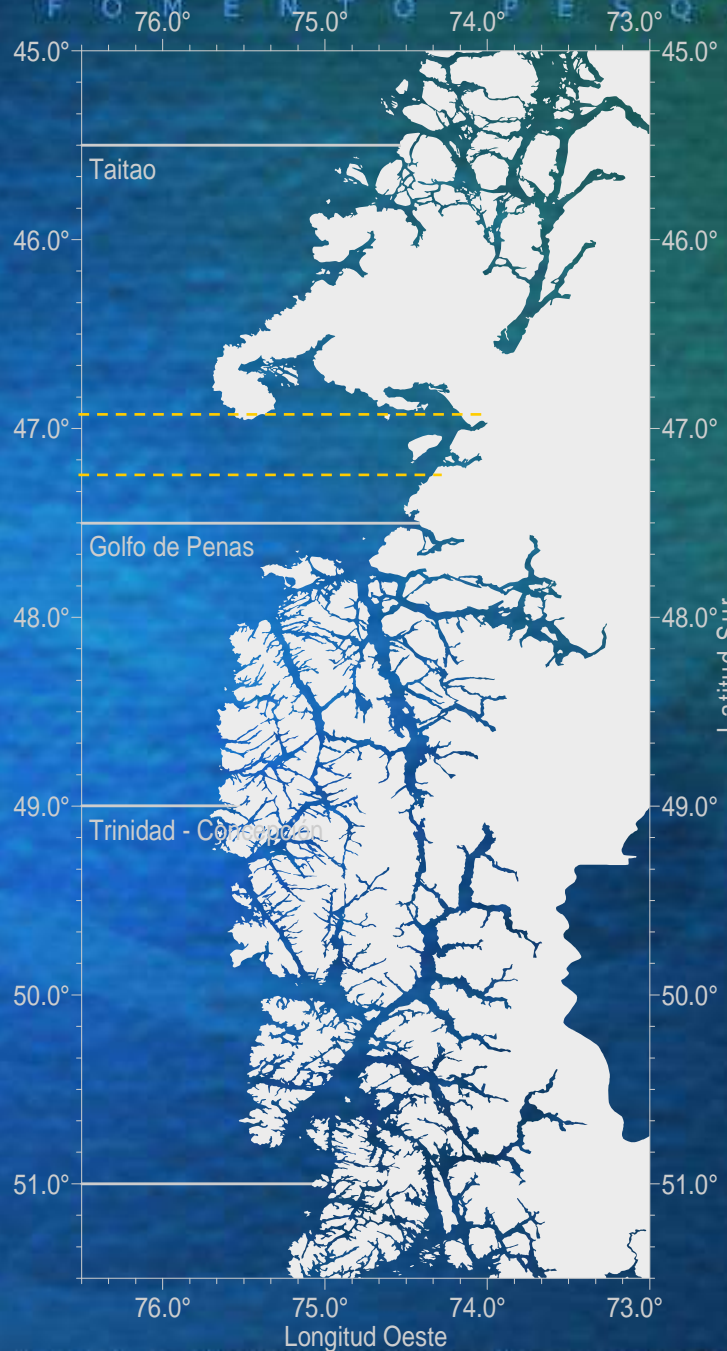
René Vargas S.



Zona 1

Zona 2

Zona 3

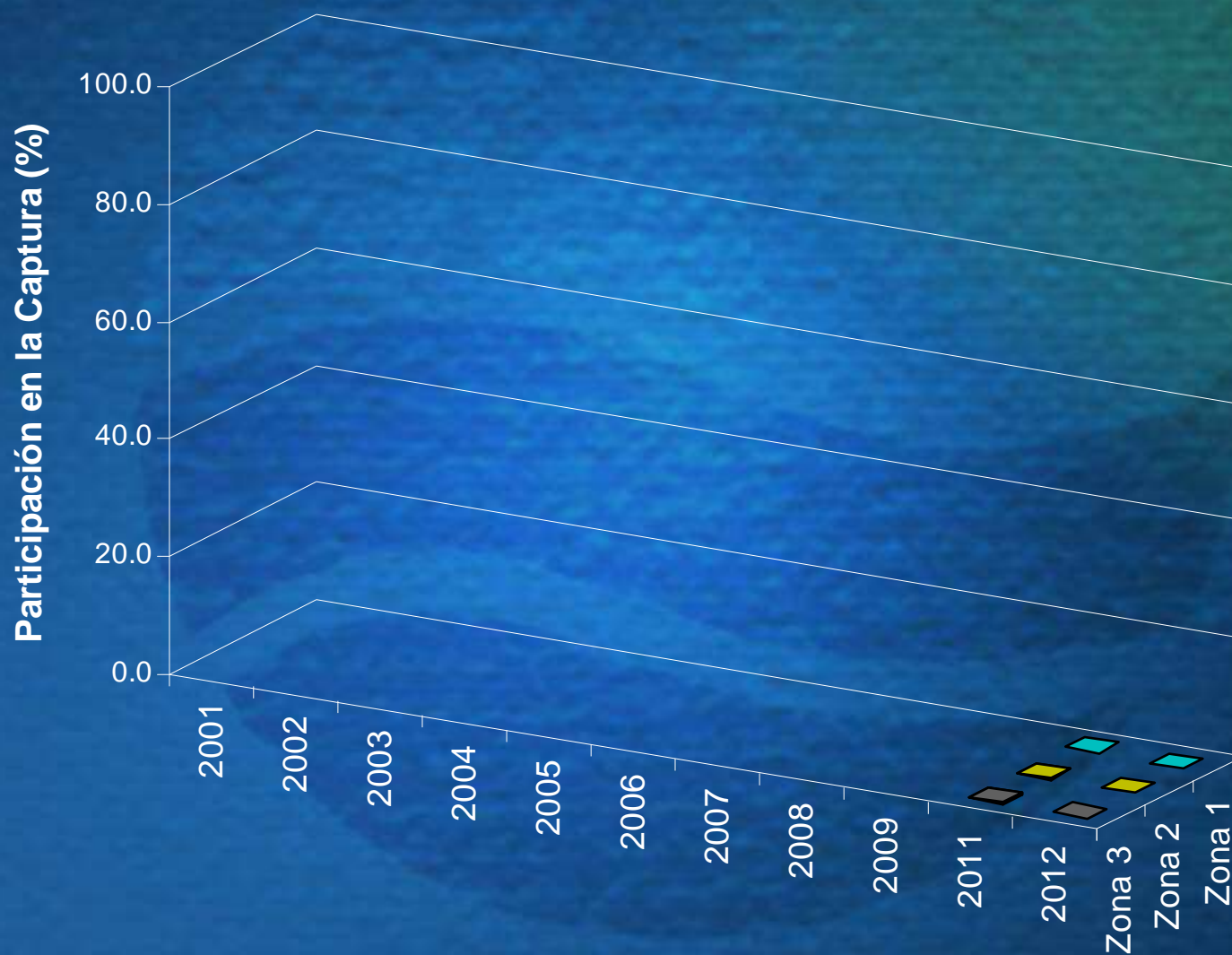


Zona R



Tollo de cachos (sqa)

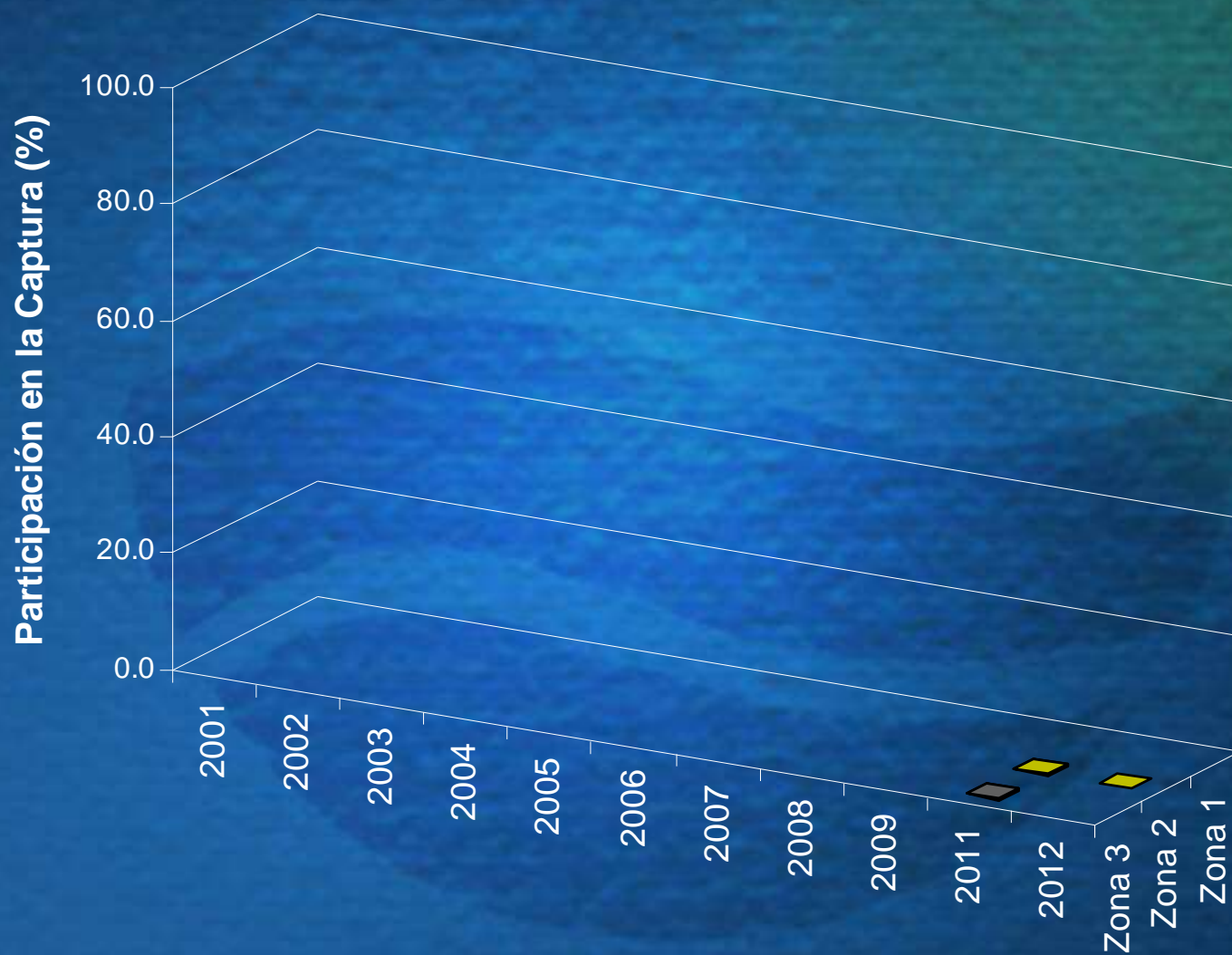
Participación en la captura, por año y zona





Calamar (lgh)

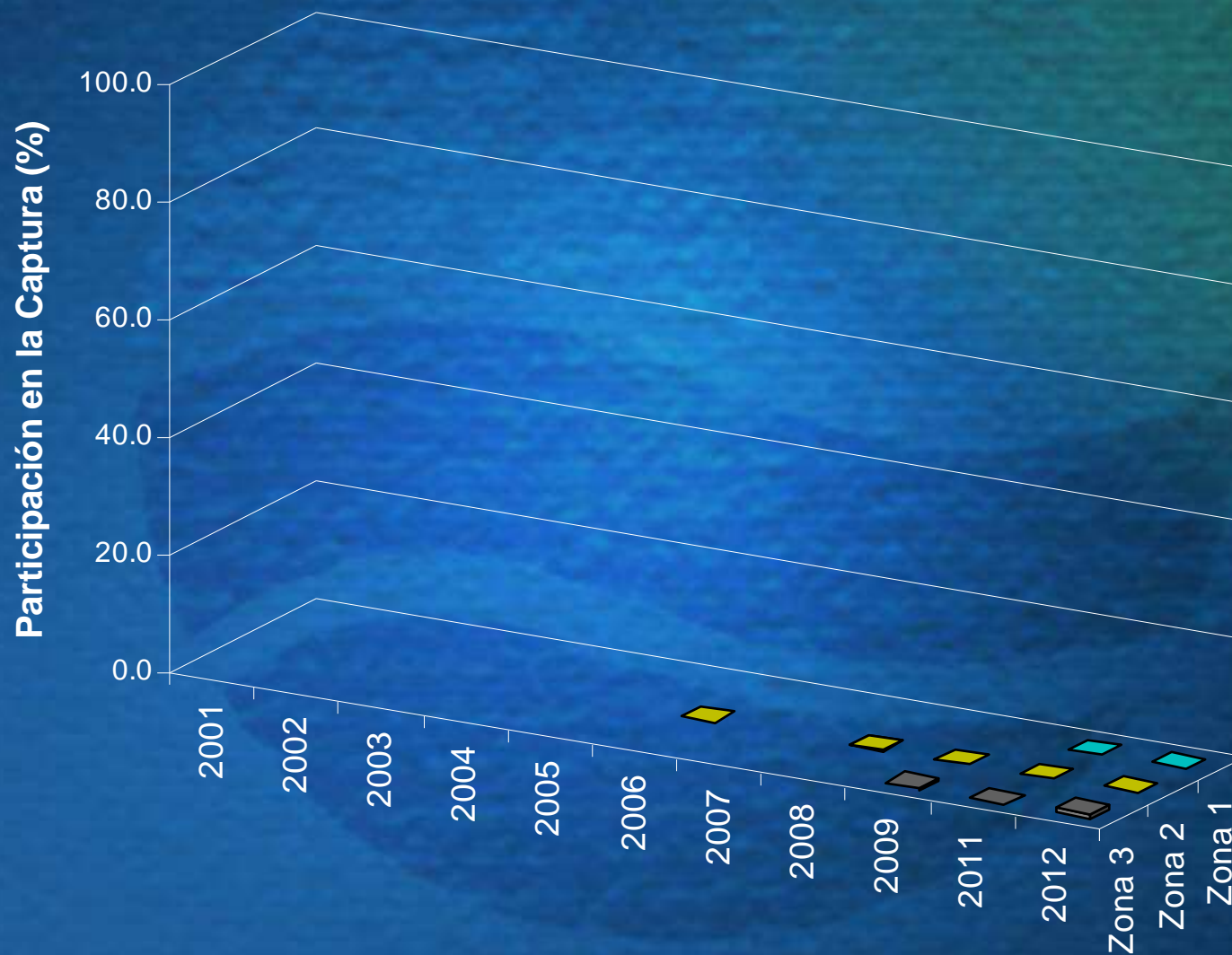
Participación en la captura, por año y zona





Congrio dorado (gb)

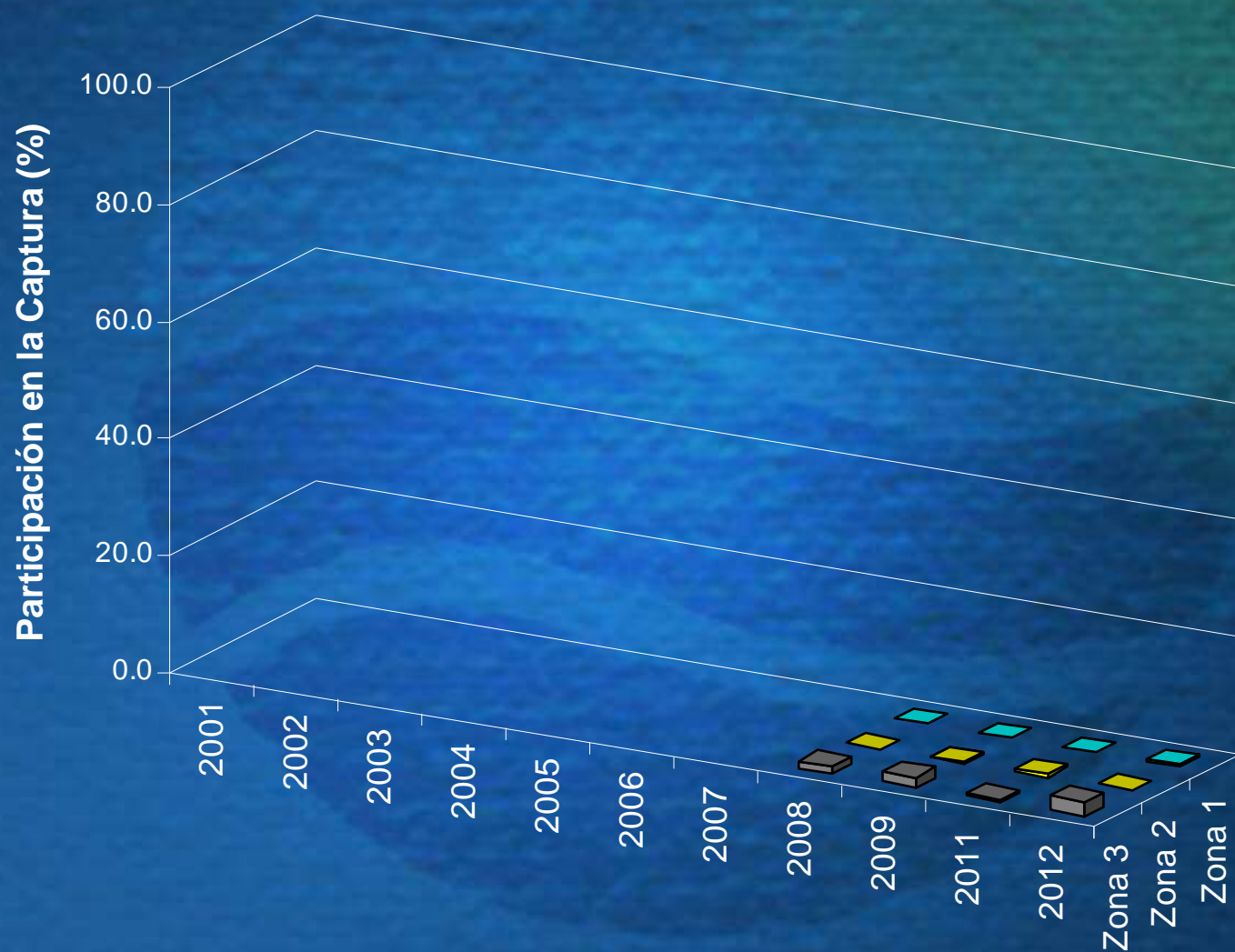
Participación en la captura, por año y zona





Brótula (sau)

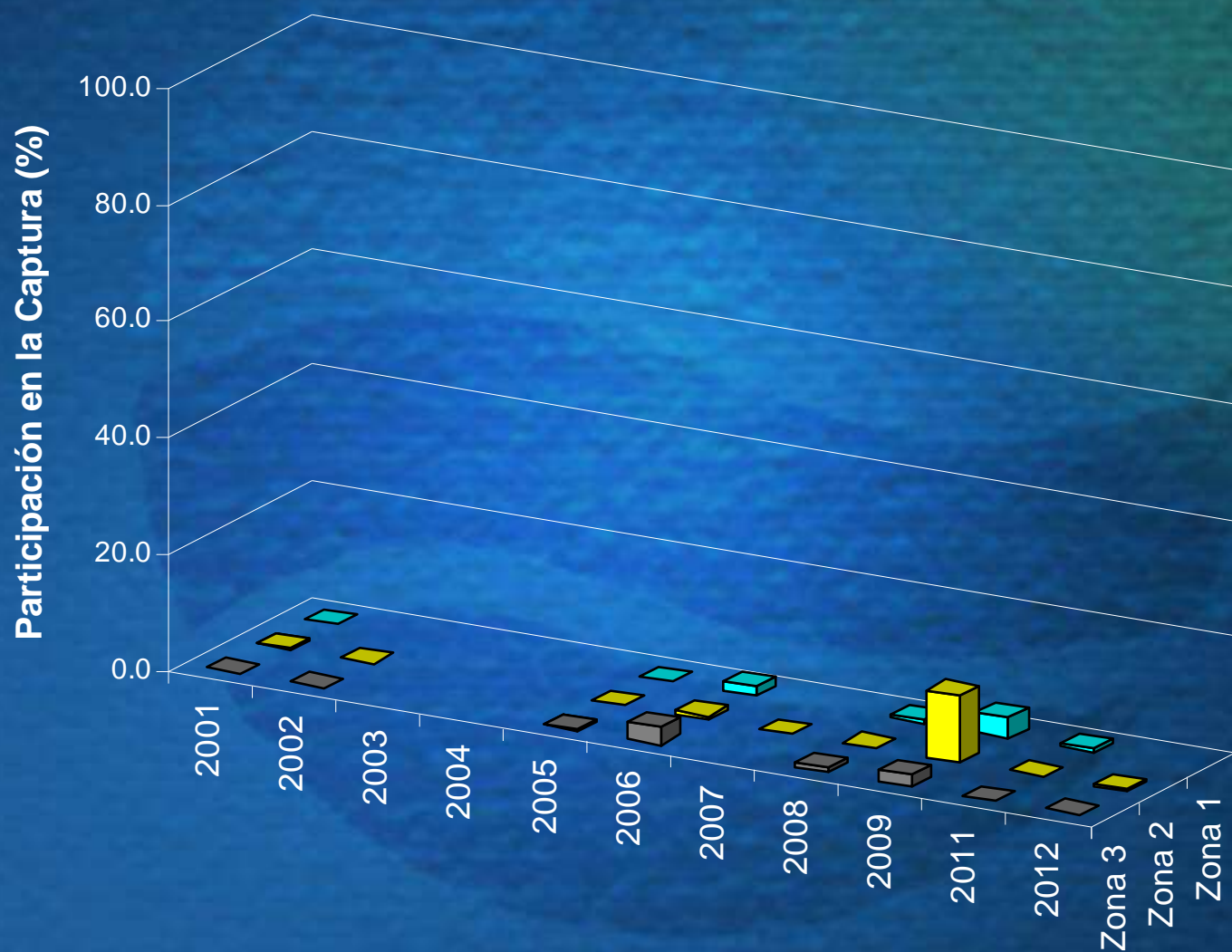
Participación en la captura, por año y zona





Cojinoba (ser)

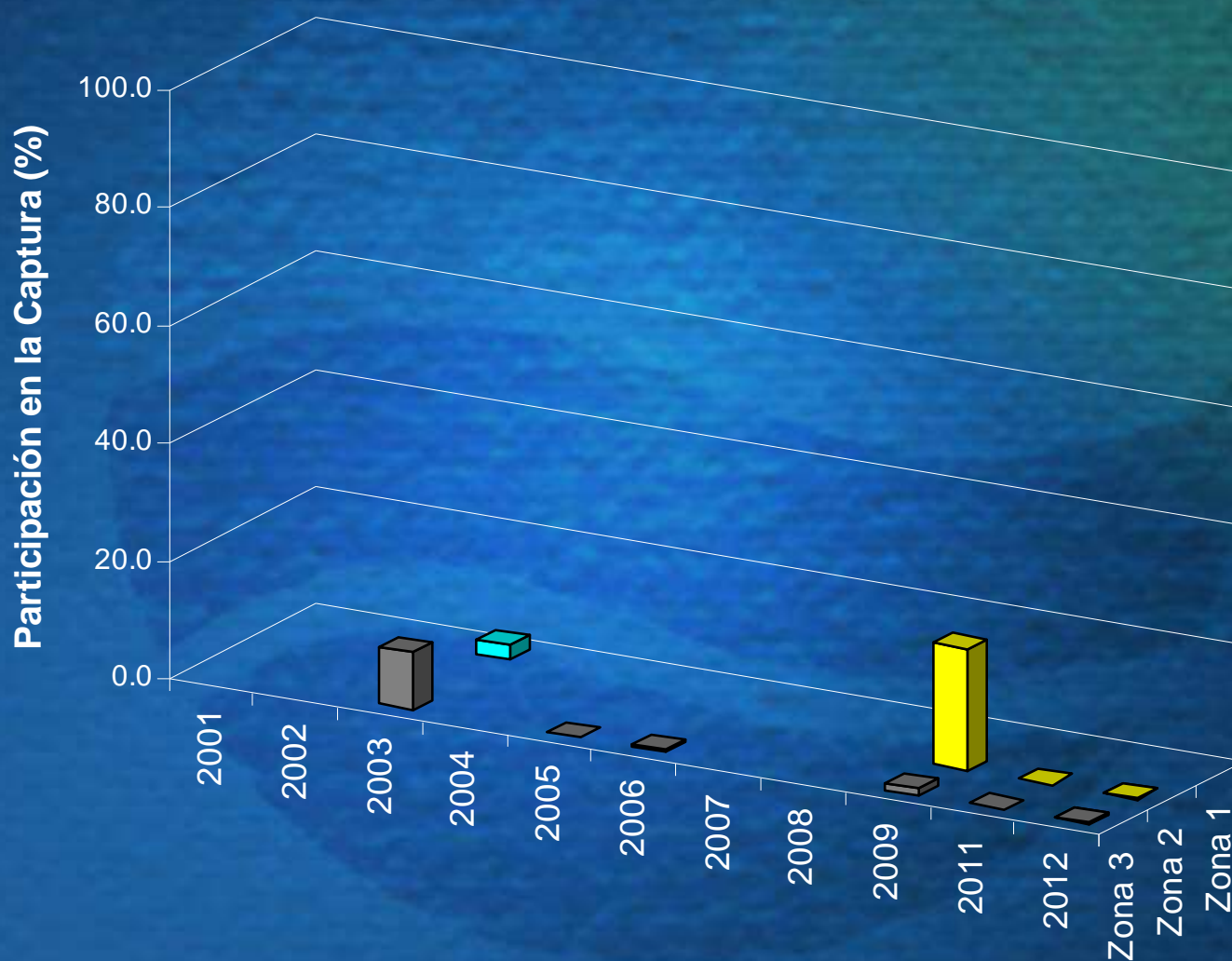
Participación en la captura, por año y zona





Jibia (dg)

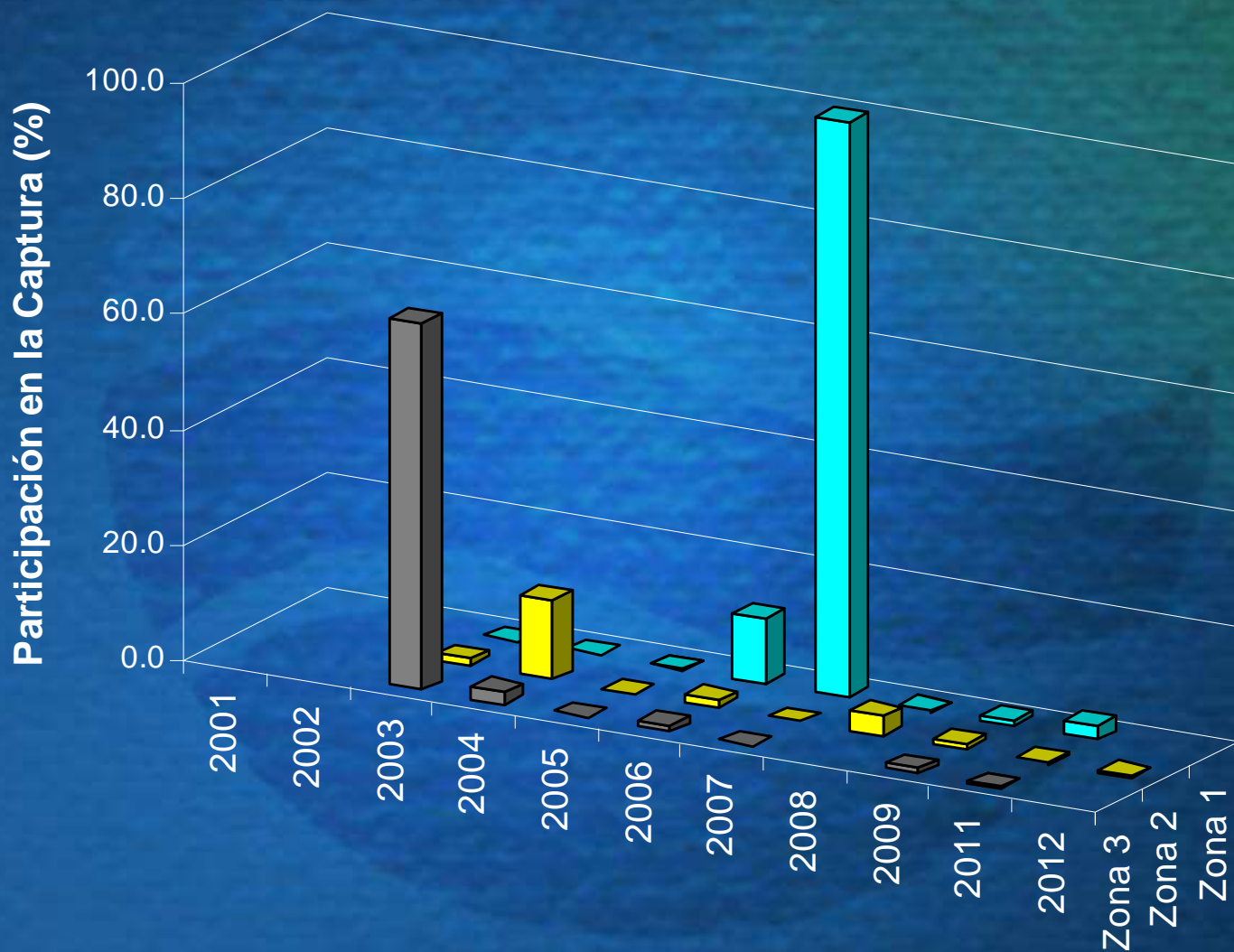
Participación en la captura, por año y zona





Reineta (bau)

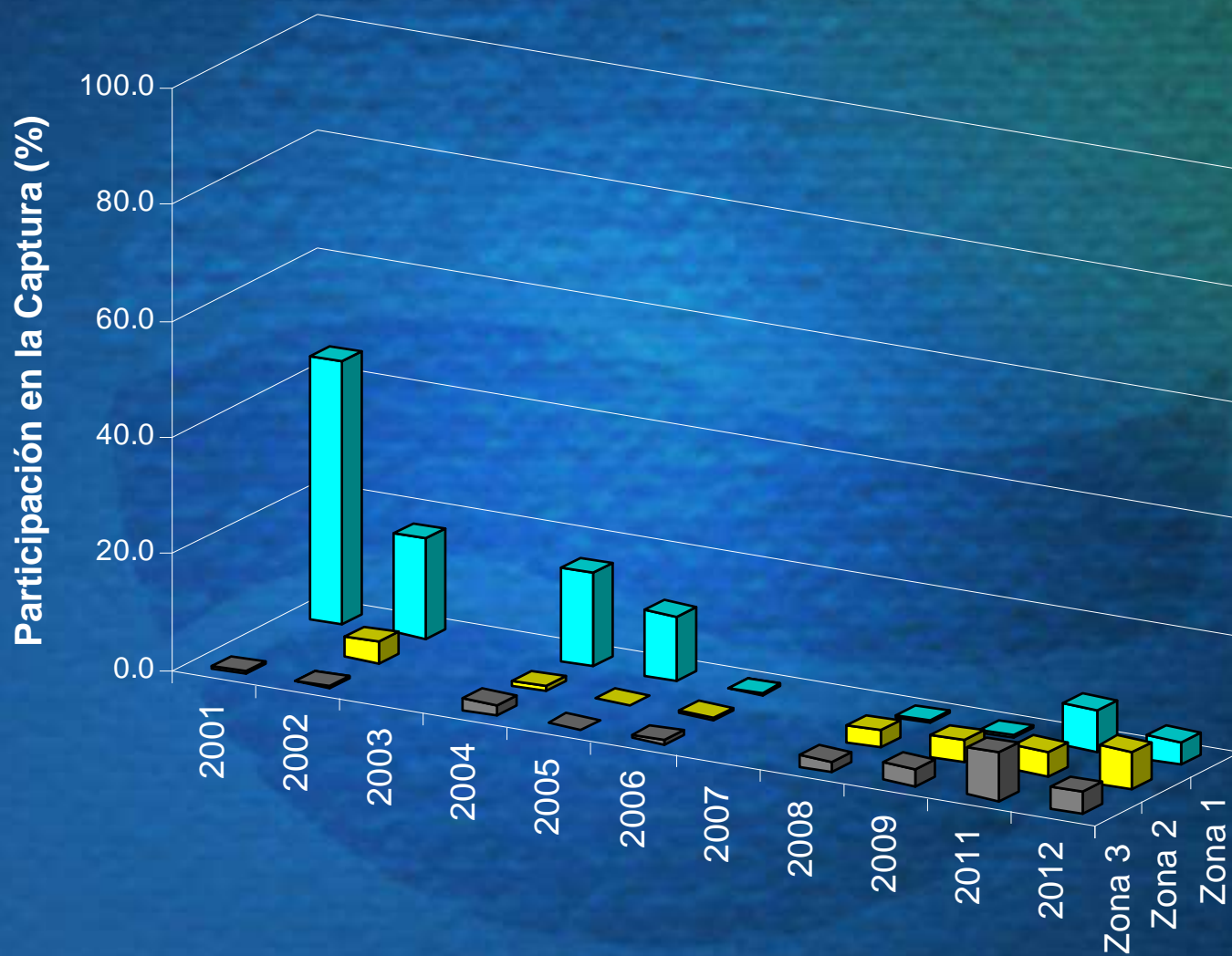
Participación en la captura, por año y zona





Merluza austral (mau)

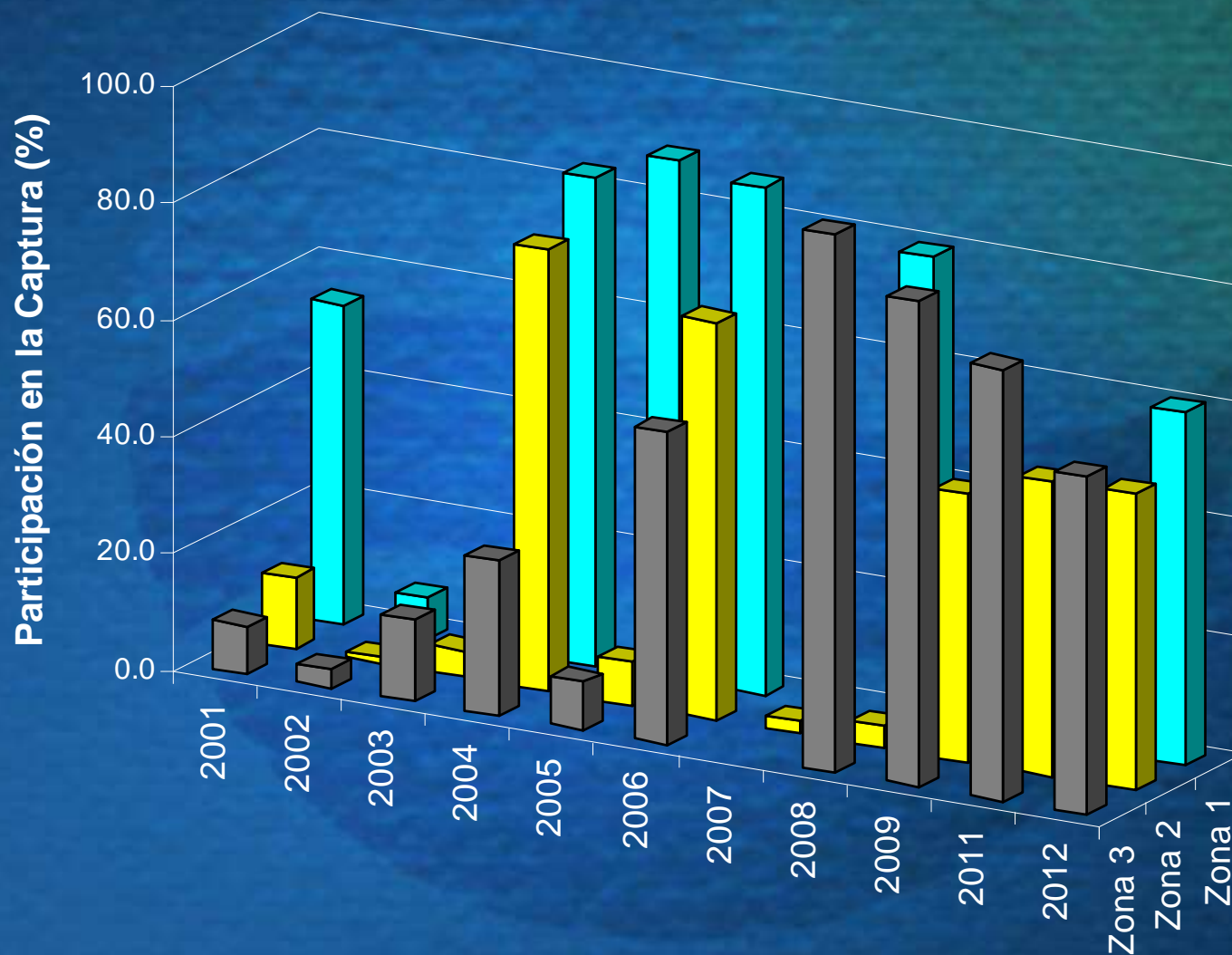
Participación en la captura, por año y zona





Merluza de cola (mm)

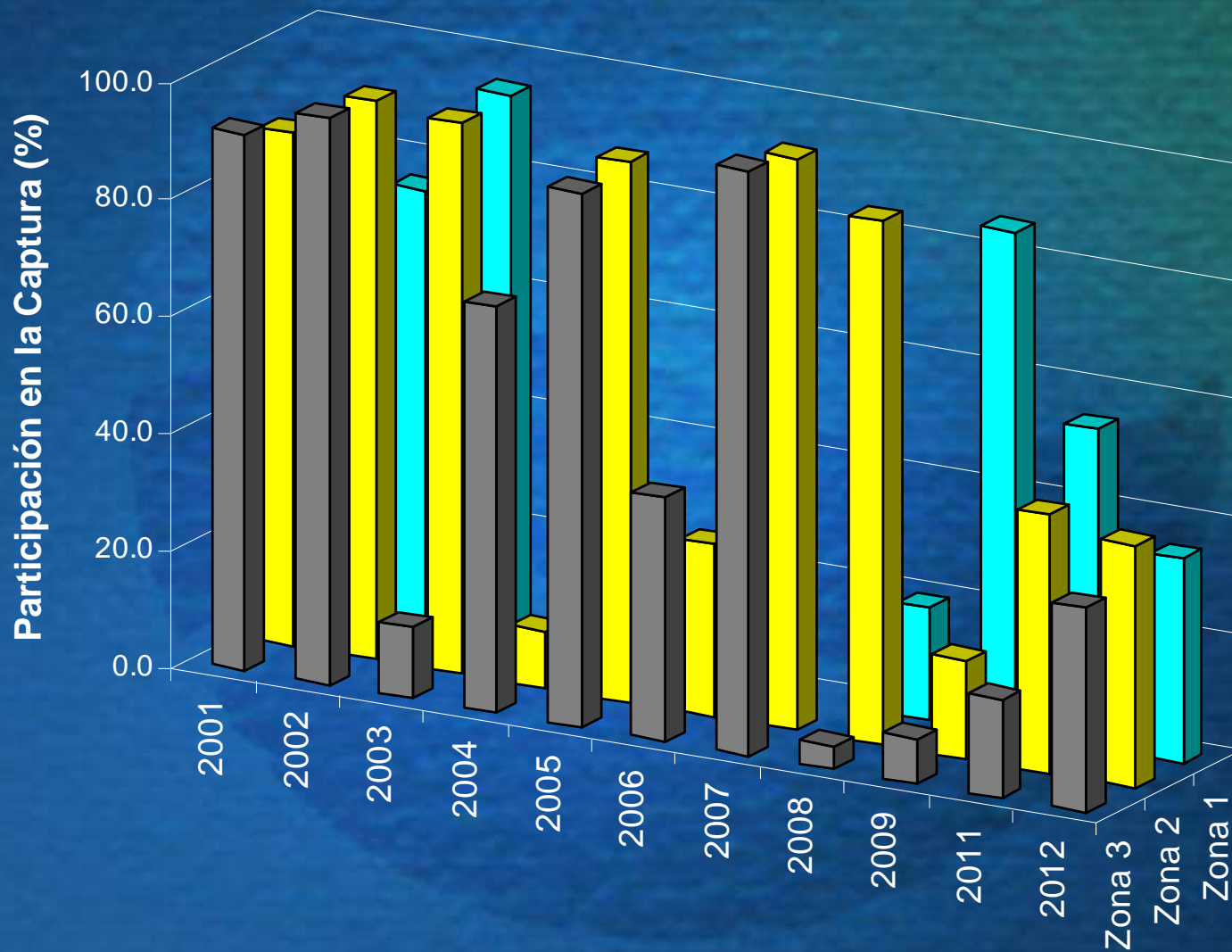
Participación en la captura, por año y zona





Merluza de tres aletas (m3a)

Participación en la captura, por año y zona





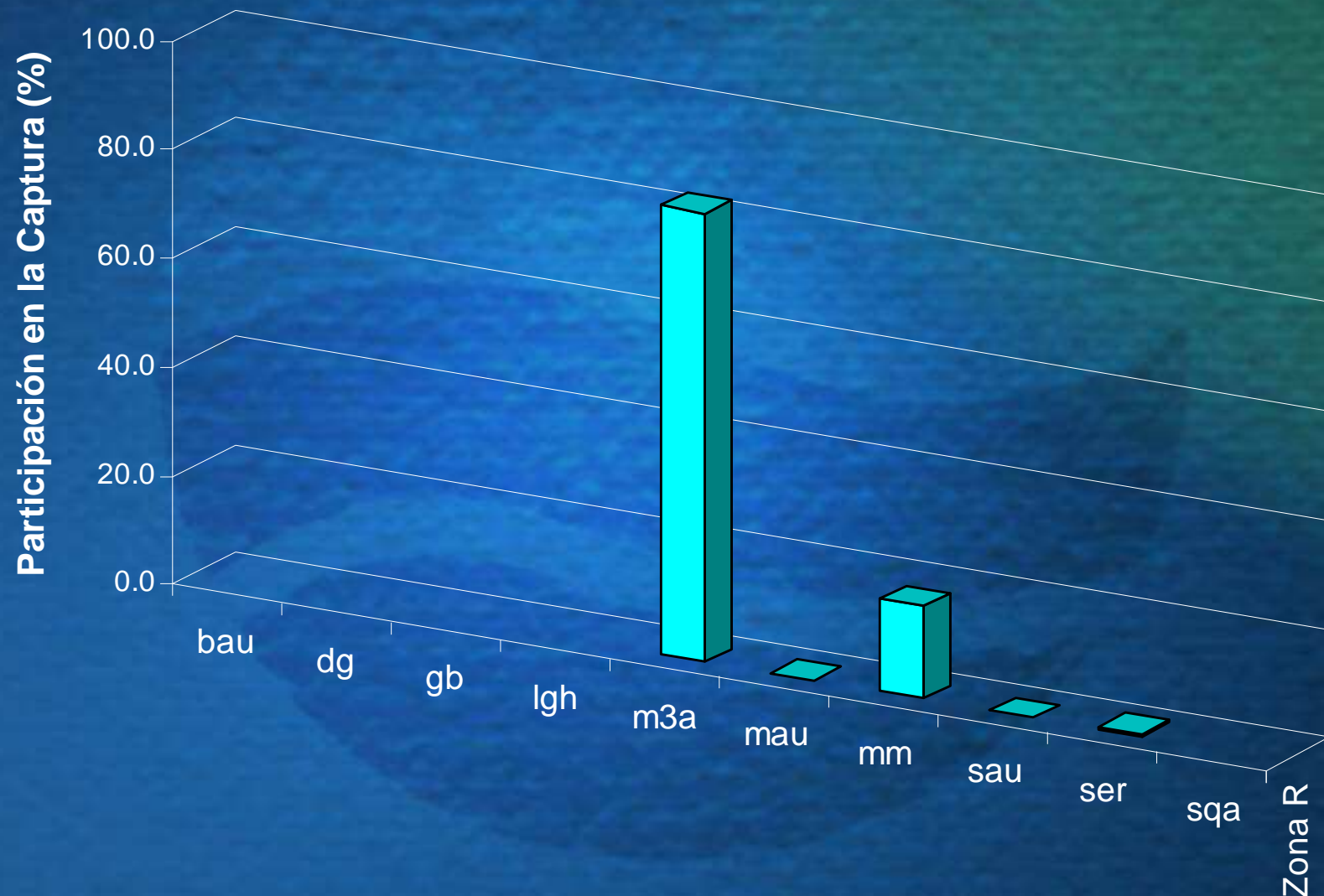
Resumen anual de especies capturadas como fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas

Especie	Cod.	2001*	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*	2007*	2008*	2009*	2011*	2012*
Reineta	bau			0.6	3.4	0.1	2.3	0.02	0.9	0.9	0.9	0.08
Jibia	dg			2.0		0.01	0.2			9.3	0.03	0.07
Congrio dorado	gb						0.01		0.01	0.07	0.04	0.3
Calamar	lgh										0.2	0.003
Merluza de tres aletas	m3a	79.8	94.2	94.3	52.6	86.6	32.9	97.8	33.9	44.4	39.2	48.2
Merluza del sur	mau	5.7	3.0		3.6	0.7	0.5		1.0	2.2	6.2	3.8
Merluza de cola	mm	14.4	2.8	3.1	40.5	12.5	62.0	2.1	63.5	35.8	52.8	46.6
Brótula	sau								0.1	0.3	0.3	0.7
Cojinoba del sur	ser	0.1	0.02			0.07	2.0	0.02	0.6	6.9	0.3	0.2
Tollo de cachos	sqa										0.1	0.06

*Participación porcentual, respecto de la captura total del crucero



Participación en la captura por especie para la zona de Reprospección, año 2012.





Distribución batimétrica principales recursos

- En la zona de estudio las especies descritas, se localizaron preferentemente (**89,1%**), entre los 100 m y 300 m de profundidad.

Profundidad	% Ocurrencia
0-100	0.1
101-200	32.6
201-300	56.5
301-400	9.1
401-500	1.5
501-600	0.2

- La profundidad media en la que se distribuyen estas especies es cercana a los **231,5 m** de profundidad, con una desviación estándar de 60 m.



Distribución batimétrica principales recursos

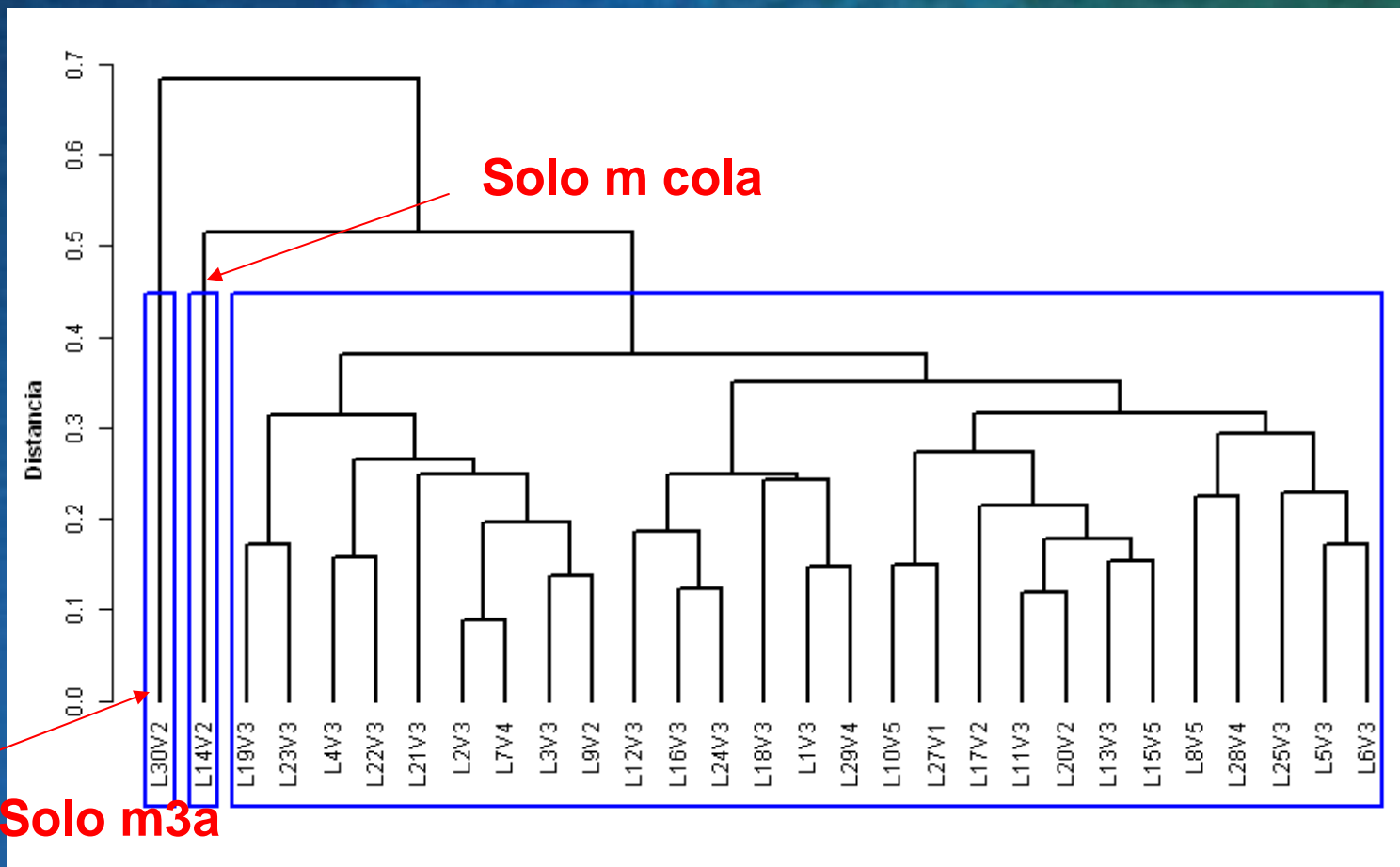
- Las 10 especies observadas en la zona de estudio, se distribuyen en un rango promedio de profundidad, muy similar.

Especie	Codigo	% Ocurrencia	Prof. media	Rango
Reineta	bau	11,7	242,5	117 - 508
Jibia	dg	5,0	229,4	110 - 346
Congrio Dorado	gb	3,9	228,0	149 - 346
Calamar	lgh	4,2	231,3	110 - 346
Merluza de tres aletas	m3a	23,9	221,8	100 - 484
Merluza austral	mau	12,3	247,1	140 - 484
Merluza de cola	mm	21,8	227,2	110 - 484
Brótula	sau	5,1	232,8	149 - 346
Cojinoba	ser	8,2	233,9	133 - 508
sqa	sqa	3,9	234,3	149 - 346

- Especies como Reineta, y Cojinoba se han observado ocasionalmente en un rango más amplio de distribución batimétrica.



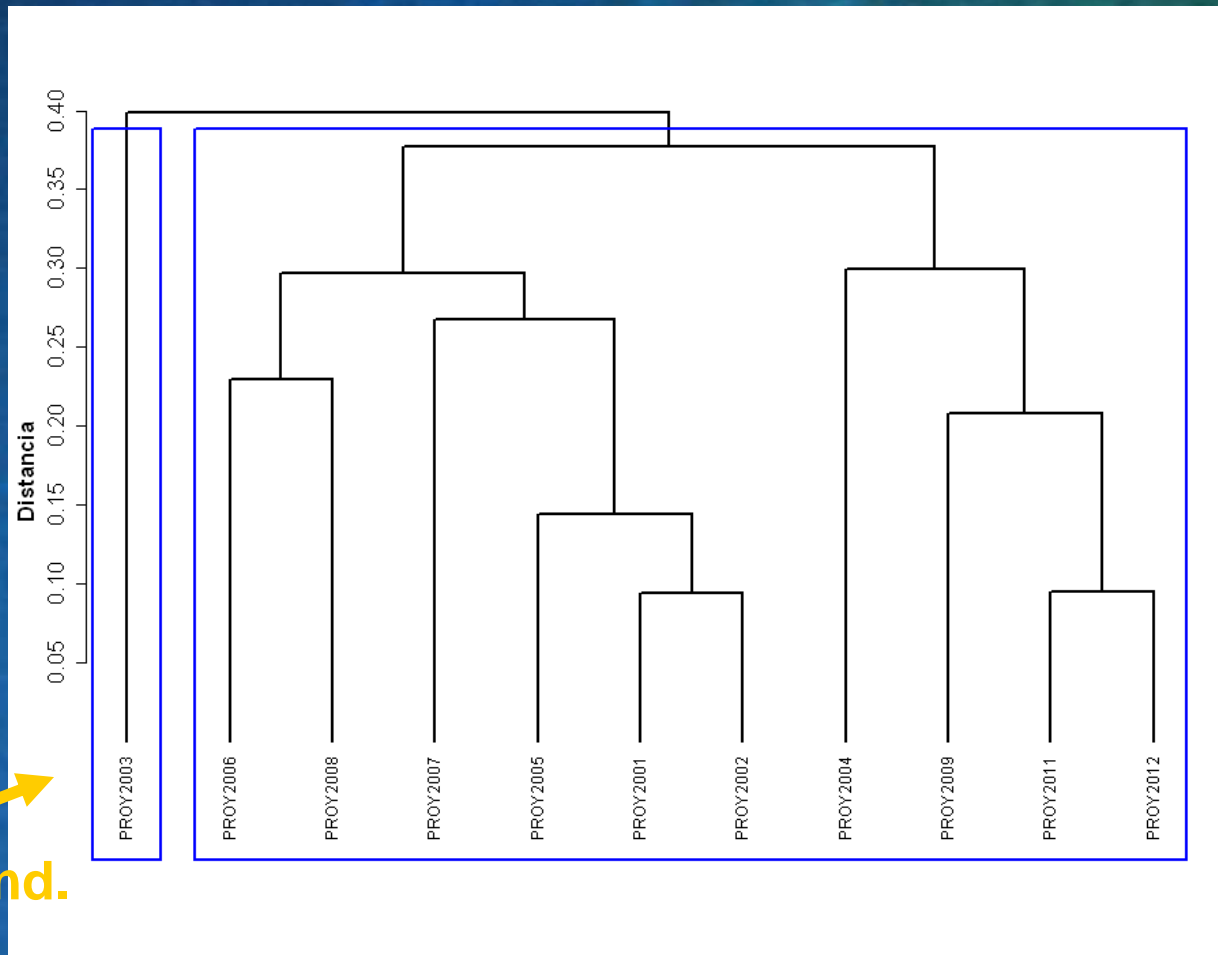
Lances crucero 2012



El resultado gráfico del análisis de clasificación para la agrupación **Lances 2012**, muestra la formación de **tres grupos**, con niveles de similitud superiores al 60%.



Cruceros de evaluación 2001- 2012



Baja abund.
Fauna

El resultado gráfico del análisis de clasificación para la agrupación **Cruceros por AÑO** muestra la formación de un gran grupo, con niveles de similitud superiores al 70%, y solo el año 2003 con un nivel de 60 %.



- Merluza de tres aletas, merluza de cola componen el **97.3%**, de la fauna asociada a la **zona** y la **época** de estudio, seguida en importancia por merluza austral (1,6%).
- Considerando **sólo** la fauna acompañante (**sin m3a**), merluza de **cola** compone el **87%** de ésta, seguida en importancia por **merluza austral** (7,9%) y **cojinoba** (2,1%).
- El **89%** de la fauna se distribuye en promedio, en la franja batimétrica de 200 m.



- Las **tres** especies de merluzas son las especies dominantes en el área de estudio, su **aporte** muestra claras variaciones interanuales, la tendencia es que ellas mantienen una **alta jerarquía**, sobre las otras especies de la fauna acompañante.
- Especies como Brótula, Cojinoba, Jibia y Reineta, a pesar de NO presentar altos valores de **participación** como fauna acompañante, son **muy recurrentes**, dentro del área de estudio.



Gracias por su atención !!





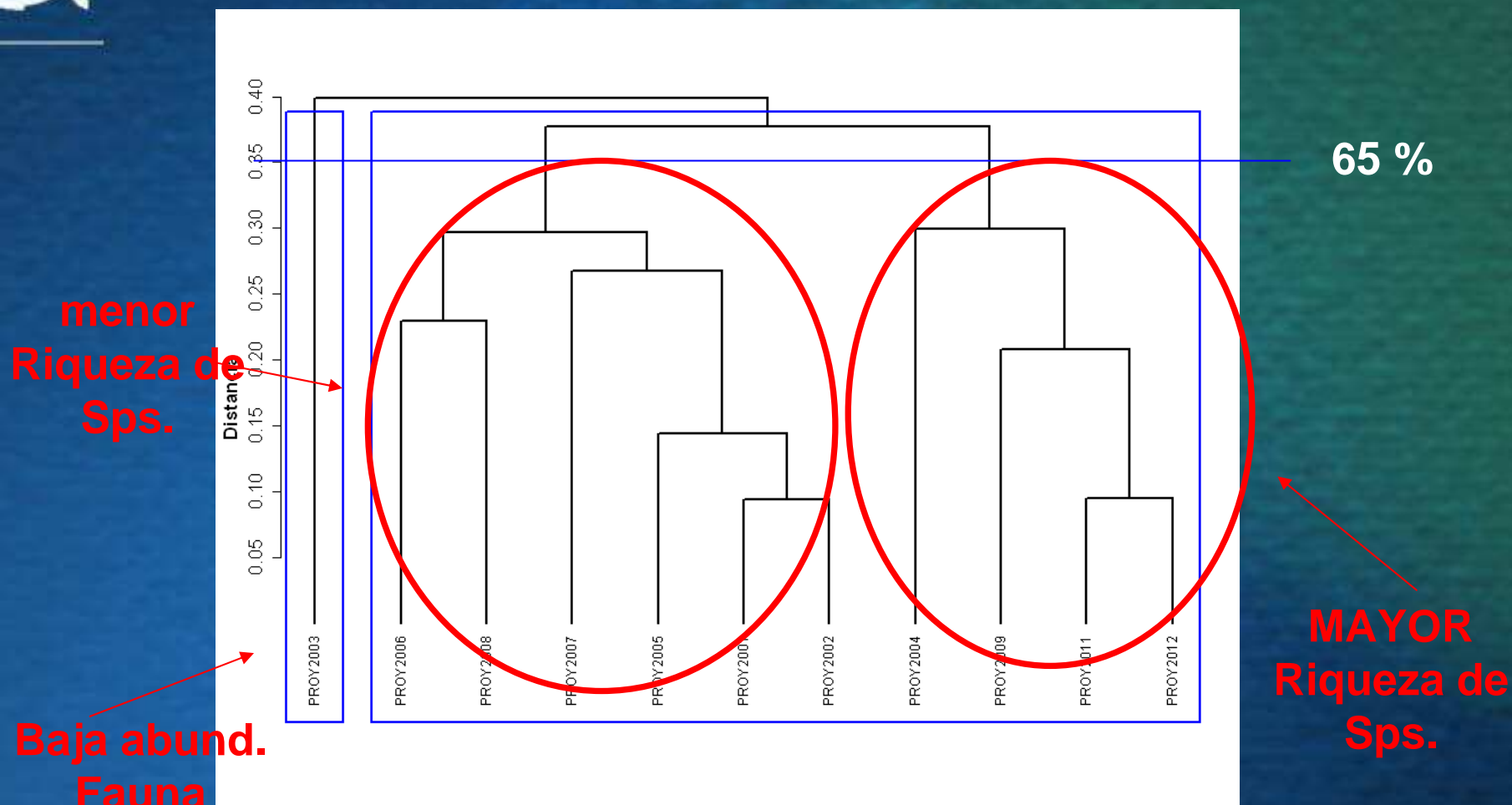
Identificación de agrupaciones

- Este análisis se realiza con **toda** la información de fauna acompañante obtenida durante los cruceros realizados entre 2001 y 2012.
- La identificación de agrupaciones faunísticas se efectúa a partir del análisis de clasificación por conglomerados (análisis de cluster's).
- Para ello, se construye una matriz de similitud, a partir de los datos de abundancia relativa de las especies capturadas, agrupadas por **cruceros, zona y veril**.
- Esta matriz se construye a partir del índice de **similitud** de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). La ventaja de usar este índice es que, no es afectado por ausencia de información o valores cero (Arancibia, 1988) y es el que mejor refleja la similitud entre entidades (Bloom, 1981).

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ijz} - x_{ikz}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ijz} + x_{ikz})}$$



Cruceros de evaluación 2001- 2012



El resultado gráfico del análisis de clasificación para la agrupación **Cruceros por AÑO** muestra la formación de un gran grupo, con niveles de similitud superiores al 70%, y solo el año 2003 con un nivel de 60 %.

Objetivo 5:
Agregaciones merluza de tres aletas 2012



Objetivo N° 5

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

Alvaro Saavedra Godoy

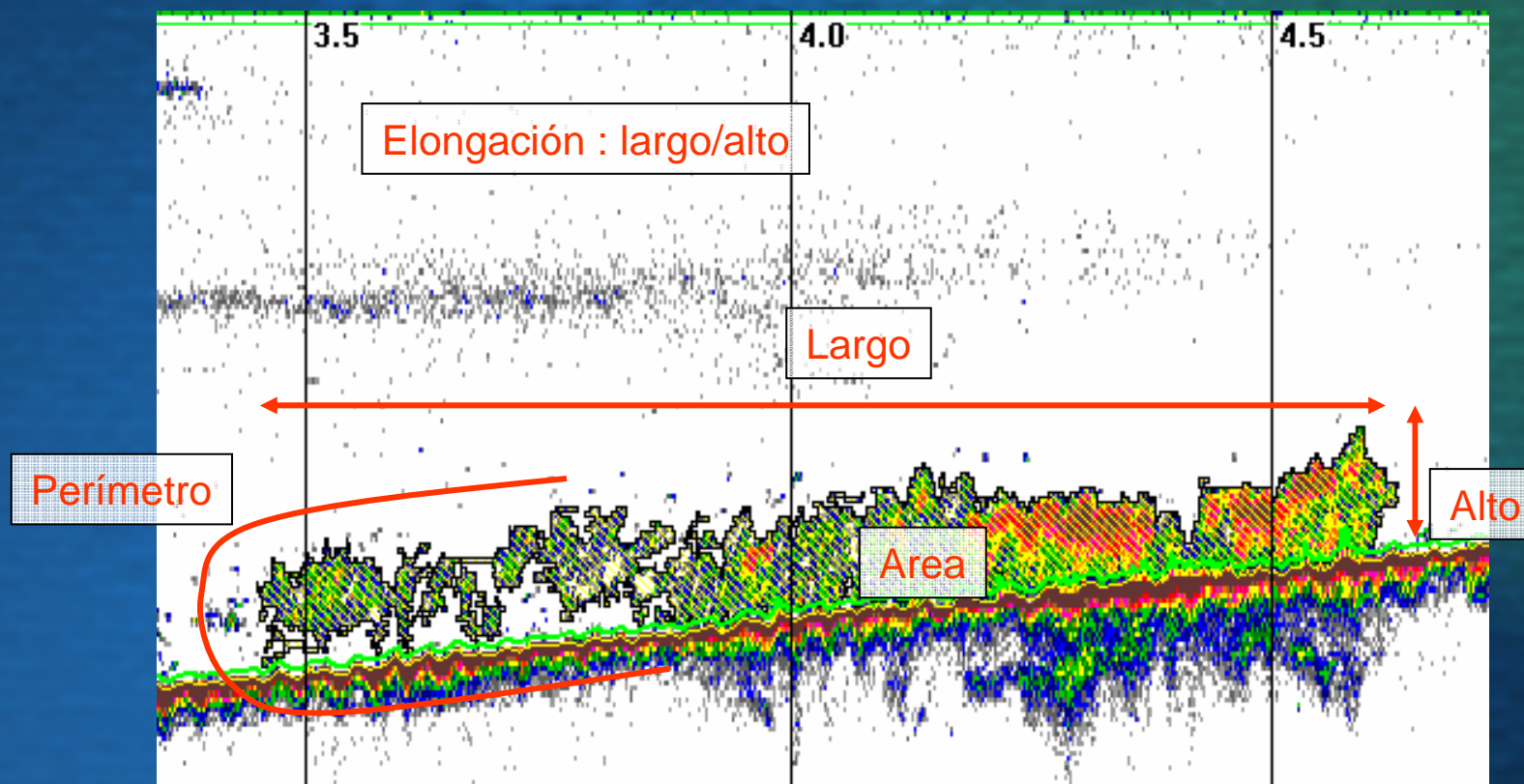


Las agregaciones fueron detectadas y caracterizadas utilizando el modulo "Schools Detection" de Sonardata Echoview® versión 5.3.40

The screenshot displays the Sonardata Echoview interface. The main window is titled "EV File Properties - Acust 237_mapa.EV". On the left, a sidebar contains various tool options: Echogram, Line Pick, Ping Status, Export (highlighted), Schools, Fish Tracks, EV File, Classes, Classification, Mapping, Response Curves, and Notes. The "Export" dialog box is open, showing a list of "Analysis variables to export" with checkboxes for various parameters like "Integration schools", "3D_school_area", "3D_school_volume", etc. Below this, there are options for "Analysis by cells" (Database or Spreadsheet format) and "General" settings (Output empty cells, Output empty single target pings, Biomass export units). A red arrow points from the "Integration schools" section of the "Export" dialog to the "Schools" configuration window. The "Schools" window is titled "card 007.EV" and shows settings for "Single beam schools" (Minimum total school length, height, candidate length, height, vertical linking distance, horizontal linking distance, Distance mode) and "Multibeam schools" (3D Schools Detection Properties). A note at the bottom of the "Schools" window states: "Note that the exclusion settings on the Analysis page of the Variable Properties dialog box will also affect schools detection." Buttons for "OK", "Cancel", "Apply", and "Help" are visible at the bottom of both dialog boxes.

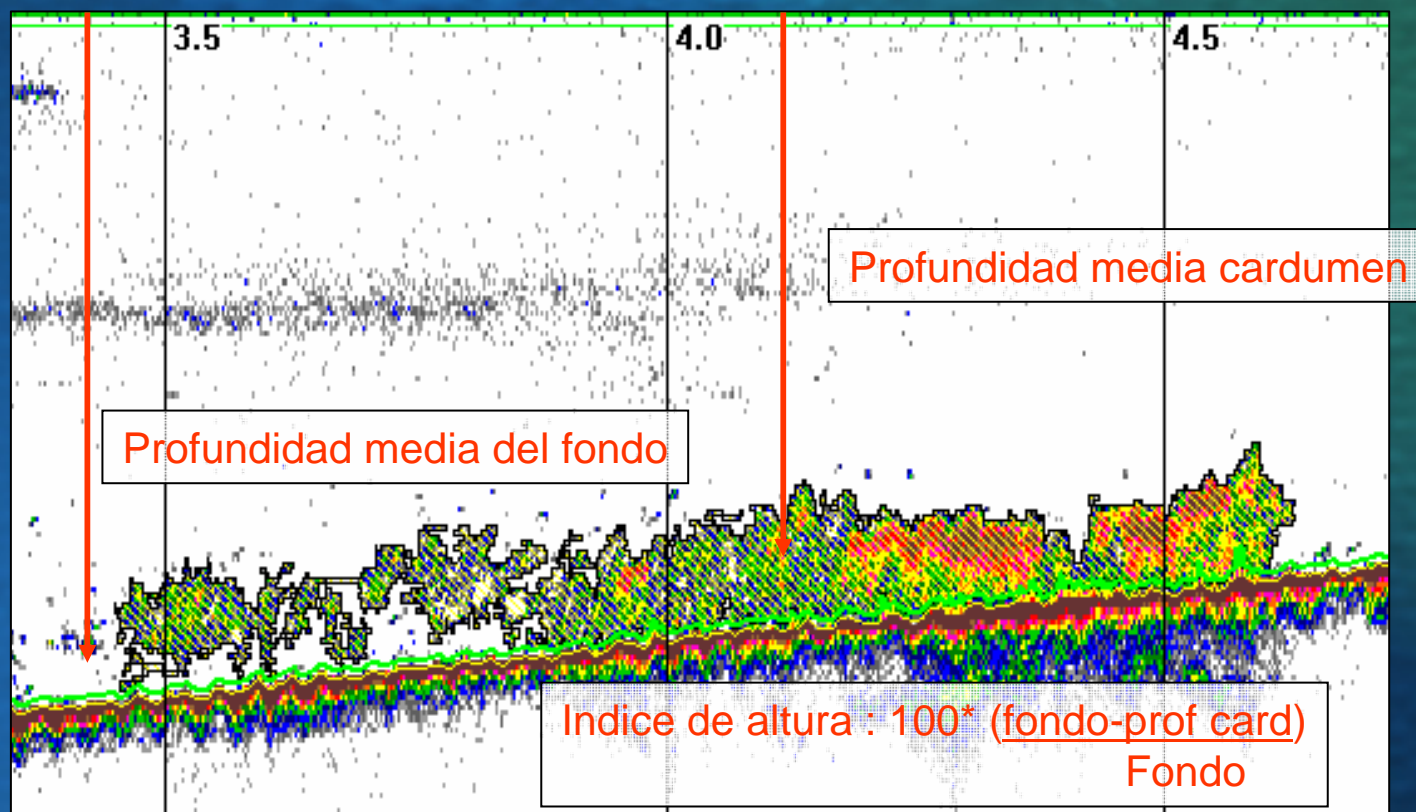


Características morfométricas



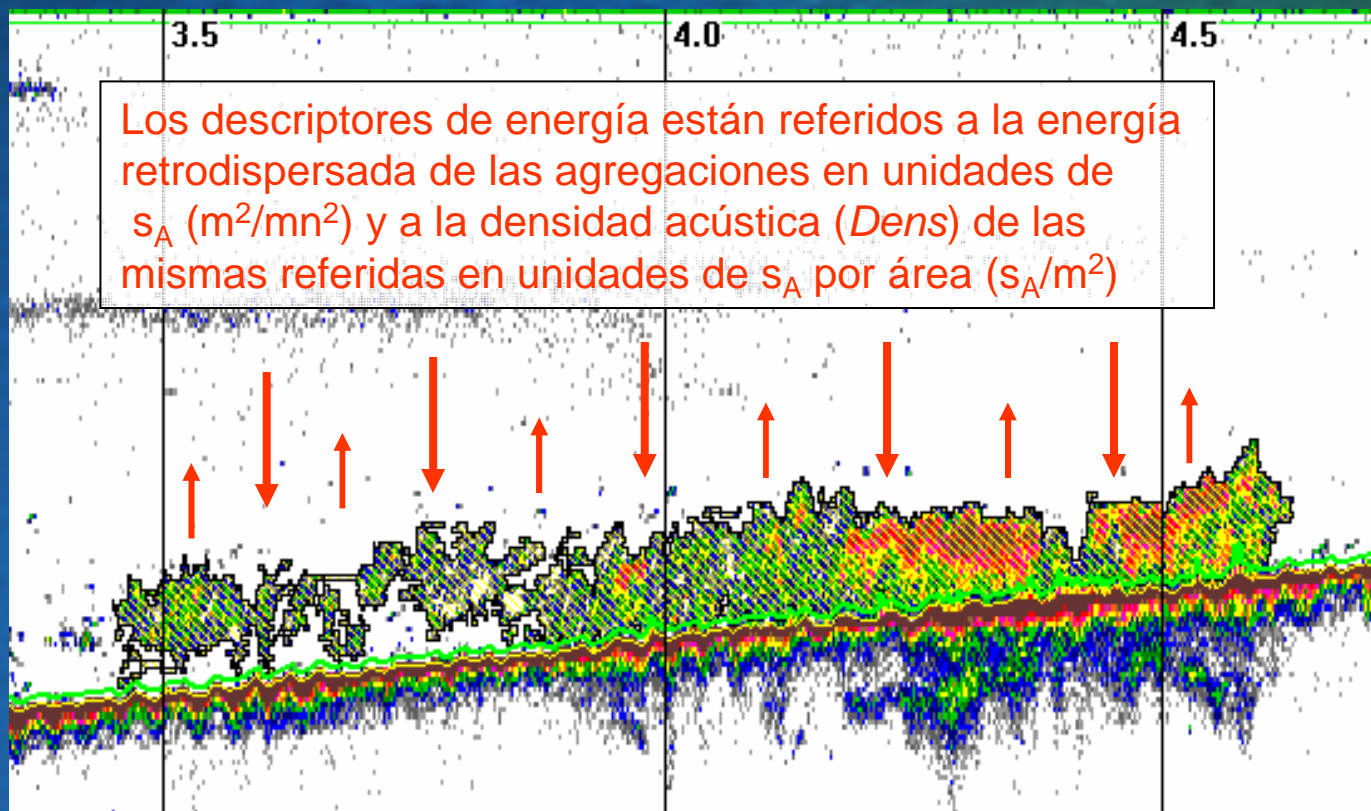


Características batimétricas



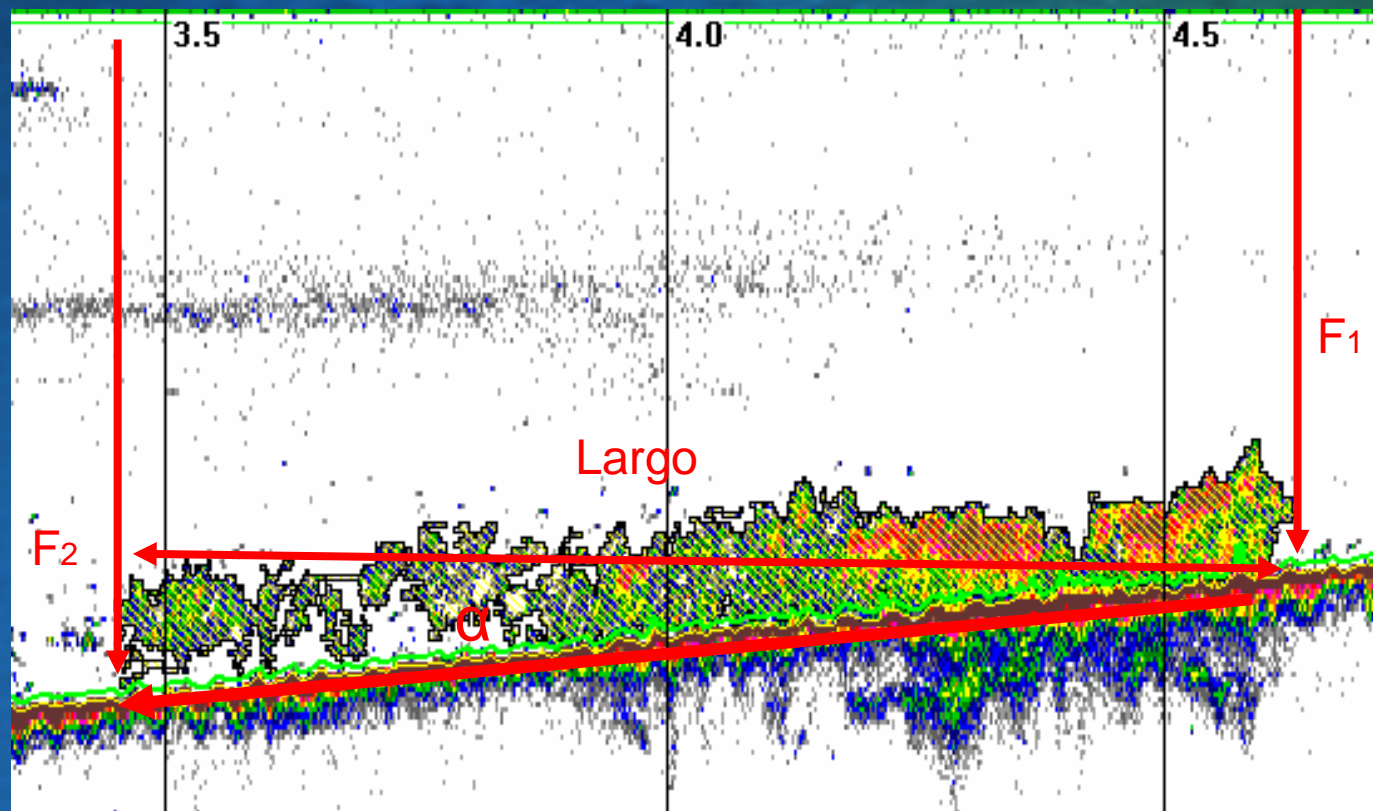


Características energéticas





Pendiente del fondo



$$\alpha = \text{Atan}(\text{abs}(F_2 - F_1) / \text{Largo})$$

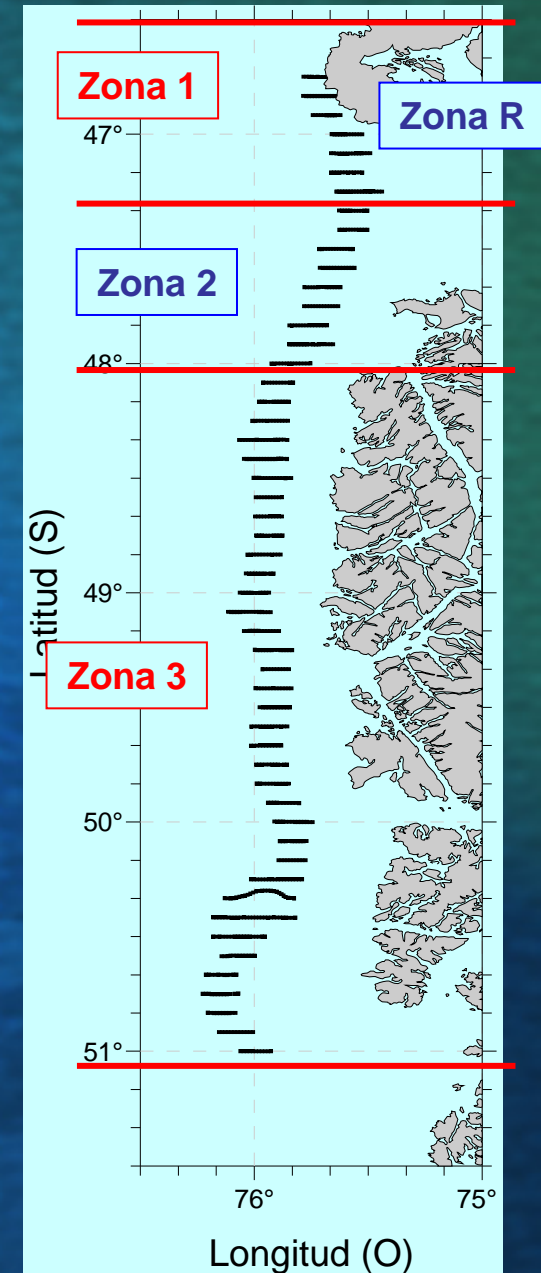
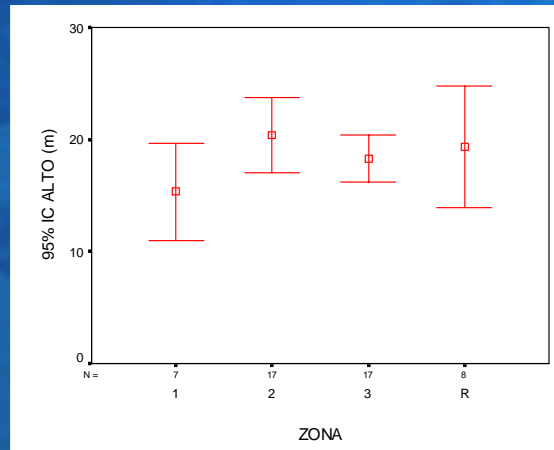
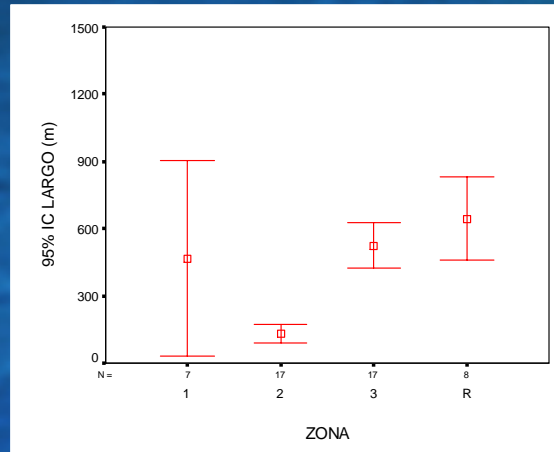


Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas Año 2012

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	400	2.153	26	406	1,02	49
Alto (m)	19	29	7	6	0,30	49
Elongación	22	119	1	23	1,02	49
Perímetro (m)	3.112	26.802	207	4.547	1,46	49
Area (m ²)	7.618	38.389	385	8.173	1,07	49
Dim. Fractal	1,39	1,73	1,05	0,18	0,13	49
Prof. Card (m)	280	423	168	61	0,22	49
Prof. Fondo (m)	541	1.476	192	312	0,58	49
Indice altura (%)	38	82	6	21	0,57	49
s _A (m ² /mn ²)	3.109	109.939	114	15.730	5,06	49
Densidad (s _A /m ²)	0,3	4,95	0,02	0,7	2,18	49
Pendiente Fondo(º)	9,3	49,2	0,0	10	1,03	49

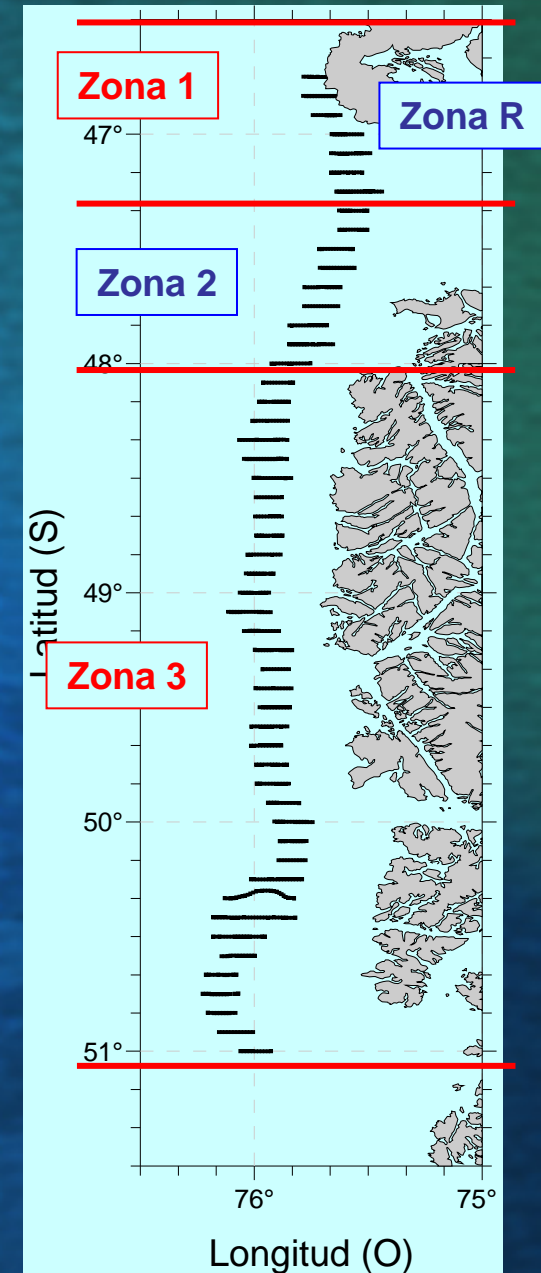
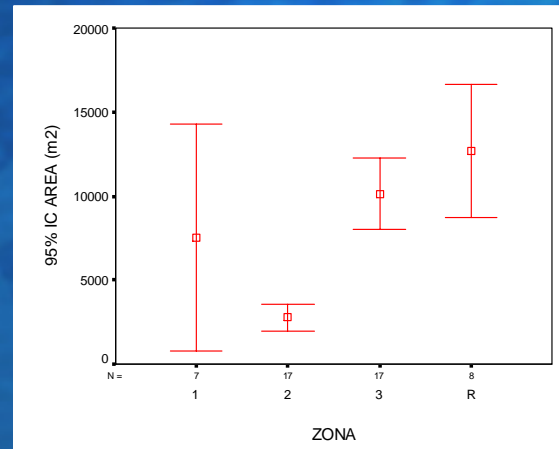
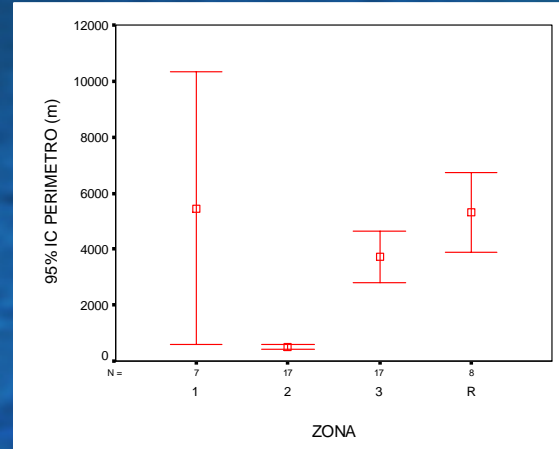


Descriptores por zona

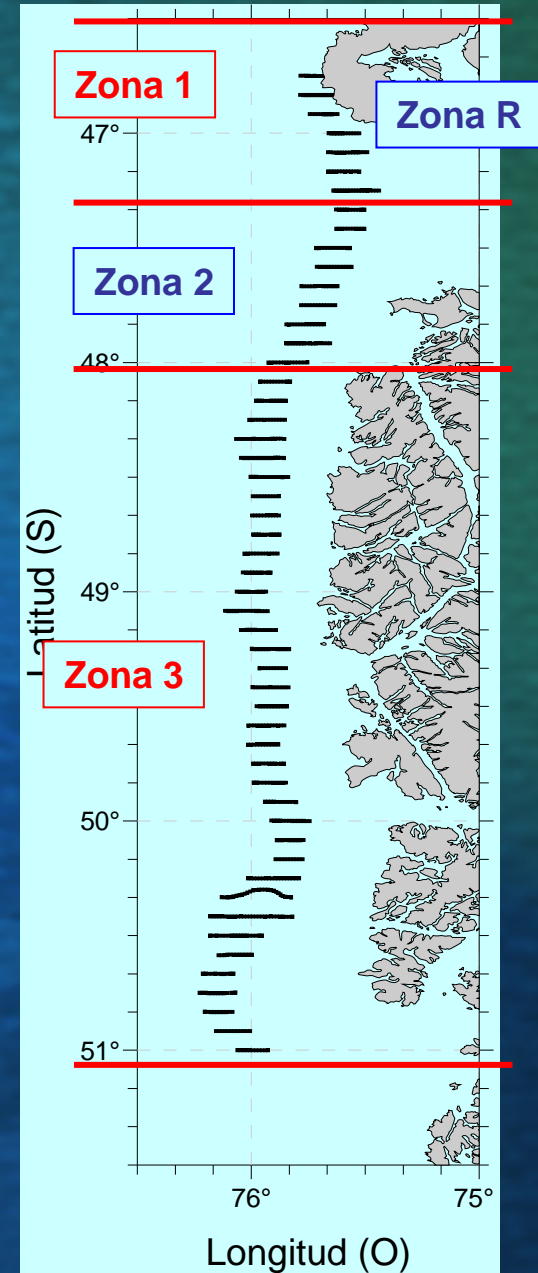
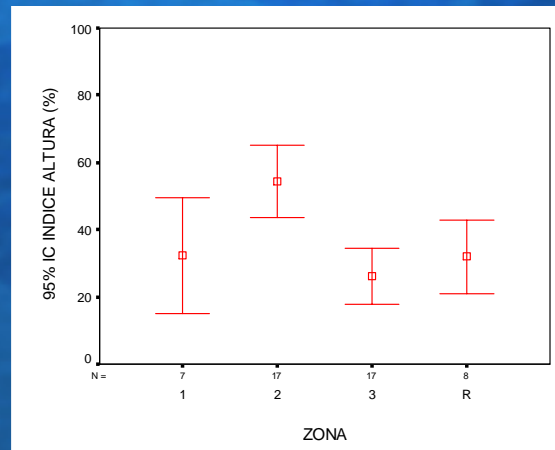
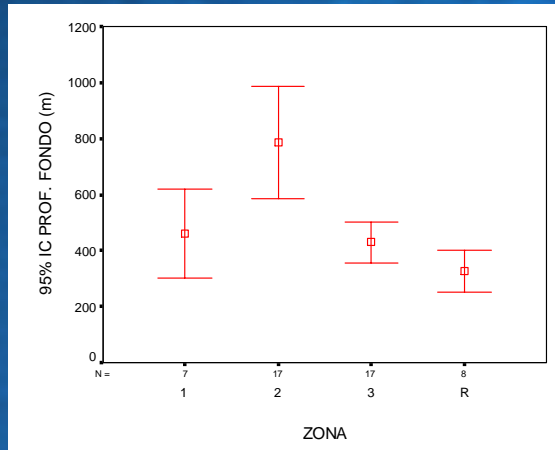
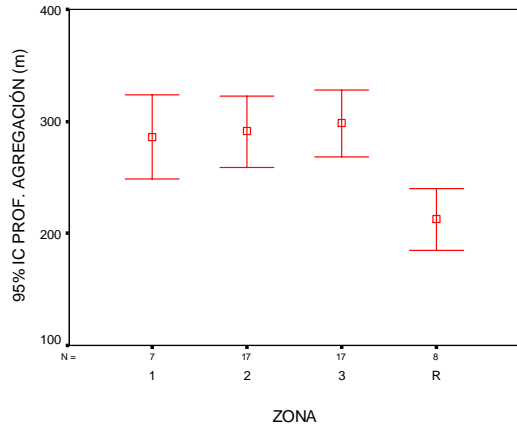




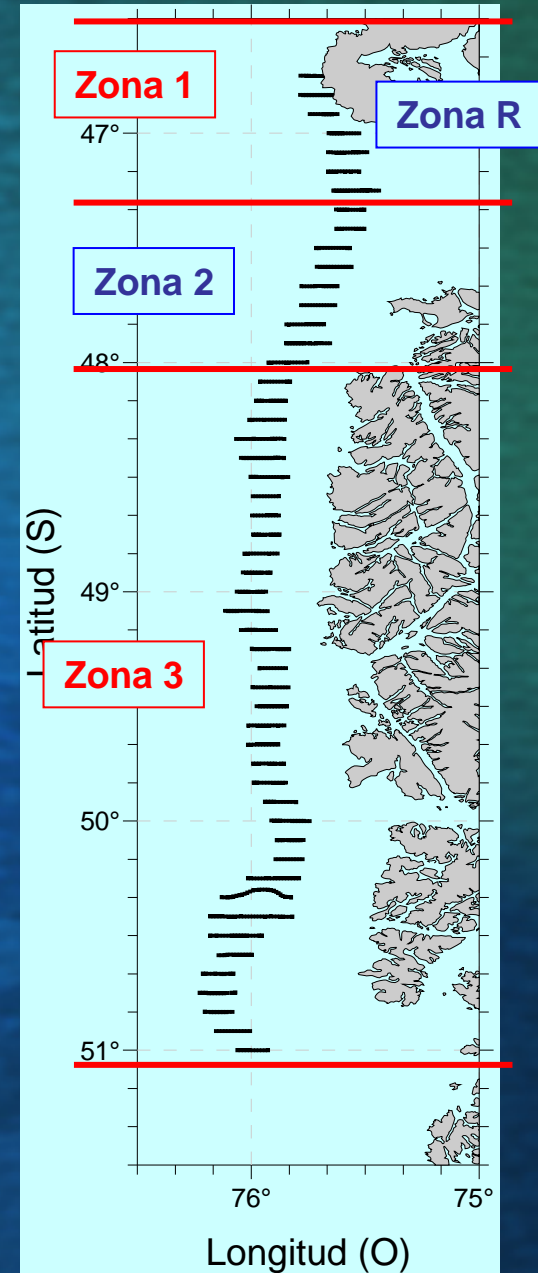
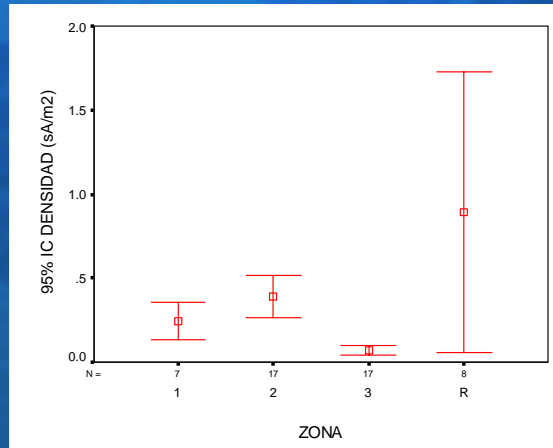
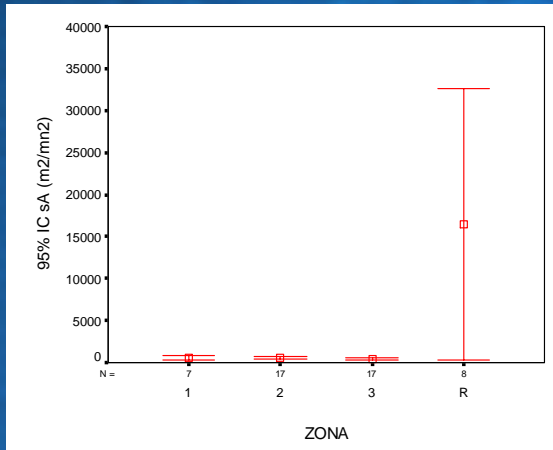
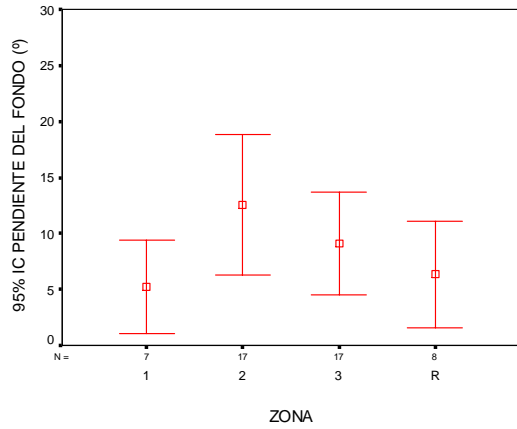
Descriptores por zona



Descriptores por zona

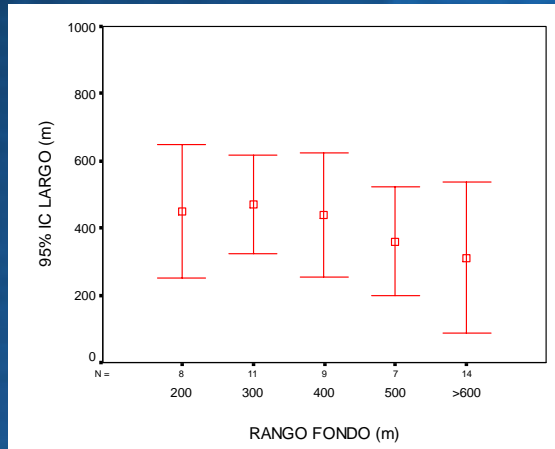


Descriptores por zona

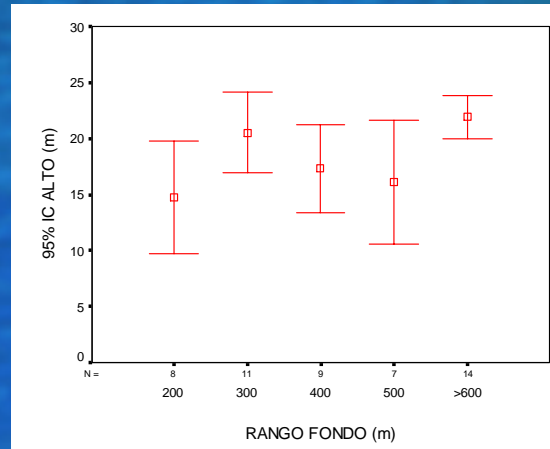




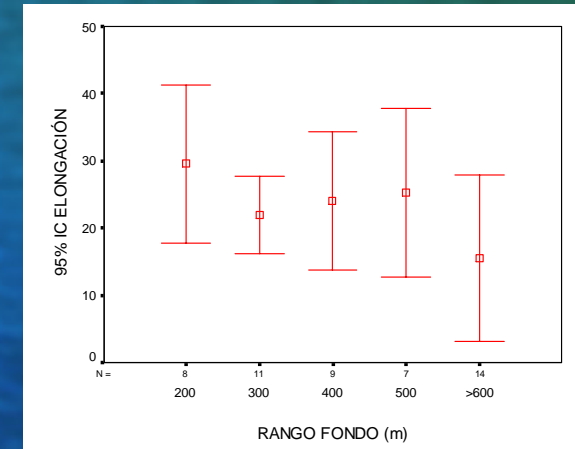
DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO



Largo



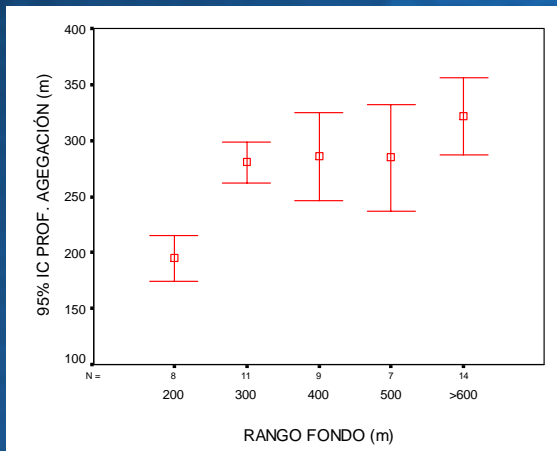
Alto



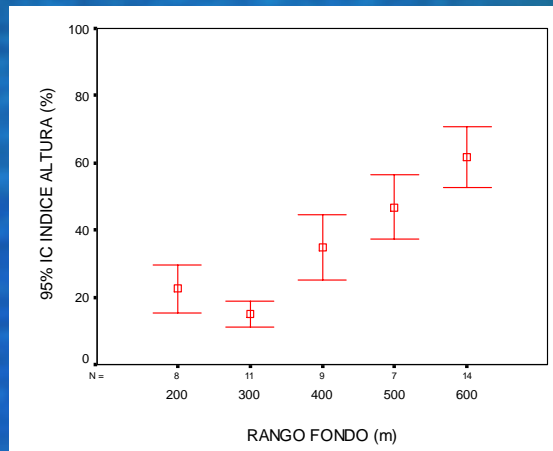
Área



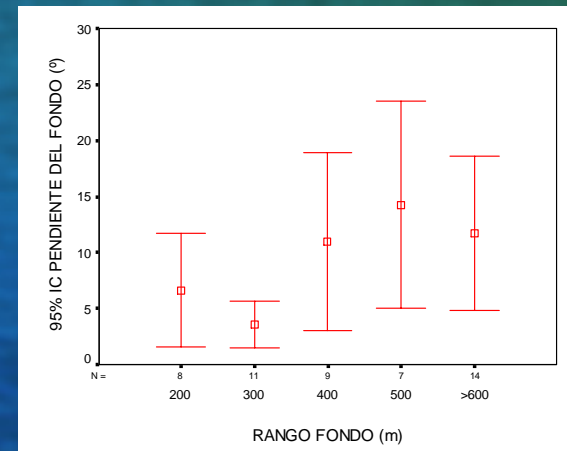
DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO



Prof. agregaciones



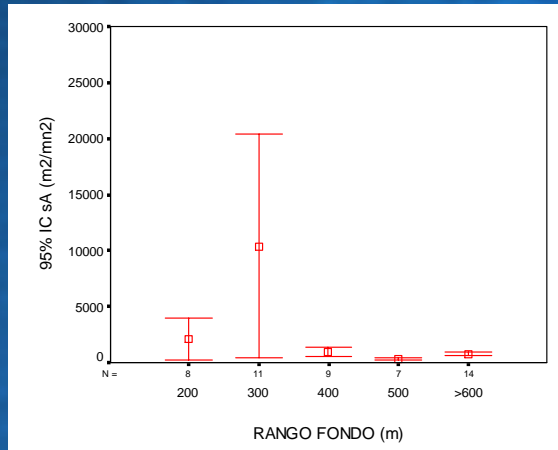
Índice de altura



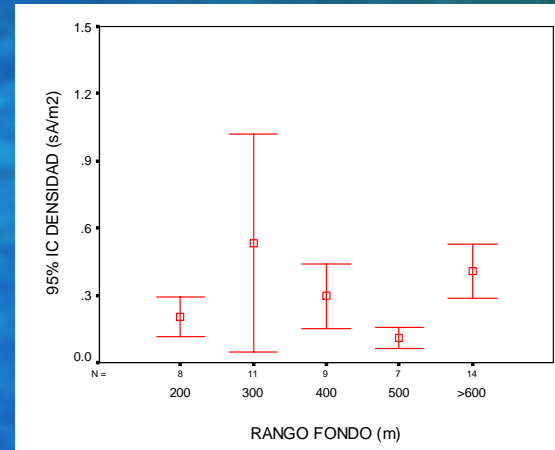
Pendiente del fondo



DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO



S_A

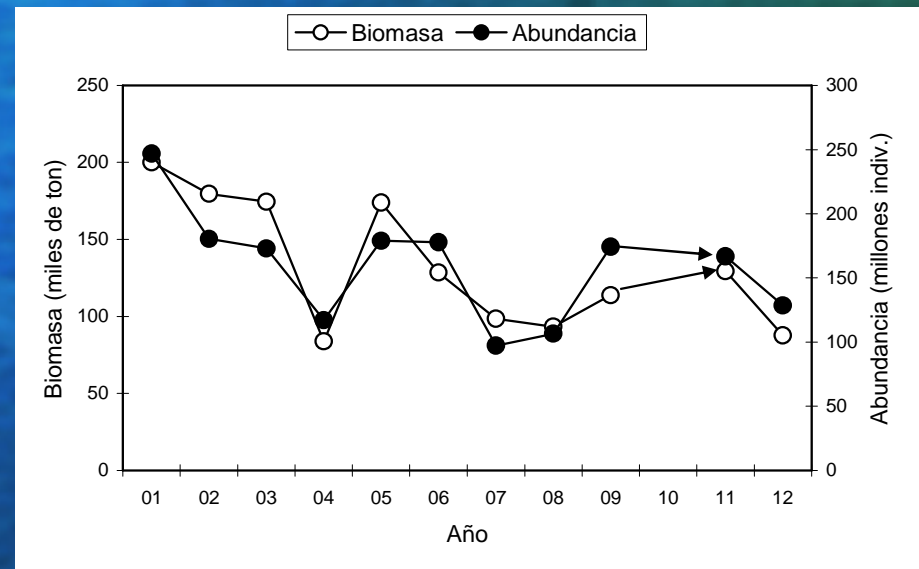
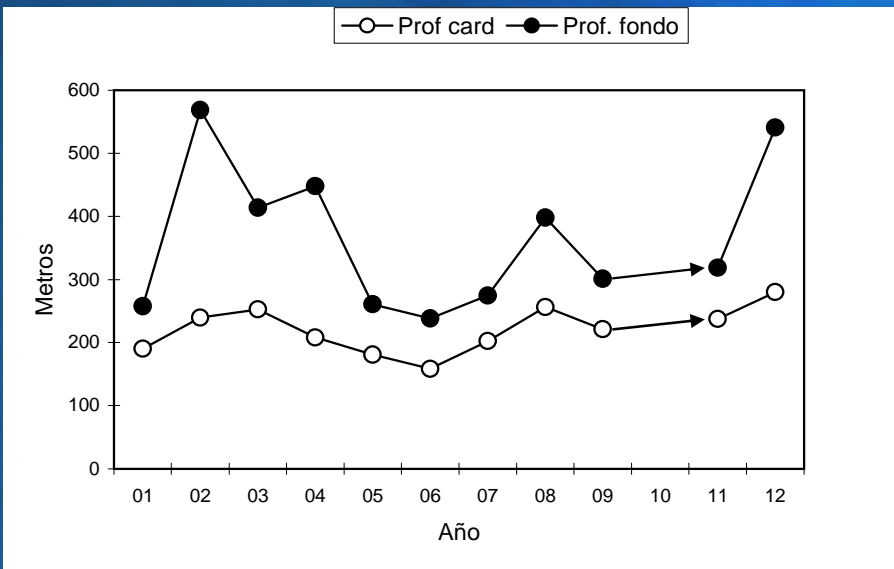
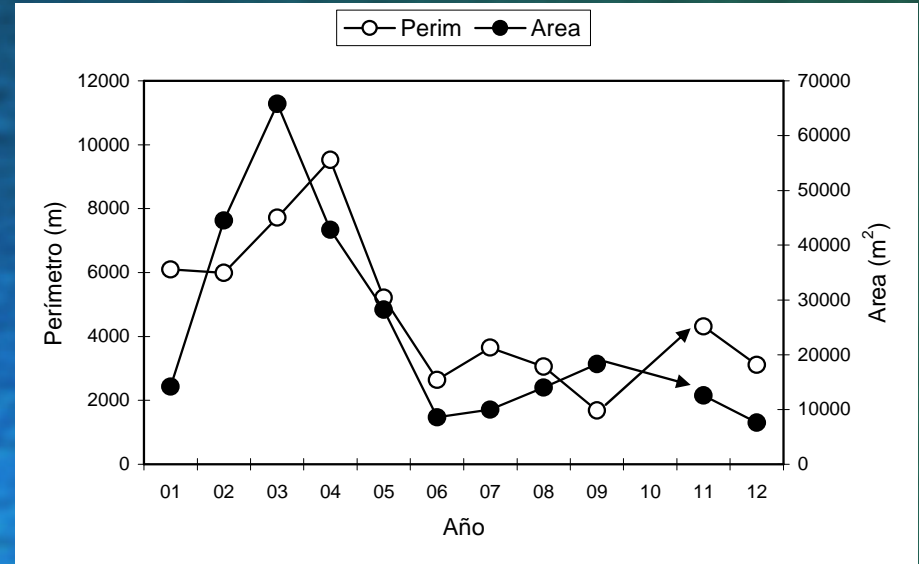
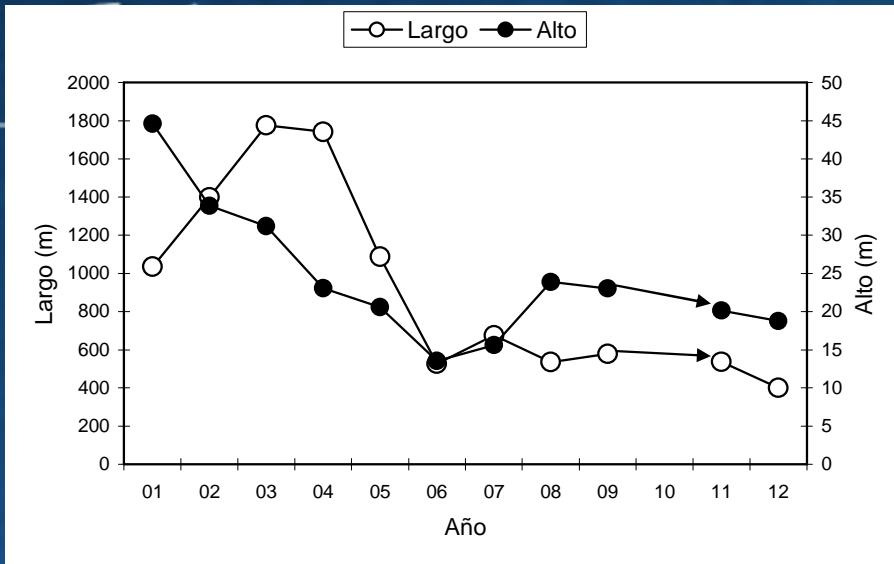


Densidad



Valores promedio y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas años 2001-2012

Variable	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2011		2012	
	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Largo (m)	1.032	0,79	1.398	1,40	1.776	1,09	1.742	0,80	1.088	1,09	527	1,43	675	0,93	536	0,78	579	0,99	537	0,96	400	1,02
Alto (m)	45	0,49	34	0,34	31	0,41	23	0,45	21	0,53	14	0,58	16	0,52	24	0,38	23	0,68	20	0,59	19	0,30
Elongación	27	0,93	40	1,25	56	1,01	80	0,85	53	0,93	42	1,35	57	1,15	23	0,76	25	0,74	35	1,40	22	1,02
Perímetro (m)	6.076	0,91	5.990	1,43	7.722	1,25	9.530	0,74	5.214	1,19	2.639	1,87	3.649	0,93	3.057	1,27	1.682	0,86	4.316	1,41	3.112	1,46
Area (m ²)	14.105	1,09	44.516	1,84	65.831	1,39	42.787	0,94	28.226	1,65	8.570	1,88	9.986	0,95	13.994	0,93	18.304	2,19	12.559	1,84	7.618	1,07
Dim. Fractal	1,55	0,05	1,35	0,07	1,36	0,08	1,46	0,04	1,41	0,06	1,39	0,10	1,47	0,07	1,34	0,13	1,29	0,09	1,42	0,13	1,39	0,13
Prof. Card (m)	190	0,18	240	0,25	253	0,34	208	0,20	181	0,21	159	0,19	202	0,36	256	0,20	221	0,22	237	0,19	280	0,22
Prof. Fondo (m)	258	0,40	569	0,59	414	0,51	448	0,55	261	0,48	238	0,60	275	0,58	398	0,43	301	0,32	318	0,33	541	0,58
Indice altura (%)	20	0,93	43	0,65	30	0,71	44	0,46	22	0,96	22	0,99	17	1,09	28	0,77	23	0,77	21	0,71	38	0,57
s _A (m ² /mn ²)	5.693	2,21	4.113	3,22	9.323	1,85	11.942	1,67	10.513	1,93	3.573	2,48	2.260	1,31	2.178	1,12	6.506	2,36	5.570	4,61	3.109	5,06
Densidad (s _A /m ²)	0,46	1,29	0,27	2,87	0,54	4,08	0,29	1,46	0,46	2,15	0,74	1,89	0,68	2,43	0,35	1,51	0,79	1,78	0,28	1,22	0,34	2,18
Nº obs	301		147		107		46		136		181		70		66		79		49		49	





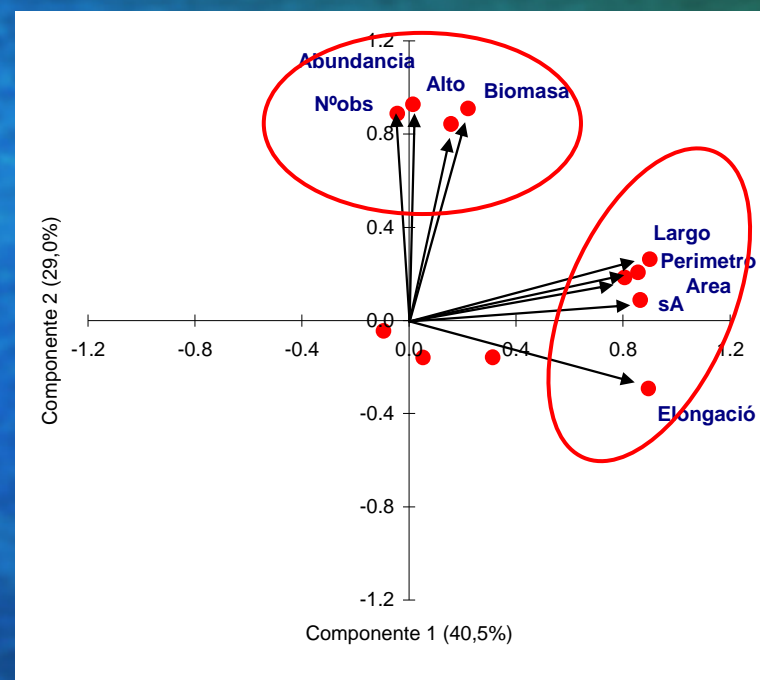
Se aplicó ACP a la base histórica de datos, incluyendo los estimados de Biomasa y abundancia

Componente	Valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	4,86	40,48	40,48
2	3,48	29,03	69,51
3	1,94	16,17	85,68
4	0,61	5,11	90,79
5	0,43	3,62	94,42
6	0,31	2,59	97,01
7	0,26	2,18	99,19
8	0,05	0,41	99,60
9	0,03	0,26	99,86
10	0,02	0,14	100,00
11	0,00	0,00	100,00
12	0,00	0,00	100,00



Correlación de las V.O. con los componentes

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,90	0,26	0,30
Alto	0,16	0,84	0,34
Elongación	0,90	-0,29	-0,09
Perímetro	0,86	0,21	0,36
Área	0,81	0,18	0,36
Fondo	0,05	-0,16	0,95
Ind. Altura	0,31	-0,16	0,87
s _A	0,86	0,09	-0,05
Densidad	-0,10	-0,05	-0,80
Num Observaciones	-0,04	0,89	-0,24
Biomasa	0,22	0,91	-0,07
Abundancia	0,01	0,93	-0,18





Conclusiones

Las agregaciones de la zona R presentaron mayor tamaño en general que las agregaciones del resto de las zonas, así como notablemente mayores valores de energía acústica, también se distribuyeron a menor profundidad promedio que las agregaciones detectadas en la prospección normal.

- Mediante el ACP se logró diferenciar tres directrices o componentes principales, para intentar relacionar los cambios en las características de las agregaciones junto a los cambios en el estado del recurso.
- Cada componente asoció descriptores del mismo tipo pudiéndose definir (en orden de importancia), un componente “morfométrico”, un componente de “estado del recurso” y un componente “batimétrico”.



Conclusiones

- La variable alto de agregaciones presentó una mejor asociación con el componente de “estado del recurso” en vez de cómo era de esperar, con el componente morfométrico, lo que podría implicar que el alto de las agregaciones podría utilizarse como otro indicador o señal en el manejo del recurso.
- De acuerdo a esto y dada la tendencia a la disminución en el alto promedio de las agregaciones, es que se puede sumar otra luz de alerta en el estado del recurso.



FIN

Objetivo 6:
Alimentación merluza de tres aletas 2012



**UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO**



**LABORATORIO BIOLOGÍA MARINA
UNAB**

**COMPOSICIÓN DE LOS PRINCIPALES ÍTEMS
ALIMENTARIOS DE LA MERLUZA DE TRES ALETAS
(*Micromesistius australis* Norman) PROVENIENTES DE
AGUAS DE LA X Y XI REGIÓN DE CHILE (agosto 2012).**

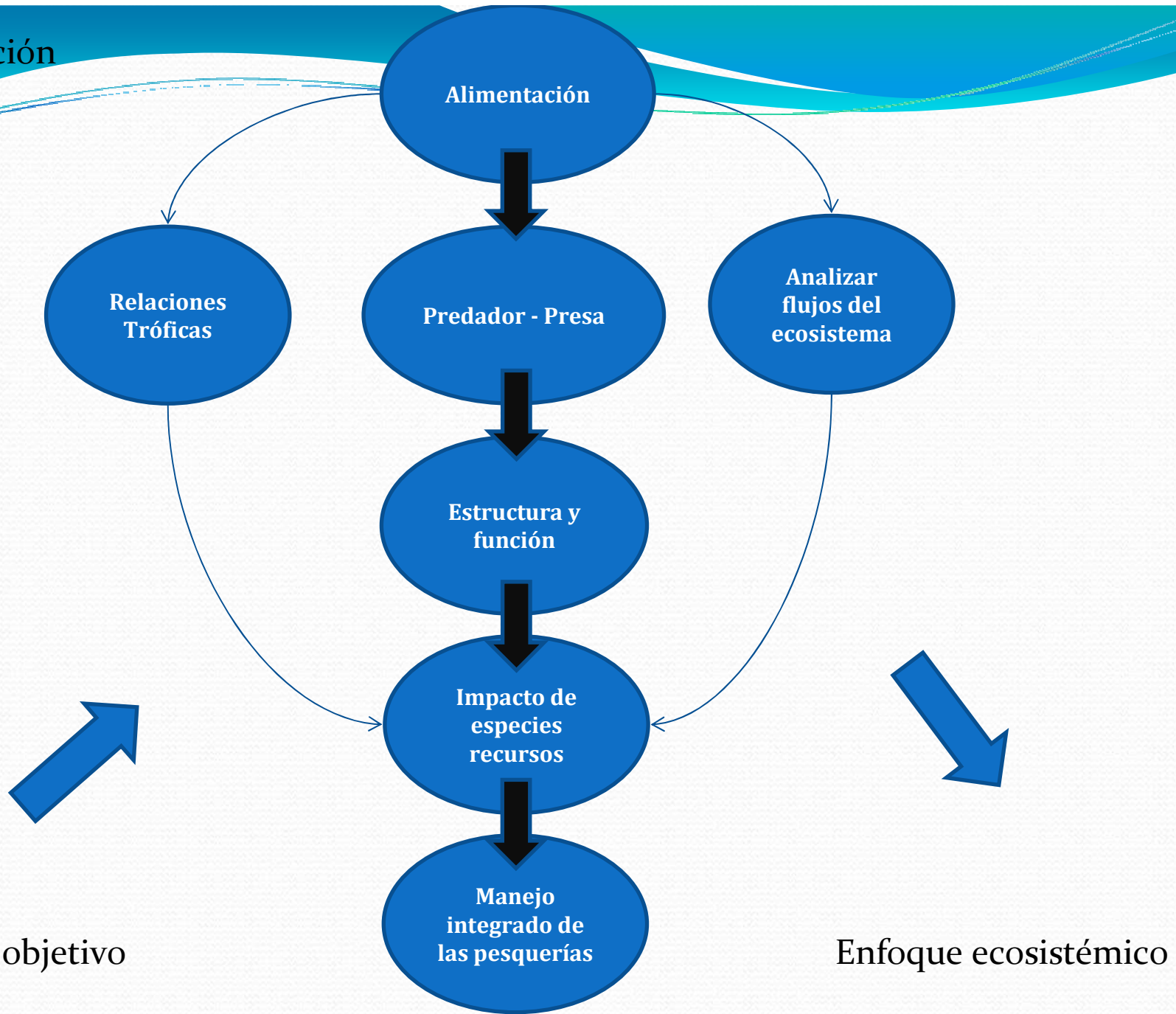
Roberto Meléndez C. y Sebastián Lopez K.

Colaboradores

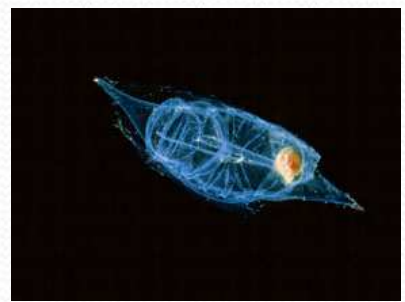
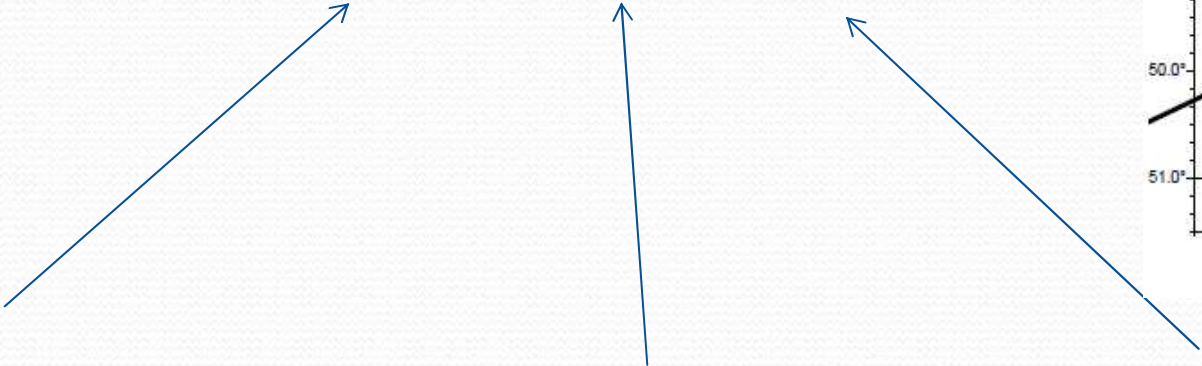
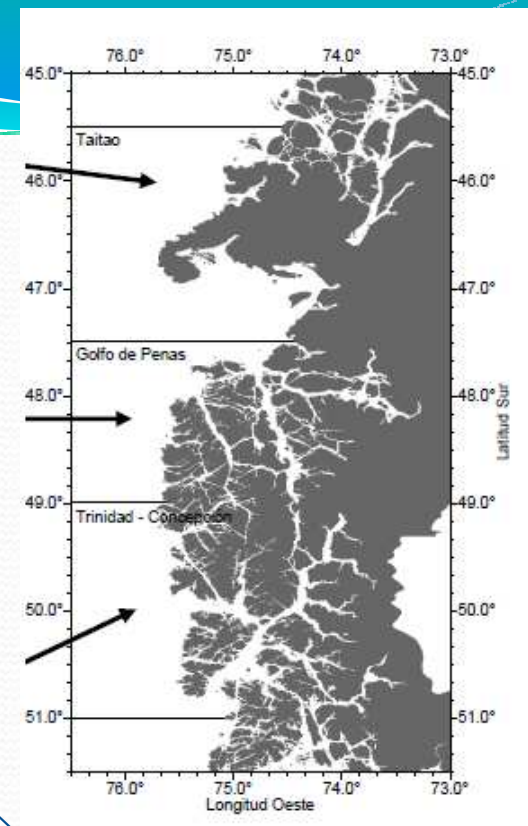
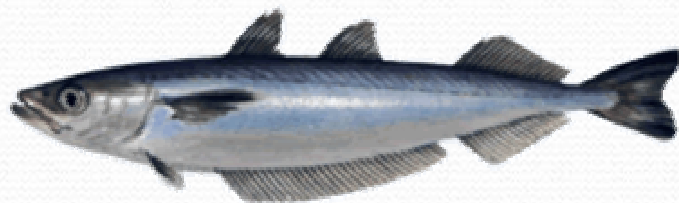
Naití Morales S. & Alfredo Jara V.

Laboratorio de Biología Marina
Facultad de Ecología y Recursos Naturales
Avda. República 440. Santiago

Introducción

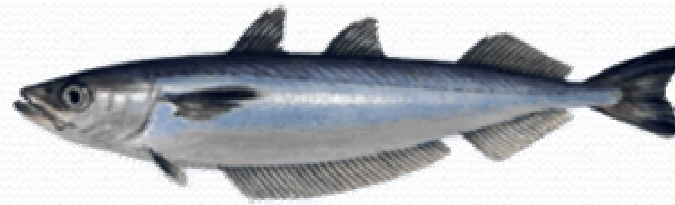


Patagonia Chilena




Córdova et al., 2003, Lillo et al., 2002, Lillo et al., 2004, Saavedra et al., 2007, Saavedra et al., 2008, Saavedra et al., 2009, Saavedra et al., 2010, Saavedra et al., 2011

Patagonia Argentina / Islas Malvinas

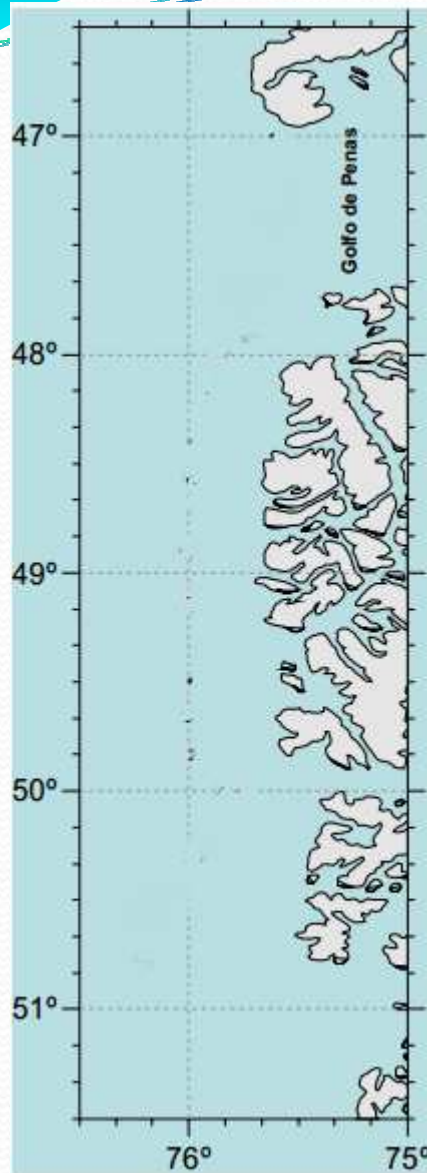
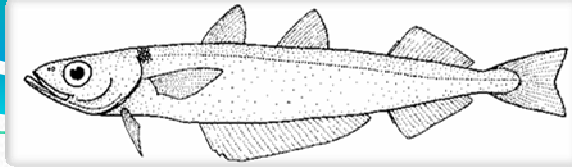


Hart (1946); Lopez y Bellidio (1973); Inada y Nakamura (1975); Perrotta (1982) y Brickle et al. (2009).



El objetivo es analizar la composición de los principales ítems alimentarios de la merluza de tres aletas (*Micromesistius magellanicus* Norman) sobre la base de ejemplares capturados entre el 15 y 28 de agosto de 2012, en aguas frente a la X y XI regiones de Chile, entre Taitao y Trinidad-Concepción.

Materiales y métodos



Área de estudio

Entre el 15 y 28 de agosto de 2012.

Entre los 46° 45' S y los 50° 34' S

Las muestras almacenadas en bidones de plástico de alta densidad de 60 l, fijadas y conservadas en formaldehído al 10 % y etiquetadas convenientemente.

Método Numérico

Método Frecuencia Ocurrencia

Métodos Gravimétricos

} Hyslop, 1980

$IIR = [(N + P) * F]$ (Pinkas et al. 1971)

Donde:

N : Porcentaje en número (%)

P: Peso de cada taxon presa (%)

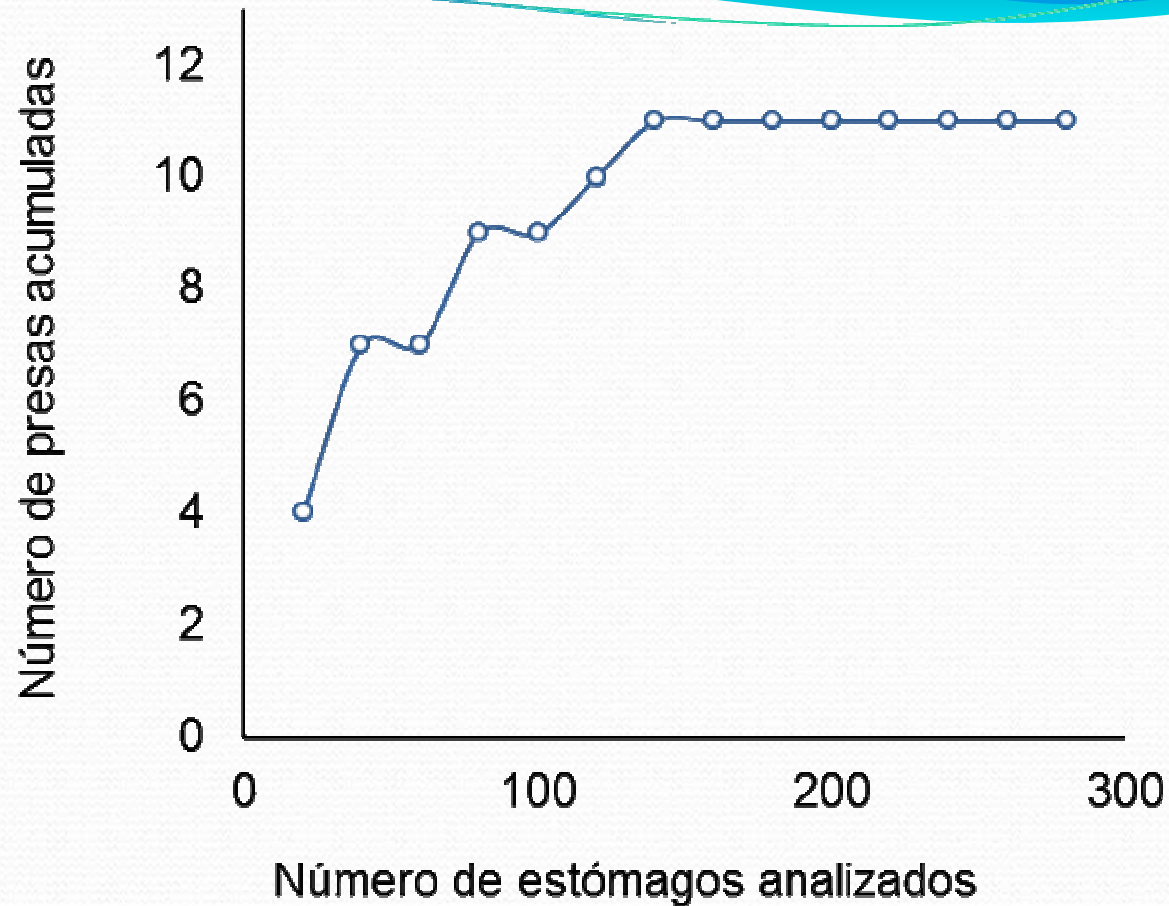
F : Frecuencia de aparición de cada taxon presa (%)

Para establecer diferencias de alimentación por sexo se utilizó el test estadístico no-paramétrico *W* de Wilcoxon (Zar 1999).

Software estadístico PAST (Hammer et al., 2001).

Resultados

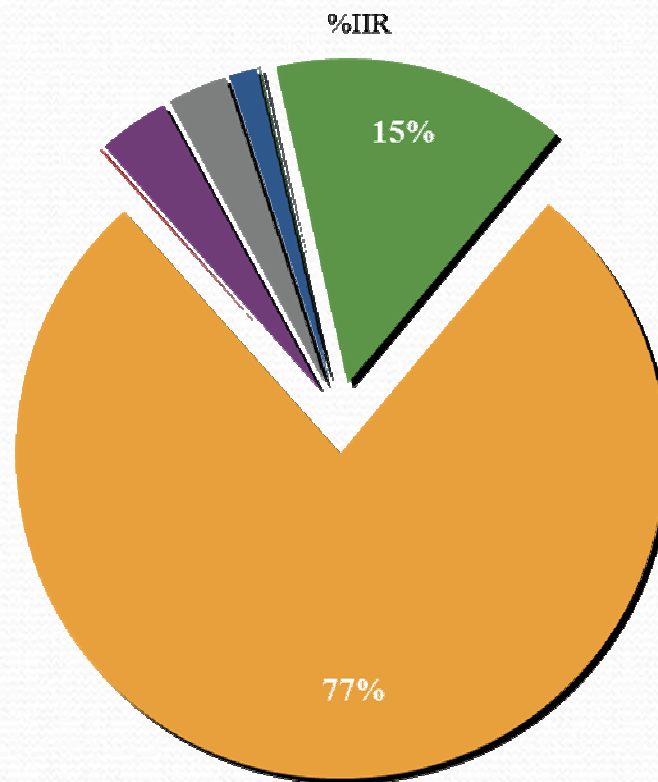
Zona de estudio	Con Contenido	Vacíos	Total
Taitao	104	406	510
Golfo de Penas-Ladrillero	99	200	299
Trinidad-Concepción	67	67	134
Total	270	528	910



Curva trófica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de estómagos, provenientes del crucero realizado en agosto de 2012 en aguas exteriores de la X y XI región de Chile.

Item	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces					
Huevos de peces	1,5	1,8	0,2	3,16	0,06
Myctophidae	36,4	34,5	89,0	4329,1	77,4
Crustaceos					
<i>Euphausia</i> sp	28,8	27,3	1,18	817,3	14,6
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1,52	1,82	0,746	4,11	0,0735
<i>Pasiphaea dofleini</i>	10,6	12,7	4,86	196,9	3,52
<i>Pasiphaea</i> sp	12,1	10,9	3,06	165,6	2,96
<i>Sergestes arcticus</i>	7,58	9,09	0,917	77,2	1,38
<i>Thysanoessa</i> sp	1,52	1,82	0,0597	2,86	0,0512
Total	100	100	100	5596,20	100
Categorías Mayores*					
Peces	56	56,7	83,8	7941	79,2
Crustaceos	38,9	38,3	14,6	2048	20
Indeterminados	4,86	5,05	1,52	32,3	0,322
Total	100	100	100	10020,78	100

Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (270 estómagos analizados con contenido).



■ Huevos peces ■ Euphausia sp ■ Myctophidae ■ P. acutifrons

■ P. dofleini ■ Pasiphaea sp ■ S. arcticus ■ Thysanoessa sp

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1	1	0,3	2,439	2,9412	0,74479	9,3641	0,2295
Myctophidae	11	7	27,94	26,829	20,588	69,36	1980,5	48,53
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	15	12	1,2	36,585	35,294	2,9791	1396	34,22
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1	1	3,6	2,439	2,9412	8,9374	33,460	0,8199
<i>Pasiphaea dofleini</i>	6	6	4,52	14,634	17,647	11,221	456,28	11,18
<i>Pasiphaea</i> sp	2	2	1,61	4,878	5,8824	3,9970	52,206	1,279
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	1,03	9,7561	11,765	2,557	144,86	3,550
<i>Thysanoessa</i> sp	1	1	0,08	2,439	2,9412	0,19861	7,7577	0,1901
Total	41	34	40,28	100	100	100	4080,78	100



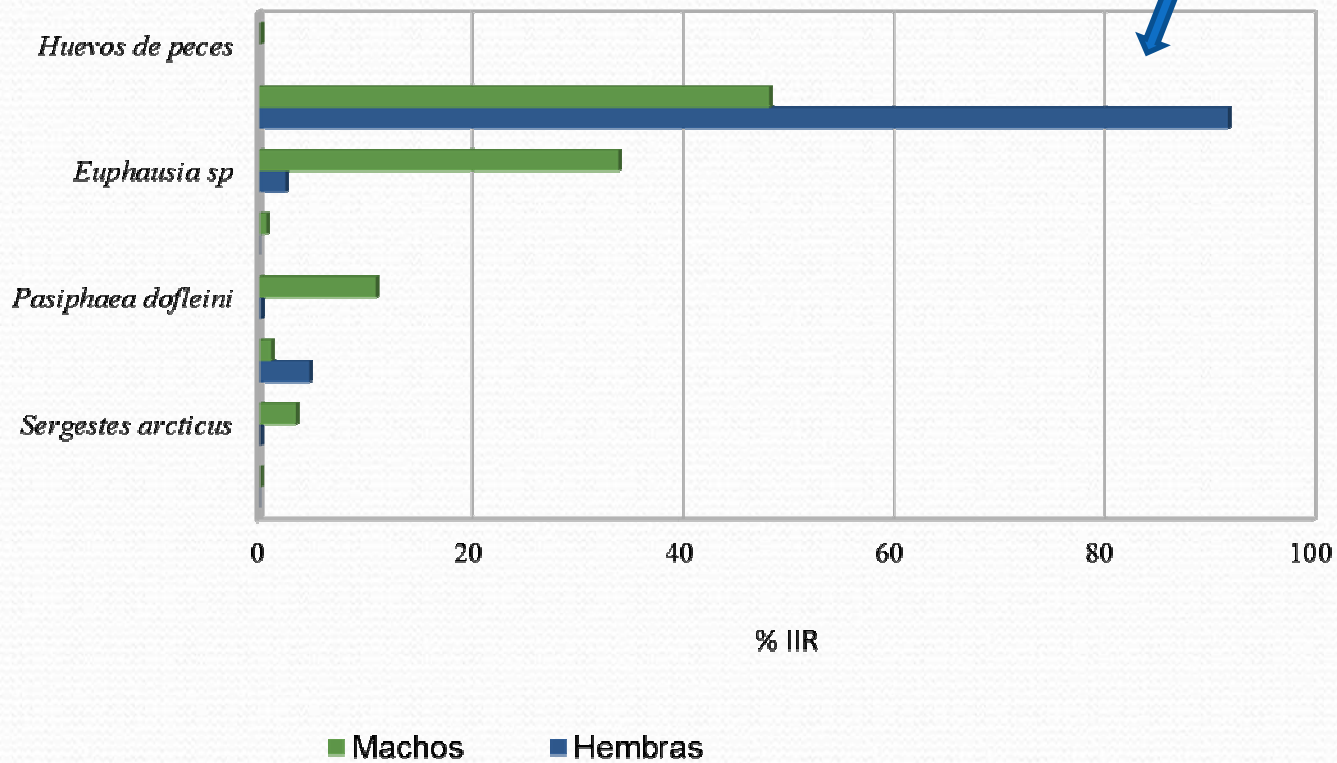
Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad –Concepción en agosto 2012 (151 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	13	12	91,31	54,17	57,14	94,74	8508,7	91,99
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	4	3	0,38	16,67	14,29	0,394	243,73	2,635
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	2	4,167	4,762	2,075	29,722	0,3214
<i>Pasiphaea</i> sp	5	4	2,494	20,83	19,0	2,588	446,11	4,823
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,2	4,167	4,762	0,2075	20,829	0,2252
Total	24	21	96,384	100	100	100	9249,0	100

Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad -Concepción en agosto 2012 (118 estómagos analizados con contenido).

Myctophidae

Alimentación por sexos



No se encontró diferencias significativas entre la alimentación de machos y hembras de *M. australis* ($K-W = 1,588$; $p = 0,2076$) para el espacio y tiempo estudiados.

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	% IIR
Peces								
Myctophidae	3	3	12,62	12,5	15,789	58,714	1124,4	33,9
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	6	3	0,46	25,0	15,789	2,1401	428,53	12,9
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1	1	1	4,1667	5,2632	4,6525	46,416	1,4
<i>Pasiphaea dofleini</i>	4	4	4,1	16,667	21,053	19,075	752,46	22,7
<i>Pasiphaea</i> sp	5	3	2,104	20,833	15,789	9,789	483,5	14,6
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	1,13	16,667	21,053	5,257	461,56	13,9
<i>Thysanoessa</i> sp	1	1	0,08	4,1667	5,2632	0,37220	23,889	0,7
Total	24	19	21,494	100	100	100	3320,7	100,0



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla I (< 39 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad en agosto 2012 (86 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1	1	0,3	12,5	12,5	10,3	285,6	4,9
Myctophidae	2	2	2,1	25	25	72,4	2435,3	41,6
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	4	4	0,2	50	50	6,9	2844,8	48,6
<i>Pasiphaea acutifrons</i>								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	0,3	12,5	12,5	10,3	285,6	4,9
Total	8	8	2,9	100,0	100,0	100,0	5851,3	100,0



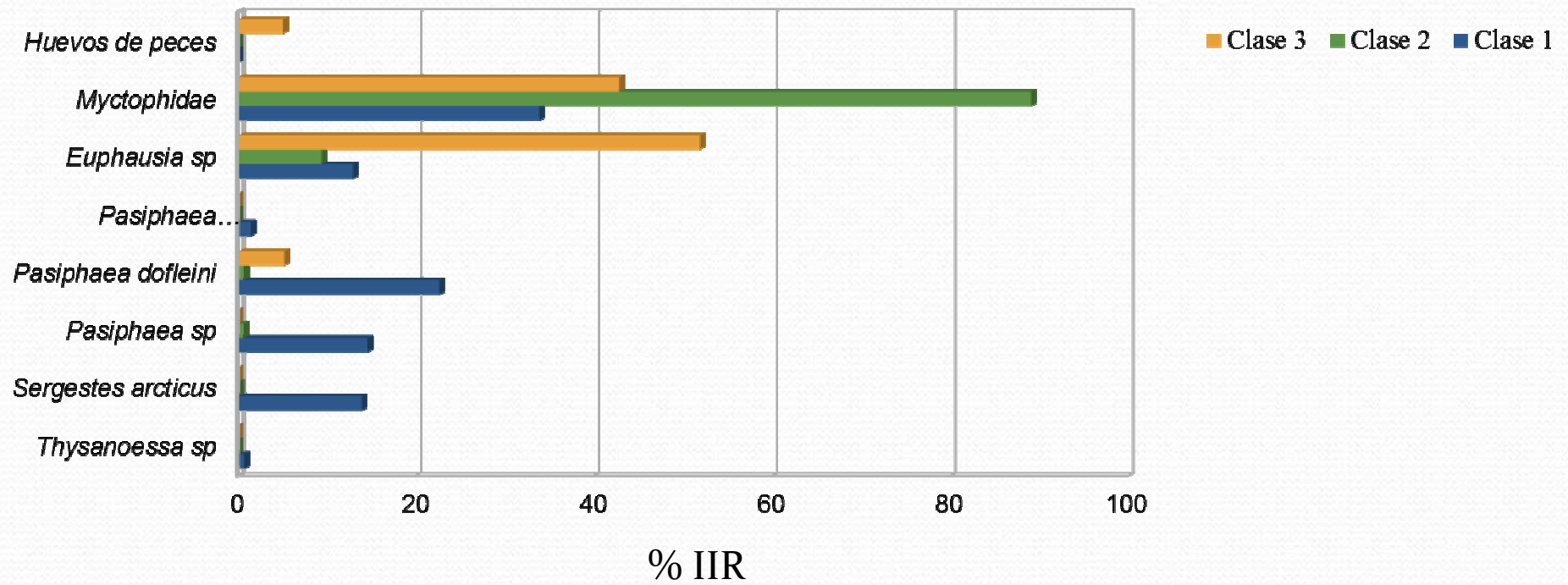
Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II (40 - 49 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (107 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	19	14	104,53	57,57	51,85	95,34	7929,3	89,19
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	9	8	0,9	27,27	29,62	0,820	832,40	9,36
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	2,1	6,060	7,407	1,915	59,082	0,66
<i>Pasiphaea</i> sp	2	2	2	6,0606	7,4074	1,8243	58,406	0,66
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,1	3,0303	3,7037	0,0912	11,561	0,13
Total	33	27	109,63	100	100	100	8890,8	100



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III (> 50 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (78 estómagos analizados con contenido).

Alimentación por Clases de Tallas



Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1	1	0,3	5,55	6,66	1,01	43,83	0,894
Myctophidae	5	5	22,09	27,77	33,33	75,049	3427,57	69,981
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	3	1	0,12	16,66	6,666	0,407	113,82	2,324
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	3,7	11,11	13,33	12,57	315,8	6,446
<i>Pasiphaea</i> sp	4	3	2,494	22,22	20	8,47	613,908	12,534
<i>Sergestes arcticus</i>	3	3	0,73	16,66	20	2,48	382,936	7,818
Total	18	15	29,43	100	100	100	4897,8	100



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2012. (N = 104 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	9,0	14,0	81,9	36,0	48,28	96,3	6385,1	73,57
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	13,0	12,0	1,2	52,0	41,38	1,387	2209,1	25,45
<i>Pasiphaea</i> <i>dofleini</i>	2,0	2,0	1,9	8,0	6,897	2,257	70,74	0,8150
<i>Thysanoessa</i> sp	1,0	1,0	0,1	4,0	3,448	0,0940	14,12	0,1627
Total	25,0	29,0	85,1	100,0	100,0	100,0	8679,0	100,0



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2012. (n= 99 estómagos analizados).

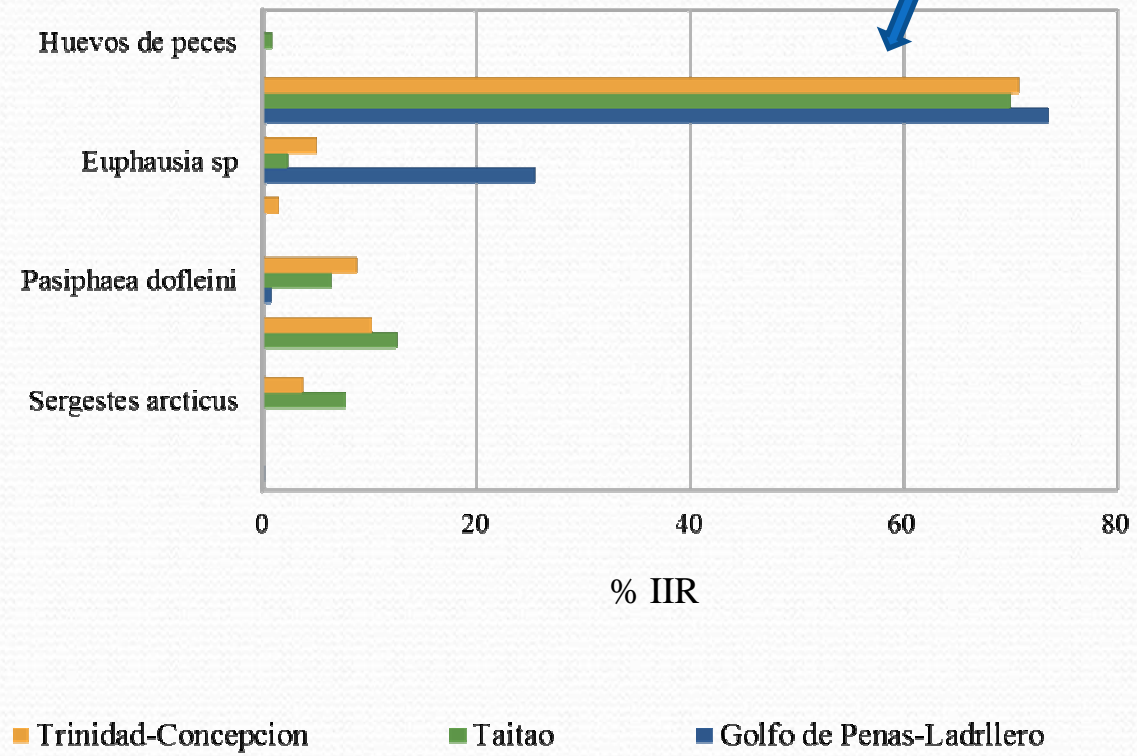
Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	5,00	5,00	15,26	29,41	31,25	78,06	3358,3	70,75
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	3,00	2,00	0,28	17,65	12,50	1,432	238,49	5,024
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1,00	1,00	1,00	5,882	6,25	5,12	68,73	1,448
<i>Pasiphaea dofleini</i>	3,00	3,00	0,90	17,65	18,75	4,604	417,20	8,788
<i>Pasiphaea</i> sp	3,00	3,00	1,61	17,65	18,75	8,235	485,29	10,22
<i>Sergestes arcticus</i>	2,00	2,00	0,50	11,76	12,50	2,558	179,03	3,77
Total	17,0	16,00	19,55	100,00	100,00	100,00	4747,1	100,00



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Trinidad-Concepción en agosto 2012. (n= 67 estómagos analizados).

Myctophidae

Alimentación por Zonas de capturas



Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Huevos de peces	1,00	1,00	0,30	6,25	7,69231	1,3532	58,4860	0,710040
Myctophidae	6,00	6,00	20,95	37,50	46,1538	94,4971	6092,17	73,9610
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	8,00	5,00	0,60	50,00	38,4615	2,7064	2027,17	24,6105
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1,00	1,00	0,32	6,25	7,69231	1,44339	59,1799	0,718464
Total	16,00	13,00	22,17	100,00	100,00	100,00	8237,01	100,00



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 149– 220 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (81 estómagos analizados con contenido).

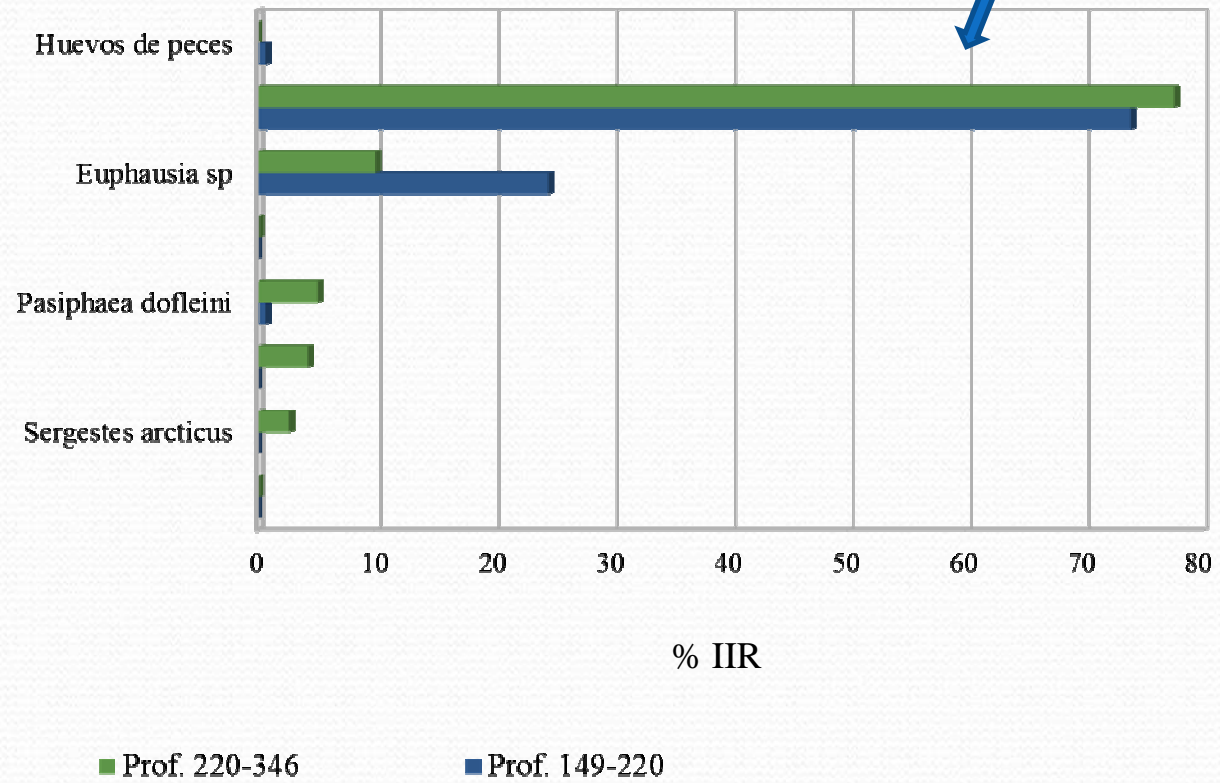
Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Myctophidae	18,0	13,0	98,3	36,7	32,5	87,9	4051,6	77,6
Crustaceos								
<i>Euphausia</i> sp	11,0	9,0	0,9	22,4	22,5	0,787	522,8	10,0
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	1,0	1,0	1,0	2,04	2,5	0,895	7,34	0,141
<i>Pasiphaea dofleini</i>	6,0	6,0	6,2	12,2	15,0	5,55	266,9	5,11
<i>Pasiphaea</i> sp	7,0	5,0	4,1	14,3	12,5	3,67	224,5	4,30
<i>Sergestes arcticus</i>	5,0	5,0	1,2	10,2	12,5	1,10	141,3	2,71
<i>Thysanoessa</i> sp	1,0	1,0	0,1	2,04	2,5	0,0716	5,28	0,101
Total	49,0	40,0	111,8	100,0	100,0	100,0	5219,6	100,0



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 221 -346 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (189 estómagos analizados con contenido).

Myctophidae

Alimentación por estrato de profundidad



Conclusiones

El análisis de la alimentación para toda el área, para cada una de las áreas, por profundidad, por tallas, por sexos durante agosto de 2012, en términos de % IIR, dan cuenta de la importancia que tiene el grupo de los peces, representados por la familia Myctophidae, en la alimentación de la merluza de tres aletas.

- A diferencia de estudios anteriores y, en especial con el del año 2011, no se encontró presencia de peces Sternoptychidae (*Maurolicus*) al igual que restos de peces. También es necesario destacar el alto número de estómagos vacíos que se presentan en la especie en estudio. La condición anterior, debe ser considerada en futuros estudios.

- Los restantes taxa presentes en el espectro trófico de la merluza tres aletas, principalmente crustáceos, nos estaría indicando una cierta amplitud en su alimentación, sin embargo, podríamos concluir una tendencia hacia la eurifagia.

- Los resultados nos indican que la merluza de tres aletas es una especie ictiófaga, especialmente sobre mictófidos, a diferencia de lo descrito para la zona geográfica contigua de la Patagonia Atlántica.



A N E X O 5

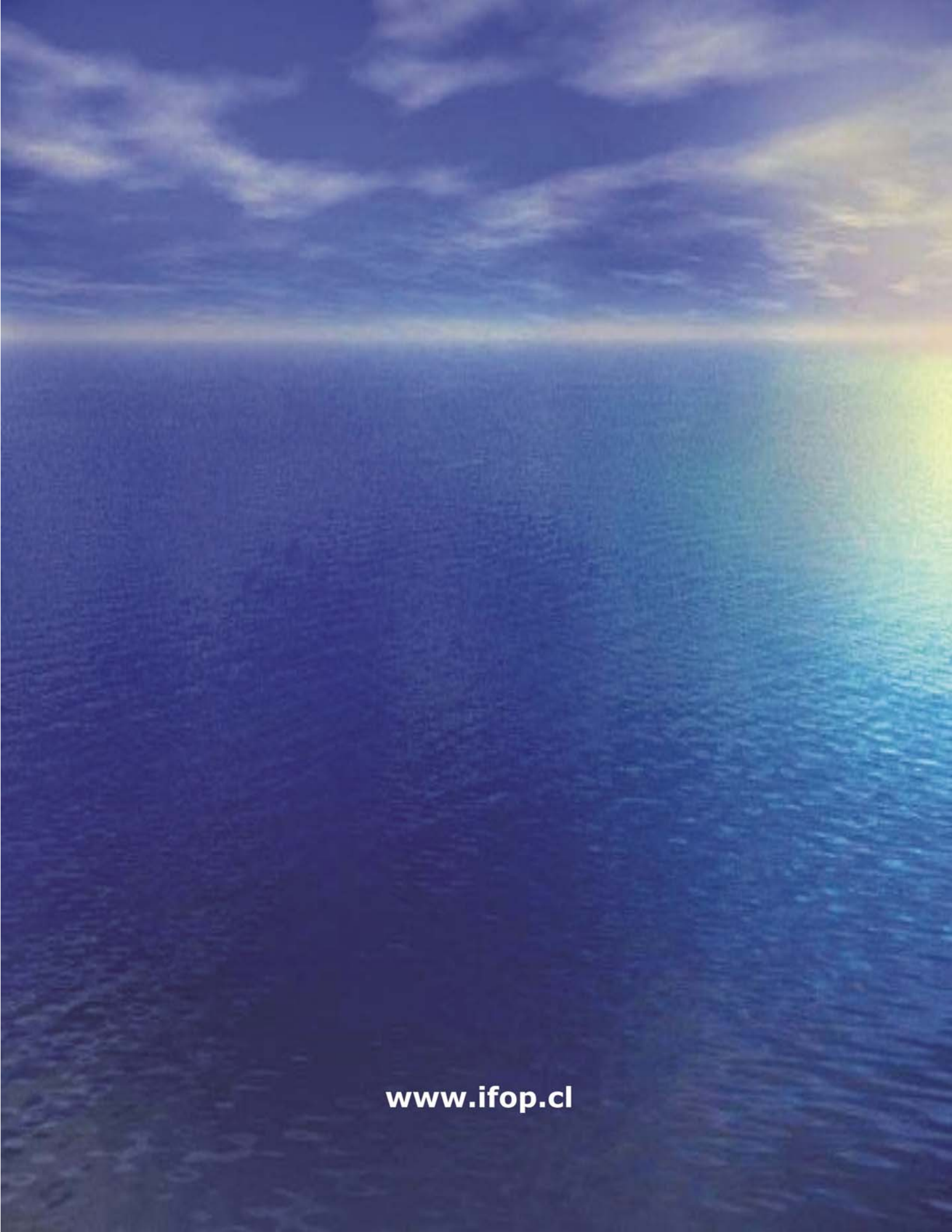
Base de datos FIP N° 2012-08 (en CD)





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839,
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl