



INFORME FINAL

**Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza de tres aletas, año 2011**

FIP N°2011-09 / Junio-2012



INFORME FINAL

**Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza de tres aletas, año 2011**

FIP N° 2011-09 / Junio-2012

REQUIRENTE

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

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo
Jorge Antonio Toro Da'Ponte

JEFE DE PROYECTO

Álvaro Saavedra Godoy



FIP N° 2011-09 / Junio-2012

AUTORES

*EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA BIOMASA, ABUNDANCIA,
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y BATIMÉTRICA Y
ANÁLISIS AGREGACIONES*

Álvaro Saavedra G.

ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO

Carolina Lang A.

*COMPOSICIÓN DE TALLAS, EDAD Y PROPORCIÓN SEXUAL
REFERIDO A DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y BATIMÉTRICA*

Renato Céspedes M.

Vilma Ojeda C.

Luis Adasme M.

*ÍNDICE GONADOSOMÁTICO, ESTADÍOS DE MADUREZ
MACROSCÓPICOS, OJIVA DE MADUREZ Y FECUNDIDAD*

Eduardo Díaz R.

IMPORTANCIA RELATIVA FAUNA ACOMPAÑANTE

René Vargas S.

ÍTEMS ALIMENTARIOS MERLUZA DE TRES ALETAS

Roberto Meléndez C.



FIP N° 2011-09 / Junio-2012

COLABORADORES

*Embarque B/H Friosur VIII, Toma de Datos
Acústicos y Muestreo Biológico*

**Marcelo San Martín D.
Oscar Nancul P.
Raúl Cárdenas V.
José Pérez S.
Cristian Teigue C.
Manuel Sánchez A.**

*Apoyo Estadístico General, Determinación
Tamaño de Muestra y Evaluación Fuentes de
Error en Abundancia y Biomasa Mediante
Simulaciones Montecarlo*

**Zaida Young U.
Juan Carlos Saavedra N.**

*Ayudante Técnico Determinación Índice
Gonadosomático y Fecundidad
de Merluza de Tres Aletas*

Bernardita Carvajal G.

Lectura de Otolitos Merluza de Tres Aletas

**María Miranda P.
Lizandro Muñoz E.**



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los estimados de biomasa y abundancia, estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones e ítems alimentarios de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), observados en el invierno del 2011 en la zona sur-austral de Chile e el marco del proyecto FIP 2011-09.

Se realizó un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del B/H Friosur VIII entre el 15 y el 28 de agosto del 2011, cubriendo el área comprendida entre las latitudes 47°00'S y 51°00'S (1.902 mn²) realizándose un total de 49 transectas nocturnas perpendiculares a la costa, separadas entre sí cada 5 millas náuticas y un total de 26 lances de identificación con red de mediagua.

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°19'S, valor que se ubica históricamente más al norte. Esta alta concentración en el sector norte del área de estudio se representa en el índice de Gini de 0,99.

La biomasa de merluza de tres aletas fue estimada en 129.427 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre las 90.520 y 168.335 toneladas. La abundancia del stock de merluza de tres aletas se estimó en 166,8 millones de individuos, con un intervalo de confianza entre los 122,4 y 211,2 millones de ejemplares. Del total de abundancia, 100,1 millones (60%) correspondieron a machos y 66,7 millones (40%) a hembras. Respecto al año 2009 (año 2010 no se realizó crucero), se observó una disminución del 4,2% en la estimación de abundancia y un incremento del 13,8% en la biomasa.



Se muestrearon las tallas de merluza de tres aletas a 2.544 individuos, compuesto de 1.361 machos y 1.183 hembras. La estructura de tallas fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm, con escasa presencia de juveniles (5% < 35 cm). La estructura de talla del 2011 registró tres modas adultas. Una moda adulta de tallas mayores entre los 54 y 63 cm, otra moda adulta de tallas menores entre 46 y 53 cm, y una moda de ejemplares de adultos jóvenes entre 34 y 39 cm.

En los últimos cuatro años de estudio (2007 a 2011) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 50% en el 2011), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34 y 49 cm (24% en el 2007 a 47% en el 2011). No obstante, en los cruceros del 2001 al 2011, 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 2011 mostraron que el peso de los ejemplares estuvo en el rango superior de los que se ha registrado cuando está en época de pleno desove.

El rango de edades observado abarca desde la edad 2 a 25 años, con una diferencia notable en la estructura de edades observada el 2009, acentuándose la presencia de peces de GE jóvenes, evidenciando una notable moda de machos y hembras en GEIII, con peces de longitud promedio 35 cm. La estructura de edades registra alternancia en sus modas según proceden de clases anuales con éxito disímil, presentándose en machos una importante moda secundaria en el GEVIII, correspondiente a peces de talla promedio de 48 cm y en hembras una moda principal en GE X con 52 cm de promedio.



La edad en que el 50% de la población está maduro se presentó en GEIV en machos y GEV en hembras, lo que equivale a tallas medias 39 y 42 cm en machos y hembras, respectivamente.

La elevada participación de peces de GE III que presentó la estructura de edades en el año 2011, los cuales representan a peces que aun no han alcanzado el 50% de madurez, constituye evidencia de deterioro de la estructura del stock desovante

El análisis de los indicadores reproductivos señaló que merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en un proceso reproductivo, en estado de madurez avanzada y con una alta incidencia de desove, mientras que los estimados de la talla media de madurez sexual y de fecundidad parcial se ubicaron en el rango de los registros de campañas acústicas previas.

Durante el crucero de evaluación se realizaron 26 lances de pesca de identificación, de los cuales, 22 (84,6%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 24 (92,3%) y 22 (84,6%) lances de identificación, respectivamente.

Los resultados del contenido estomacal de merluza de tres aletas indican este año en particular una alimentación ictiófaga, especialmente depredando sobre peces Myctophidae, además de otros peces como *Maurolicus parvipinnis*, además de crustáceos pelágicos principalmente Euphausiidae. La alimentación de la merluza de tres aletas presentó un amplio espectro trófico con diez especies presas, considerándose como eurífaga.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
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 ecointegración.....	11
4.2.3 Redes de pesca.....	12
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio.....	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
4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor.....	16
4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de integración en número (Cn) ..	17
4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)....	21
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	Composición de tallas y proporción sexual.....	33
4.4.3	Estimación de la abundancia por grupo de edad.....	35
4.4.4	Estimación de pesos promedios por grupo de edad.....	39
4.5	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.....	40
4.5.1	Trabajo a bordo.....	40
4.5.2	Procesamiento de muestras.....	41
4.5.3	Estimación de indicadores reproductivos.....	41
4.5.3.1	Estimador del índice gonadosomático (IGS).....	41
4.5.3.2	Estimación de estadios de madurez en la captura.....	42
4.5.3.3	Estimador de la proporción de estadios de madurez.....	43
4.5.3.4	Estimador de la varianza del estimador \hat{P}_{EM}	43
4.5.4	Estimación de la Ojiva de madurez	43
4.5.5	Estimación de la fecundidad.....	45
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	47
4.6.1	Proporción de captura	47
4.6.2	Análisis de los datos.....	49
4.6.3	Análisis comunitario	50
4.6.3.1	Identificaciones de agrupaciones específicas.....	50
4.6.3.2	Determinación de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)	51
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.....	52
4.7.1	Descriptores morfológicos y batimétricos y de energía.....	54
4.7.2	Análisis de los datos.....	57
4.8	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio	58



4.8.1	Muestreo a bordo	58
4.8.2	Procesamiento de las muestras en laboratorio	59
4.8.3	Análisis de los datos.....	60
5.	RESULTADOS.....	63
5.1	Calibración del sistema de eointegración.....	63
5.1.1.	Lances de pesca	63
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribución del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio	63
5.2.1	Validación de la estructura de tallas	63
5.2.2	Biomasa y abundancia	64
5.2.3	Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas.....	66
5.2.4	Evaluación de fuentes de error.....	68
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.....	69
5.3.1	Composición de tallas y proporción sexual.....	69
5.3.1.1	Muestreos	69
5.3.1.2	Distribución de talla en la zona de estudio, estrato espacial y batimétrico.....	69
5.3.1.3	Distribución de talla del crucero de investigación y la pesca comercial en la zona de estudio.....	71
5.3.1.4	Distribución de talla del crucero 2011 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio.....	72
5.3.2	Estructura de edades del stock	73
5.3.3	Relaciones peso-longitud	75
5.3.4	Abundancia por grupos de edad	76
5.3.5	Serie histórica	77
5.3.6	Edad y estados de madurez	80
5.3.7	Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica.....	81



5.4	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.....	82
5.4.1	Índice gonadosomático.....	82
5.4.2	Análisis macroscópico.....	83
5.4.2.1	Estadios de madurez sexual (EMS)	83
5.4.3	Análisis microscópico	84
5.4.3.1	Dinámica ovárica y tipo de desove	84
5.4.3.2	Estadios de madurez sexual (EMS).....	85
5.4.3.3	Comparación entre el estimado macroscópico y microscópico de estadios de madurez sexual	87
5.4.3.4	Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico	87
5.4.4	Ojiva de madurez	88
5.4.5	Fecundidad	88
5.5	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y periodo de estudio .	89
5.5.1	Proporción de captura	89
5.5.2	Identificación de agrupaciones	92
5.5.3	Identificación de agrupaciones para la serie histórica 2001-2011.....	93
5.5.4	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2011, analizada por zona	95
5.5.5	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2011, analizada por veril	96
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.....	98
5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas.....	98
5.6.2	Descriptores según latitud	99
5.6.3	Descriptores según rango de fondo.....	101
5.6.4	Descriptores según pendiente del fondo	102
5.6.5	Resultados análisis componentes principales	104
5.6.6	Resultados serie histórica.....	105
5.6.7	ACP serie histórica.....	106
5.7	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio	107



5.7.1	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> en el espacio y tiempo estudiado	108
5.7.2	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por sexo	109
5.7.3	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por tallas	110
5.7.4	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por área de estudio	112
5.7.5	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por profundidad en el área total..	113
5.8	Taller de difusión y discusión metodológica.....	114
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	125
7.	CONCLUSIONES.....	137
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141

TABLAS

FIGURAS

ANEXOS:

- Anexo 1.** Resolución Pesca de Investigación N^o 2.149 y captura agosto-diciembre de las naves asociadas al proyecto.
- Anexo 2.** “Determinación de la composición trófica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas entre septiembre y diciembre del 2011. Estudio encomendado por IFOP a la Universidad Arturo Prat (UNAP).
- Anexo 3.** “Características de las agregaciones de merluza de tres aletas *Micromesistius australis* asociado a niveles de biomasa y abundancia en la zona sur austral de Chile en el período 2001-2009”. Trabajo presentado en el XXX Congreso de Ciencias del Mar, Concepción, año 2010.
- Anexo 4.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 5.** Presentaciones Taller de difusión y discusión metodológica.



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 ecointegración ER60. B/H Friosur VIII.
- Tabla 5.** Posición y captura lances de identificación merluza de tres aletas, Agosto 2011.
- Tabla 6.** Resultado de la prueba DHG para distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, lances según zona.
- Tabla 7.** Estimados de Biomasa y abundancia según métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2011.
- Tabla 8.** Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas, año 2011
- Tabla 9.** Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas, Zona 1, año 2011.
- Tabla 10.** Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas, Zona 2, año 2011.
- Tabla 11.** Límites latitudinales de las sub-zonas para estimación de biomasa mediante krigging
- Tabla 12.** Valores estimados de biomasa mediante krigging por sub-zona y total



- Tabla 13.** Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluación agosto del 2011.
- Tabla 14.** Parámetros de correlación espacial variograma omnidireccional.
- Tabla 15.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero 2011 (Abundancia total= 166.810.710 ejemplares; machos = 100.103.664; hembras = 66.707.046).
- Tabla 16.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2011 (Abundancia total= 166.810.710 ejemplares; machos= 100.103.664; hembras= 66.707.046).
- Tabla 17.** Número de individuos por grupo de edad, varianza (VAR) y coeficiente de variación (CV) en la abundancia de merluza de tres aletas. Crucero de evaluación 2011.
- Tabla 18.** Parámetros de la función logística de individuos maduros a la edad, merluza de tres aletas, crucero de evaluación 2011.
- Tabla 19.** 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 20.** Incidencia (%) de fases de madurez macroscópicos y microscópicos ponderados a la captura del lance, por sexo y área de estudio, año 2011.
- Tabla 21.** Estimados del parámetro de la talla de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras de merluza de tres aletas, en campañas hidroacústicas entre el 2001 y 2011.
- Tabla 22.** Estimados de fecundidad media (total y relativa) de merluza de tres aletas, en campañas hidroacústicas entre el 2001 y 2011.



- Tabla 23.** Resultados del ajuste al relacionar la fecundidad con el peso corporal de las hembras.
- Tabla 24.** Resultados del ajuste al relacionar la fecundidad con la longitud total de las hembras.
- Tabla 25.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas
- Tabla 26.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2011.
- Tabla 27.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.
- Tabla 28.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por latitud.
- Tabla 29.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo
- Tabla 30.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.
- Tabla 31.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según pendiente del fondo
- Tabla 32.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores según pendiente del fondo



- Tabla 33.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- Tabla 34.** Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por componente.
- Tabla 35.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 36.** Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes para la serie histórica 2001-2011.
- Tabla 37.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales para la serie histórica 2001-2011.
- Tabla 38.** Número de estómagos de Merluza del sur por zonas de estudio entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011.
- Tabla 39.** Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (382 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 40.** Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (100 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 41.** Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (282 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 42.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla I (30 – 31 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (75 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 43.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II (42 – 53 cm), para el área comprendida entre Taitao



y Trinidad Concepción en agosto 2011 (136 estómagos analizados con contenido).

- Tabla 44.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III (54 – 63 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (157 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 45.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla IV (> 64 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad Concepción en agosto 2011 (12 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 46.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2011. (N = 112 estómagos analizados).
- Tabla 47.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2011. (n= 151 estómagos analizados).
- Tabla 48.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Trinidad-Concepción en agosto 2011. (n= 119 estómagos analizados).
- Tabla 49.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 107 – 200 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (194 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 50.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 201 -250 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (141 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 51.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 251 – 300 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (47 estómagos analizados con contenido).
- Tabla 52.** Nómima especies identificadas en estómagos de merluza de tres aletas, Agosto 2011



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 2011.
- Figura 4.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación
- Figura 5.** Cálculo de la pendiente del fondo.
- Figura 6.** Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto 2011
- Figura 7.** Variogramas distribución merluza de tres aletas, agosto 2011 para área total, zona 1 y zona 2.
- Figura 8.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2011.
- Figura 9.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (ago., 2011).
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII (ago., 2011).
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo y área. B/H Friosur VIII (ago., 2011).
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza de tres aletas entre los lances 1-19 y lances 20-26 en el área de estudio. B/H Friosur VIII (ago., 2011).
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área. B/H Friosur VIII (ago., 2011).



- Figura 14.** 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., 2011).
- Figura 15.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2011.
- Figura 16.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por área para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2011.
- Figura 17.** Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación merluza de tres aletas 2011.
- Figura 18.** Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada Lance, crucero de investigación 2011.
- Figura 19.** (a) Distribución de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (_m) y hembras (_h).
(b) Distribución de frecuencia de longitudes observadas y en el crucero de investigación 2011.
- Figura 20.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigación 2011.
- Figura 21.** Curvas teóricas de función peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, período 2002–2011.
- Figura 22.** Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Período 2001-2011. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.



- Figura 23.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001-2011.
- Figura 24.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007-2011.
- Figura 25.** Índice gonadosomático para machos y hembras, considerando todos los tamaños y desde los 36 cm de longitud total.
- Figura 26.** Distribución de índice gonadosomático medio por lance para machos y hembras \geq a 36 cm de longitud total.
- Figura 27.** Incidencia de fases de madurez macroscópicos en machos y hembras.
- Figura 28.** Incidencia de fases de madurez macroscópicos en hembras.
- Figura 29.** Incidencia de fases de madurez microscópicas por lance.
- Figura 30.** Incidencia de fases de madurez microscópicas por grupos de tamaños en hembras.
- Figura 31.** Incidencia de fases de madurez microscópicas por zonas de: Taitao, Golfo de Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepción.
- Figura 32.** Distribución del Índice Gonadosomático medio por fases de madurez microscópicas.
- Figura 33.** Proporción de hembras maduras a la talla y ajuste de la ojiva de madurez sexual, año 2011 y periodo 2001-2011.
- Figura 34.** Estimados del parámetro de madurez sexual ($L_{50\%}$) de la merluza de tres aletas en investigaciones acústicas entre el 2001 y 2011.



- Figura 35.** Distribución de la fecundidad en función del peso corporal de los ejemplares.
- Figura 36.** Distribución de la fecundidad en función de la longitud total de los ejemplares.
- Figura 37.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área total de estudio, crucero 2009.
- Figura 38.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zona, crucero 2011.
- Figura 39.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2011.
- Figura 40.** Resultado del análisis de clasificación de los lances de identificación realizados durante el crucero 2011.
- Figura 41.** Resultado del análisis de ordenación de los lances de identificación realizados durante el crucero 2011.
- Figura 42.** Resultado del análisis de clasificación de los cruceros realizados entre el 2001 y 2011.
- Figura 43.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros realizados 2001 y 2011.
- Figura 44.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por zona, realizados entre el 2001 y 2011.
- Figura 45.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por zona, realizados entre 2001 y 2011.
- Figura 46.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2011.



- Figura 47.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados entre 2001 y 2011.
- Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.
- Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.
- Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.
- Figura 51.** 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 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- Figura 54.** 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 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.
- Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según pendiente del fondo.
- Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según pendiente del fondo.



- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores profundidad de agregaciones, fondo índice de altura según pendiente del fondo.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.
- Figura 60.** Variación de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa años 2001-2011
- Figura 61.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, serie 2001-2011
- Figura. 62.** Curva trófica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de estómagos, provenientes del crucero realizado en agosto de 2011 en aguas exteriores de la X y XI región de Chile.
- Figura. 63.** Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de *Micromesistius australis* en agosto de 2011, capturadas en aguas exteriores de la X y XI región de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA).
- Figura.64.** Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares machos de *Micromesistius australis* en agosto de 2011, capturadas en aguas exteriores de la X y XI región de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA).
- Figura 65.** Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* en abril de 2011, capturadas en en aguas exteriores de la X y XI región de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA).
- Figura 66.** Estimados de Biomasa y Abundancia años 2001-2011.
- Figura 67.** Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Resolución Pesca de Investigación N^a 2.149 y captura agosto-diciembre de las naves asociadas al proyecto.
- Anexo 2.** “Determinación de la composición trófica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas entre septiembre y diciembre del 2011. Estudio encomendado por IFOP a la Universidad Arturo Prat (UNAP).
- Anexo 3.** “Características de las agregaciones de merluza de tres aletas *Micromesistius australis* asociado a niveles de biomasa y abundancia en la zona sur austral de Chile en el período 2001-2009”. Trabajo presentado en el XXX Congreso de Ciencias del Mar, Concepción, año 2010
- Anexo 4.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 5.** Presentaciones Taller de difusión y discusión metodológica.





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) representa un componente importante en el ecosistema sur austral. 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.

Esta especie presenta dos poblaciones, que corresponderían a poblaciones genéticamente diferentes (Ryan *et al.*, 2002), una alrededor de Nueva Zelandia 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.

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, 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 y 2009). 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 (2001-2009) 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 Bellidio (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 21 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 biomásas 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 por lo que los resultados obtenidos este año cobran mayor importancia (Lillo *et al.*, 2002, Cordova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2003, 2004 y 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010).

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.*, 2010).

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 2011, del que se presenta su pre-informe final.



4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

De acuerdo a los términos básicos de referencia del proyecto, que señalan: “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”, y en base a los antecedentes disponibles, que provienen de datos obtenidos a partir de 1993, que señalan la presencia de concentraciones del recurso objetivo en la zona comprendida entre las latitudes 47° y 51° S, se puede inferir que estas concentraciones estarían asociadas a un proceso reproductivo que alcanza su máxima actividad entre fines de julio, agosto y primera quincena de septiembre. En base a esto el crucero de prospección se efectuó en el período comprendido desde el 15 al 28 de agosto del 2011, en el área comprendida entre las latitudes 47° y 51°S.

Para determinar el área prospectada se digitalizaron los puntos de inicio y fin de la totalidad de las transectas realizadas durante el crucero. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se convirtieron a millas náuticas a través de su proyección en 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, obteniéndose el área en mn².

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 las latitudes medias y referidas a millas náuticas cuadradas, según:



$$Area_{\text{grados}} = \iint Lat(y)Lat(x)dydx$$

$$\text{Área} = \text{Área}_{\text{grados}} * 3600 * \cos (\text{Lat}^{\circ}\text{S}) \text{ mn}^2$$

4.2 Equipos

4.2.1 Embarcaci3n

Para efectuar el estudio, el Instituto de Fomento Pesquero efectu3 un llamado a participar a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquería demersal sur austral, obteniéndose respuesta positiva de la empresa Emdepes S.A., quien manifestó su interés en participar con 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, capacitada para operar en la zona de estudio.

La autorizaci3n para realizar la Pesca de Investigaci3n fue consignada y regulada a trav3s de la Resoluci3n de Pesca de Investigaci3n N° 2.149 en que la Subsecretaría de Pesca autoriza a la nave Friosur VIII a realizar la Pesca de Investigaci3n y a las naves Friosur X, Unzen y UnionSur a operar entre el 1 de septiembre y 31 de diciembre con la finalidad de apoyar el monitoreo biol3gico y cumplir con el muestreo de la segunda etapa de la pesca de Investigaci3n, consistente en un estudio de la alimentaci3n de merluza de tres aletas en el área y período de su pesquería. La resoluci3n autoriz3 la extracci3n de un máximo de 750 toneladas de merluza de tres aletas imputadas a la reserva de investigaci3n, fraccionadas en 50 toneladas para el B/H Friosur VIII, y 700 toneladas a repartir entre las naves Friosur X, Unzen y UnionSur, embarcándose muestreadores de IFOP para el muestreo biol3gico de las capturas.

Dado que la operaci3n con el buque Friosur VIII permiti3 cumplir cabalmente con las metas de muestreo, no fue necesaria la incorporaci3n de datos de buques de



apoyo para el proceso de la estimación de biomasa, especialmente del BF Unión Sur, el cual operó en la misma zona durante la ejecución del crucero, sin embargo a fin de complementar los estudios de contenido gástrico en los meses posteriores al crucero, se recolectaron estómagos de merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza austral en los meses de septiembre a diciembre durante las faenas de pesca, operándose mediante una pesca de investigación según Res. Ex N°2149. La información de la operación, redes de pesca, y la resolución se entregan en el **Anexo 1**. El estudio trófico post-desove fue encomendado a la Universidad Arturo Prat, entregándose este trabajo en el **Anexo 2**.

4.2.2 Sistema de eointegración

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 26,43 dB. El coeficiente de absorción nominal fue de 9,8 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 500 Gb 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.* 2011).

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 49 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 (**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 eointegración.

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).



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

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 puente de la embarcación y conectado al computador del ER60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la señal acústica se utilizó el modulo de variables virtuales "*Motion correction (Dunford method)*" de Echoview® (versión 4.60.58.13821) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuación de señal mediante el método de Dunford (Dunford, 2005). Aun así a fin de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcación, las transectas se realizaron en sentido oeste-este, de tal forma que el buque navegó generalmente con viento en popa, intentando minimizar con esto la pérdida de señal por este concepto (Saavedra *et al.* 2011).



4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de eointegración en número (C_n)

a) Relación TS

La obtención de los datos de fuerza de blanco de merluza de tres aletas se ha efectuado en todos los cruceros de prospección acústica a la fecha (durante los lances de prospección), 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 distribución del recurso no es la óptima para la detección de blancos individuales, presentándose el recurso de preferencia en agregaciones tipo estrato o muy agregado. Esta característica del recurso no cumple con las condiciones establecidas como recomendable para mediciones de TS (ICES, 1999, 2001). Es así que a fin de mantener una consecuencia con evaluaciones anteriores de merluza de tres aletas, es que se utiliza a modo comparativo la relación señalada 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, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997), y que corresponde a: $\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB)$, la cual según Hanchet (2000), 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 $\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 64$ (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 $TS = 17,4 * \log(talla) - 61,6$ (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 $TS = 20 * \log(talla) - 69,1$ (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) Dócima de heterogeneidad generalizada (DHG)

A fin de determinar la existencia de diferencias significativas en las distribuciones de frecuencia de tallas de los lances diferenciados latitudinalmente (zonas en una estrecha franja longitudinal), se aplicó la dócima 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 hipótesis que supone que las distribuciones provienen de una misma población. Atendiendo a la homogeneidad postulada entre estas distribuciones, la hipótesis 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 distribución χ^2 , la que bajo el supuesto de que la hipótesis nula es verdadera, esta se distribuye como una distribución χ^2 central.

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

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

Hipótesis que pueden ser planteadas de manera equivalente según:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} = \dots = P_{zk} = P_{pk} \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots, k \wedge \forall z = 1, 2, 3, \dots, z$$
$$H_1 : P_{zk} \neq P_{z'k}, z \neq z'; z, z' = 1, 2, 3, \dots, Z$$

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

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

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 decisión respecto de la hipótesis 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 significación preestablecido $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$.

c) Coeficiente de ecointegración

El coeficiente de ecointegración a la talla “k” en número (C_{nk}) referido a un s_A se calculó según:

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

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

Para evaluar la relación TS/longitud, se utilizó la distribución de frecuencia obtenida de los muestreos de talla de los lances de pesca.



4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de merluza de tres aletas en el área de estudio se estimó según:

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

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

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \bar{w}_k$$

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

donde :

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

a = área prospectada (mn^2).

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

\bar{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 raz3n (\hat{R}) de las lecturas ac3sticas del ecointegrador (s_A) por IBM correspondiente a los m3todos de Hansen *et al.* (1953) se calcula seg3n:

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

donde:

- n = n3mero de transectas de la muestra
- X_i = densidad de la transecta i-3sima.
- Y_i = n3mero de IBM. en la transecta i-3sima.

- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} seg3n el m3todo Bootstrap (Robotham y Castillo 1990) se calcula seg3n:

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

siendo \hat{R} un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama3o n seleccionado con reposici3n de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variabes 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 razón \hat{R} , sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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

La lectura acústica del econtegrador por IBM corresponde a la expresión:

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

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 econtegración 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 econtegración 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:



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

La varianza de la biomasa se calcula según:

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

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 población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen cuatro estimadores alternativos de varianza de la razón.

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

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

donde, N es el número total de transectas en el área, y

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

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



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

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

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

- **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} 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).

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

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 funci3n inversa de la distribuci3n normal estandar y Z_α es el percentil superior de una normal estandar.

- **M3todo de las variables regionalizadas**

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geogr3ficamente correlacionados mediante la ecuaci3n:

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

Donde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) seg3n:

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

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

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

Donde V es el 3rea de prospecci3n, (α, β) los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreos y n el n3mero de muestras en V .

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la funci3n 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 3ltimos 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 Srivastra, 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 & Tapia, 2000). Su formulaci3n es la siguiente:

Modelo gaussiano:

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

Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

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 correlaci3n (Isaaks and Srivastara, 1989; Cressie, 1991).

En el ajuste del variograma experimental a un modelo te3rico se aplica el m3todo 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 n3mero de pares utilizados en el c3lculo del semivariograma, $\gamma(h)$ es el variograma experimental y $\gamma^*(h)$ es el modelo ajustado. La cercan3a del 3ndice *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 abcisa 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 composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.

4.4.1 Muestreo a bordo

En la estimación de la estructura de talla y la proporción sexual de merluza de tres aletas, para el área y período de estudio, se basó en un diseño de muestreo bi-etápico, 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 ésta la unidad de análisis. En este sentido, cerca del pozo de pesca de la nave fueron realizados los muestreos de biológicos de las capturas en todos los lances de pesca de identificación de ecotrazos. El muestreo biológico consistió en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. La información registrada del muestreo biológico consistió básicamente en los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo y frecuencia de ejemplares.

4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual

La estimación de la composición de longitud resulta de una combinación lineal de las distribuciones de talla obtenidas en cada lance de pesca (ponderadas en número). Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gráfica, 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 ($\hat{V}(\hat{l})$)

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



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, 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; Area 2 entre 47°30' y 48°59' S denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Area 3 entre 49°00' y 51°00' S denominada Trinidad-Concepción.

4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Para la determinación de edad y a fin de probar la consistencia de la asignación, la primera etapa se realizaron lecturas de concordancia, que consisten en analizar



en forma paralela las mismas muestras con los distintos analistas que trabajan en diferentes estudios de la edad de este recurso. Esta es una etapa que requiere un particular esfuerzo en compartir análisis y relecturas de muestras a fin de asegurar que los criterios de discriminación de anillos de crecimiento, tanto secundarios como de características anuales, se mantenga en el tiempo y a través de los diferentes estudios.

La observación de las muestras se realizó empleando microscopios estereoscópicos con magnificación 10X. Se utilizó sistema de análisis de imágenes con software Image Pro-Plus, de acuerdo a la metodología desarrollada en el marco del proyecto “Actualización y Perfeccionamiento de Metodologías Científicas para el Estudio de Edad en peces” (financiado por INNOVA-SUBPESCA).

a) Claves edad - talla y tamaño de muestra

Las claves edad - talla son matrices que históricamente se han procesado con intervalo de clase de 2 cm, las que 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.



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

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

Donde:

- i = grupo de edad
- j = longitud total del pez
- q_{ij} = probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado
- n_{ij} = número de individuos de edad "i" con longitud "j"
- n_j = número total de individuos de longitud j.

b) Asignación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), se asignan a las diferentes edades según una clave talla-edad. Esta clave, generada a partir de la información del crucero, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades.

El número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de talla es:

$$N_{ij} = q_{ij} N_j$$

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

Donde:

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



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

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

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

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

Puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

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

Donde:

- l_j = Proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N = Tamaño de la muestra de longitudes
- n_j = Tamaño de la sub-muestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} = Proporción de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L = Número de estratos de longitud

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

Estas últimas expresiones permiten calcular, además de la proporción con que participa cada GE, la varianza con que contribuye cada uno de los grupos.



4.4.4 Estimación de pesos promedios por grupos de edad

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

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

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

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

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

La ecuación anterior permite expresar el peso promedio de un grupo, en términos de los parámetros (media y varianza) de la distribución normal de sus longitudes.



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

4.5.1 Trabajo a bordo

La condición reproductiva de la merluza de tres aletas se analizó con muestras de cada lance efectuado durante el crucero de prospección. Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria, dado que éstas debieron permitir estimar una serie de indicadores como es la proporción de estadios de madurez, el Índice Gonadosomático, además de la fecundidad y la ojiva de madurez.

En cada lance con captura de merluza de tres aletas se realizó un muestreo biológico, al menos a 60 ejemplares, considerando al menos la ejecución de 24 lances y la medición entre 1.200 a 1.400 ejemplares, de manera de tener una adecuada representación espacial de la agregación 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 (\hat{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 (\hat{IGS}_j) y finalmente el IGS total (\hat{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**

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

- **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 = Número de lances totales.
- Wg = Peso de la gónada
- W = Peso corporal
- IGS = Estimador del Índice Gonadosomático

4.5.3.2 Estimación de estadios de madurez en la captura

El diseño de muestreo para estimar la proporción de estadios de madurez corresponde a un muestreo aleatorio bi-etápico, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y de segunda etapa a la selección de ejemplares al interior del lance.



4.5.3.3 Estimador de la proporción 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.

Debido a que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribución binomial. La proporción de maduros a la talla se ajustaron máximo verosímil a un modelo logístico de madurez, ya que el tamaño de muestra de cada grupo de talla es considerado explícitamente en la función de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988).

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

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. El parámetro α se fijará en 1, basándose en los antecedentes que indican que a medida que los ejemplares crecen, la probabilidad de individuos maduros se aproxima a 1.

La función log de máxima verosimilitud corresponde a:

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

donde h es la variable dicotómica que representa la condición de madurez ($h=1$) o inmadurez ($h=0$) y n es el tamaño de muestra y la sumatoria es a través de todas las longitudes.



4.5.5 Estimación de la fecundidad

La fecundidad total se estimó de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Para este efecto se analizaron 101 hembras que correspondió a la totalidad de la muestra disponible del crucero que clasificó para el cálculo de fecundidad.

La estimación de la fecundidad total se efectuó mediante la aplicación del 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 que retiene los ovocitos. La medición y conteo de los ovocitos se analizó mediante el software ImageJ, previa calibración de las unidades de píxeles a micras.

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 sub-muestra se utilizaron para la estimación del número total de ovocitos maduros del ovario (fecundidad total), la fecundidad promedio y su varianza de acuerdo a las expresiones:

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

Donde:

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

H_{jv} = Número de ovocitos en la submuestra v 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:

$$\hat{F}_{ij}^* = \alpha + \beta X_{ij}^*$$

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

$$\hat{F}_{ij}^* = \alpha \varepsilon^{\beta X_{ij}^*}$$

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 estimaci3n de la proporci3n de especie se us3 el siguiente estimador:

a) Estimador de la proporci3n de especie

El estimador de la proporci3n de la especie e (\hat{p}_e) en la captura total est3 dado por la siguiente relaci3n:

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

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 : N3mero total de lances en el viaje.
- \hat{p}_{ej} : Estimador de la proporci3n de la especie e en el lance j

donde C_j se estim3 a partir de la observaci3n directa de la captura en los pozos de pesca, los cuales se encuentran debidamente cubiertos en peso por el Armador del buque.

La expresi3n para el estimador de la varianza del estimador p_e , est3 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 & 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 & 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 & 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:

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



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 eointegración Simrad ER-60. Estos datos fueron posteriormente procesados mediante el programa Sonardata Echoview[®].

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 semilongitud 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 enmarc3 el ecotrazo seleccionado dentro de una regi3n (rectangular) y se procedi3 a la detecci3n autom3tica de agregaciones, deline3ndose de esta forma el contorno de 3sta. Los par3metros de detecci3n fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un par3metro estandar provoca cortes en la agregaci3n.
- 6) Asignaci3n 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 procedi3 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 "regi3n" la sumatoria de los s_A (PRC_NASC) que esta regi3n generaba en cada celda o IBM.

4.7.1 Descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en tres tipos: morfol3gicos que permiten medir el tama3o y forma de las agregaciones, batim3tricos que definen su posici3n en la columna de agua (Scalabrin y Mass3, 1993; Fre3n *et al.* 1996). Y de energ3a que reflejan la energ3a retrodispersada por el blanco o agregaciones de peces. Dentro de los descriptores morfol3gicos estimados para las agregaciones se encuentran: el 3rea transversal, altura, largo, elongaci3n y per3metro. De tipo batim3trico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones, 3ndice de altura (**Fig. 4**) y la variable "pendiente del fondo" (**Fig. 5**) Como descriptores de energ3a se consider3 la energ3a retrodispersada (expresada en s_A) y densidad ac3stica expresada en s_A/m^2)

El 3rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect3ngulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de eointegraci3n. 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 Sv_{prom} 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 en sentido latitudinal (en rangos de 1°), 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 26 lances, los cuales fueron realizados en aguas exteriores entre los 47° 01' S y los 50° 49' S. Las muestras obtenidas a bordo del B/H Fiosur VIII fueron almacenadas en bidones de plástico de alta densidad de 60 l, fijadas y conservadas en formaldehído al 10 % y etiquetadas convenientemente, 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.

Las especies de merluzas estudiadas se separaron en diferentes clases de tallas, de acuerdo a las bases de datos entregadas, para la merluza de tres aletas se agruparon de la siguiente forma: Clase I (30 - 41 cm), Clase II (42 - 53 cm), Clase III (54 - 63 cm) y Clase IV (> 63 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 & 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 proveerá una mejor representación de la dieta de la especie (Cortes, 1997; Gelsleichther *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 2011 en Puerto Chacabuco (XI región). Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 4**. La nueva ganancia se estimó en 26,43 dB.

5.1.1 Lances de pesca

Se realizó un total de 26 lances de identificación con un desarrollo vertical de la boca de la red de 60-70 m, su composición de capturas se entrega en la **Tabla 5**. Dado que el Friosur VIII cumplió cabalmente con las actividades programadas y las metas de muestreo, no fue necesario incorporar información de las naves Friosur X, Unzen y UnionSur, autorizadas a operar como naves de apoyo al muestreo biológico. Sin embargo, en estas naves se recolectaron estómagos en las faenas de pesca entre septiembre y diciembre para los análisis tróficos comprometidos en el addendum del proyecto.

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 Validación de la estructura de tallas

El análisis exploratorio de la distribución de tallas por lance en la zona de estudio, y considerando que los lances se efectuaron cronológicamente de norte a sur, dio cuenta de una marcada diferencia a partir del lance 20 hacia el sur en relación con la estructura global obtenida por el total de lances, observándose a partir de los



50°07,5' LS (lances 20 al 26) una distribución de tallas sesgada hacia la izquierda de la curva, representado por tallas entre los 29 y 40 cm, resultando claramente distinto a lo observado en las distribuciones de frecuencia de los lances 1 al 19, donde existe un rango mas amplio y con modas asociadas a valores entre los 45 y 60 cm.

El test DHG se aplicó para la muestra separada en 2 zonas (**Zona 1** comprendida entre los 47°00'S y los 50°07,5'S, y la **Zona 2** comprendida entre los 50°07,5' S y los 51°00'S). El resultado del test (**Tabla 6**), muestra que la estructura de tallas de cada uno de los lances de pesca analizados, está separada en dos grupos, siendo los 50°07,5 S, la zona donde aproximadamente se separan los individuos de mayor tamaño al norte y los de tallas menores al sur. En este sentido, la prueba estadística muestra que existe la evidencia estadística suficiente para No Aceptar la hipótesis nula (Ho), diferenciándose dos zonas, la primera al Norte de los 50°07,5' S, y la segunda al Sur de los 50°07,5' S.

5.2.2 Biomasa y abundancia

Los estimados se realizaron sobre dos zonas, denominándose zona 1 al área comprendida desde el 47°00` S hasta los 50°07,5' S y la zona 2 desde los 50°07,5' S hasta los 51°00`LS. Los resultados se entregan a la talla por área y compuestos para un total.

La abundancia total varió entre 164,365 y 168,978 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método de Bootstrap, la diferencia no alcanzó al 3,0 % entre métodos (**Tabla 7**) alcanzándose el menor CV con el método geoestadístico e igual a 16,1%



La biomasa total varió entre 128.169 y 131.717 toneladas y al igual que en el caso anterior el mayor valor se obtuvo con el método Bootstrap. Los valores de CV fueron bastante similares entre métodos siendo el menor con el método Geoestadístico con un 18,2% (**Tabla 7**).

La Biomasa total estimada por el método geoestadístico alcanzó las 129.427 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre las 90.520 y 168.335 toneladas, mientras que estimación de la Abundancia alcanzó los 166,8 millones de individuos, con un rango de confianza entre los 122,4 y 211,2 millones de individuos. Los resultados de la Abundancia y la Biomasa totales a la talla se entregan en la **Tabla 8**.

Los resultados de la Abundancia y la Biomasa a la talla para las zonas 1 y 2 se entregan en las **Tabla 9 y 10**, respectivamente. El 95% de la biomasa y 87% de la abundancia se concentró en la zona 1

A fin de mantener la congruencia histórica en la serie de datos y hacerlos comparables entre sí, se aplicó la relación utilizada en todas las evaluaciones hidroacústicas anteriores de merluza de tres aletas y que corresponde a la determinada por Lillo *et al.* (1996) para merluza común. Alternativamente y a modo comparativo se utilizó la relación estimada para merluza de tres aletas chilena por Lillo *et al.*, 2006, obteniéndose una biomasa total de 148.602 toneladas, resultando un aumento del 14,8% respecto al estimado con la relación de Lillo (1996).

Adicionalmente y para fines comparativos, se calculó los estimados de Biomasa y Abundancia mediante método krigging. Como el software EVA limita el número de datos ($n \leq 200$), situación que cumple la zona 2, se procedió a separar la zona 1 convenientemente en 3 sub zonas que cumplieran la condición, zona 1-A, zona 1-B y



zona 1-C (**Tabla 11**). En estas tres sub-zonas se aplicó la distribución de frecuencia de la zona 1 ya que ésta no presenta diferencias significativas en dicha área.

Los resultados obtenidos para el total de las 4 zonas (**Tabla 12**) difieren en un 2,0% menos para la estimación de biomasa y en un 2,02 % menos en la estimación de abundancia respecto a los entregados en este pre-informe final.

De acuerdo a lo anterior la diferencia obtenida entre métodos es mínima y se encuentra dentro de los límites de confianza del estimado.

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 13**) obtenidas durante el crucero de prospección.

5.2.3 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

El área prospectada alcanzó a 1.902 millas náuticas cuadradas. El recurso fue detectado principalmente al límite norte del área, resultando el centro de gravedad (CG) en la latitud 47°19'S (**Fig. 6**), siendo éste crucero donde el CG se ha ubicado históricamente más al norte. El año 2009 el CG se ubico en los 48°06'LS, también mas al norte que los años anteriores 2008 y 2007 donde el CG se ubicó en la latitud 48°38'S y 48°24'S, respectivamente. El año 2006 se ubicó en la latitud 49°15'S, mientras que el 2005 el CG de la distribución estuvo centrado en la latitud 48°46'S. El año 2004 el recurso se encontró ubicado mas al sur (CG 50°10'S) y el año 2003 el CG se localizó en la latitud 47°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°27'S y 49°42'S respectivamente.



La distribución en el límite norte del área podría llevar a pensar en una porción no prospectada del stock que se distribuyera fuera del área de estudio al norte de la latitud 47°. Afortunadamente este crucero se realizó inmediatamente seguido del crucero de merluza de cola y merluza del sur (sin recalada intermedia en el límite de áreas), por lo que las transectas al norte del área y que correspondieron a las realizadas en las latitudes 46°50 y 46°55 fueron revisadas y no presentaban registros positivos de merluza de tres aletas, por lo que no fue necesario incorporarlas al estudio.

La distribución batimétrica media de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 150 y 400 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 240 metros.

Los semivariogramas obtenidos a partir de la información recopilada en las transectas se ajustan en las 3 áreas analizadas (Área total, Zona 1 y Zona 2). En la estimación del semivariograma se utilizó una amplitud de lag igual a la distancia entre muestras (0,5 mn). Las estructuras espaciales mostraron en los ajustes un índice GoF bajo variando entre 9,4E-04 y 6,0E-03. Los modelos en los casos del área 1 y total corresponden al tipo esférico, mientras que en el área 2 se ajustó un tipo exponencial (**Fig. 7**). Para el área 1 y total las estructuras espaciales variaron entre 2,22-2,34 mn, mientras que en el área 2 alcanzó las 4,5 mn, siendo este el mayor detectado comparativamente con los años anteriores. La intensidad del patrón espacial tuvo un rango de variabilidad entre 71,6 y 86,8%, resultando el nugget entre 13,2 y 28,4% (**Tabla 14**). Comparativamente el área 2 mostró la mayor variabilidad y menor varianza aleatoria.

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 0,99, mayores a los años anteriores de 0,97 el 2009, 0,88 el 2008 y 0,96 el 2007. Las curvas de Lorenz confirman lo anterior (**Fig. 8**), resaltando el presente resultado



como uno de los que registra una distribución más gregaria del recurso junto al año 2004 donde el recurso se encontró concentrado en el límite sur del área en proceso de migración post-desove y el 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

5.2.4 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, contando con información in situ y al momento de iniciar el crucero del B/F UnionSur que se encontraba operando sobre el recurso, lo que derivó en realizar el crucero en sentido norte-sur. La fuente de error que se pudo cuantificar 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, resultando finalmente en una compensación de la biomasa de 2%.

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 ecointegración (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 estimaci3n de la biomasa, con el objetivo de obtener una estimaci3n de la incerteza del estimado. Esto dio como resultado una estimaci3n de 128.642 t para el 1rea total, con un coeficiente de variaci3n de un 25,8 % y un intervalo de confianza que fluctu3 entre 63.592 y 193.692 t, valor 0,6% menor al estimado con el estimador de raz3n entregado en el presente informe. Para la zona 1 la estimaci3n fue de 122.738 t (CV=0,27) y para la zona 2 de 5.904 toneladas (CV=0,22).

5.3 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.

5.3.1 Composici3n de tallas y proporci3n sexual

5.3.1.1 Muestreos

El total de merluzas de tres aletas medidas durante el crucero de investigaci3n para el an1lisis de las estructuras de tallas fue de 2.544 individuos (**Fig. 9**), compuesto de 1.361 machos y 1.183 hembras

5.3.1.2 Distribuci3n de talla en la zona de estudio, estrato espacial y batim3trico.

Como ha sido habitual, en el 1rea y per3odo de desove, la estructura de talla registrada fue principalmente de ejemplares adultos (**Fig. 9**), con escasa presencia de juveniles (5% <35 cm), una talla promedio total de 49 cm y un predominio de los machos de 58% respecto de las hembras (42%).



La composición de tallas de merluza de tres aletas registró tres modas principales adultas (**Fig. 9**), una entre 54-63 cm, otra entre 46-53 y finalmente entre 34-39 cm (**Fig. 9**). La principal moda adulta entre 50-65 cm registrada habitualmente en los estudios anteriores (Lillo *et al.* 2002, 2004, y 2005; Córdova *et al.* 2003, Saavedra *et al.* 2006, 2007, 2008 y 2009), registró en el año 2011 en la moda 54-63 cm una menor presencia, siendo la moda secundaria. La principal moda adulta se registró entre los 46 y 53 cm, tanto en hembras como en machos. A su vez, las hembras presentaron una distribución de talla desplazada a la derecha y mayor talla promedio (50 cm) respecto de los machos (47 cm, **Fig. 9**).

Latitudinalmente, la estructura de talla del área Taitao y del área G. Penas-Ladrillero son similares y explica en gran medida la distribución adulta del área total (**Fig. 10 y 11**), con distribuciones de dos modas adultas (46-53 cm y 54-63 cm), con escasa presencia de juveniles, talla promedio en 51 y 52 cm, y mayor predominio de los machos (59%); lo cual sugiere la presencia de una homogeneidad de la estructura del recurso en esta amplia zona del área de estudio. Mientras, el área más al sur, Trinidad-Concepción registró una distribución unimodal (**Fig. 10 y 11**), con una moda de adultos jóvenes entre 34-39 cm, talla promedio inferior (40 cm), mayor presencia de juveniles (18%) y manteniendo el predominio de los machos (55%)

En este sentido, durante el año 2011 fue posible registrar una homogeneidad en la distribución de talla entre los 47°00' y 49°59' S, comprendiendo los lances de identificación 1 y 19 (**Fig. 12**); con una distribución bimodal de adultos de tallas mayores, 46-53 cm y 54-63 cm, fracción adulta que comprende la principal área de concentración reproductiva del recurso durante el período de estudio. Mientras, al sur entre los 50°00' y 51°00' S (lances de identificación 20 al 26), zona de baja concentración del recurso, la distribución fue unimodal (**Fig. 12**), principalmente de



adultos j3venes representados en una moda entre 34-39 cm y baja talla promedio 38 cm

En sentido batim3trico, en toda el 3rea de estudio las muestras de longitud provienen de dos rangos de profundidad de relinga de la red entre 100-199 m y 200-299 m (**Fig. 13**). En Taitao y G. Penas-Ladrillero, la moda adulta mayor 54-63 cm se registr3 principalmente entre 100-199 m, seguido de los 200-299 m de profundidad; mientras la moda principal adulta 46-53 cm se registr3 en toda la columna en el 3rea Taitao y en el 3rea G. Penas-Ladrillero principalmente en los 200-299 m. En cambio, en Trinidad-Concepci3n se destaca la presencia en toda la columna del agua de la moda de ejemplares adultos j3venes (34-39 cm, **Fig. 13**).

5.3.1.3 Distribuci3n de talla del crucero de investigaci3n 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 f3brica surimero (dirigido a pescar merluza de tres aletas), para la misma 3rea y per3odo de estudio (**Fig. 14**). Ambas distribuciones de tallas presentaron similitud en los rangos de talla que comprende las dos modas principales del crucero de investigaci3n, entre los 46 y 63 cm; no registr3ndose en la pesca comercial la moda de adultos j3venes entre los 34-39 cm. En este sentido, se destaca la similitud de la distribuci3n de talla de la captura comercial respecto de las distribuciones de tallas del crucero que comprende los lances agrupados entre los 47°00'-49°59' S (lances 1-19, **Fig. 14**), como tambi3n respecto de las 3reas Taitao y G. Penas-Ladrillero; amplitud geogr3fica que en general comprendi3 la mayor concentraci3n del recurso durante el per3odo de estudio.



5.3.1.4 Distribución de talla del crucero 2009 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2011 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los nueve cruceros anteriores (**Fig. 15**), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006, 2007, 2008, 2009, y 2010 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, y que prevaleció claramente durante los primeros años de la serie (~70%), ha tendido a bajar su proporción llegando al año 2011 a 50%, a lo cual se agrega el aumento en la presencia de adultos entre 35 y 49 cm (47%, **Fig. 15**); situación que para el año 2011 se registró con tres modas de adultos, una de adultos jóvenes (34-39 cm), y dos de adultos de tallas mayores (46-53 cm y 54-63 cm); siendo la distribución acumulada de dicho año una de las más desplazada a la izquierda respecto de los otros años (**Fig. 15**).

Por otro lado, en la serie de los años de estudio, situación que en el año 2011 se repite, ha prevalecido en la proporción sexual principalmente los machos respecto de las hembras (**Fig. 15**); condición que puede ser una característica habitual de este recursos durante el proceso de reproducción.

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas subdivididas por área en los diez años de estudios se observa claramente la presencia de la moda de adultos (**Fig. 16**), que participa en el proceso reproductivo de la especie; están presente



principalmente entre el área Taitao y el área G. Penas-Ladrilleros, con escasa presencia de juveniles y mayor predominio de los machos respecto de las hembras. En general, estas variaciones de la localización de la moda adulta principal coinciden con las máximas concentraciones del recurso durante el estudio (Saavedra *et al.* 2007 y 2008). Mientras, el área más al sur Trinidad-Concepción es habitual que registre una mayor presencia de ejemplares juveniles y de ejemplares de adultos jóvenes, como en algunos años (2004, 2008 y 2009) y como se registró para el año 2011 (**Fig. 16**).

5.3.2 Estructura de edades del stock

La colecta de ejemplares con la medición de longitudes (azar) y muestreo biológico específico fue llevada a cabo sobre la captura proveniente de los lances de pesca de identificación, realizados en el crucero de investigación realizado entre el 16 y el 28 de agosto 2011, a bordo del B/P Frío Sur VIII.

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 29 y 68 cm de longitud total. Para el objetivo de estudio de la edad se colectó una muestra de 1.649 pares de otolitos (520 machos y 1.129 hembras). El muestreo para el estudio de edad es dirigido a obtener la mayor cobertura de las tallas presentes en las capturas.

Los lances de pesca realizados, su captura y el número de ejemplares que compuso el Muestreo de Longitud de ejemplares se presentan en la **Figura 17**, en donde se puede apreciar el grado de muestreo. En quince del total de lances con éxito de captura (22), se obtuvo muestreo de longitud por sobre los 100 ejemplares.



La captura en cada lance con éxito fluctuó desde 1,1 kg hasta 4.996 kg, destacándose el lance 7 (4.996 kg) por su captura notablemente alta, en relación al resto de la operación.

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 18**. 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 29-68 cm) y para hembras en 53 cm (29-67cm). En sentido latitudinal, el lance 1 representa el muestreo obtenido más al norte del área estudiada, corresponde al inicio de la prospección.

La distribución de tallas del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad (frecuencia en %), para machos y hembras, la distribución de frecuencia de longitudes observadas y ponderadas (en base a la captura en número de los lances), en el crucero de investigación 2011, se presenta en la **Figura 19**.

Considerando la distribución de frecuencia de tallas ponderadas se encontró que la moda principal se concentra en las clases de talla 48-50 cm en machos y entre 50-52 cm en hembras, presentando a su vez una moda secundaria en el intervalo de clase de 34 cm y 36 cm en machos y hembras respectivamente.



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).

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. En las muestras analizadas se observó edades entre 2 y 25 años.

5.3.3 Relaciones peso - longitud

Las funciones peso - longitud (**Tabla 13**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación presentan la dispersión de las variables que se muestra en la **Figura 20**.

Si se compara las estimaciones que entregan las curvas teóricas que describen las funciones peso talla en los últimos 9 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. 21**), lo cual en tales años, es coincidente con la presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente.

En la figura anterior se puede apreciar que durante el crucero 2011 el recurso se encontraba en su estado de peso dentro de la franja superior de los valores promedios observados a la talla.



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+ (**Tablas 15 y 16**).

La abundancia obtenida en el crucero (166.810.701 ejemplares) en cada clase de longitud fue desagregada por sexo, empleando en forma particular la información de distribución de tallas obtenida del muestreo al azar de los lances de pesca efectuados en la zona, ponderados según la captura (en número) que se obtuvo en cada uno de ellos. Correspondió a un 60% de machos (100.103.664) y 40% de hembras (66.707.046).

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 III (**Tablas 15 y 16**) correspondiendo a peces de talla promedio de 35 cm. Una segunda moda en la fracción más adulta se presenta en el GE VIII en machos y GEX en hembras, con tallas promedio de 48cm y 52 cm respectivamente (**Tablas 15 y 16**).

Considerando en general los GE que aportan un 5% ó más a la estructura de la abundancia se observa que, en machos el 66% lo constituyen 7 grupos que corresponden desde GE III a IX, en hembras, en cambio, esta misma fracción la constituyen 9 grupos de edad, entre III - XI.



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 15 y 16**).

Se presenta en la **Tabla 17** la abundancia por GE, con su respectiva varianza y coeficiente de variación 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 7 – 21 %.

5.3.5 Serie histórica

Las estructuras de edades de las abundancias registradas en los Cruceros de Investigación 2001-2011 se presentan en la **Figura 22**, en porcentaje (**Fig. 22A**) y en número de individuos (**Fig. 22B**). A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción que corresponde a la pesquería anual (período 2001 y 2010), que actúa preferentemente en el segundo semestre del año, considerando ambos sexos en común (Ojeda *et al.*, 2011).

Si se observa la columna A de gráficas en esta figura, 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. 22 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 crucero de investigación.

La estructura por GE de la abundancia al momento del crucero de evaluación del stock desovante, presenta una característica particular en los peces nacidos antes de la clase anual 1998, señalada en la figura como **ca98**. Se observa que en los años 2001- 02 - 03 y 05, 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 GEX (clase anual 1998), representando un 10% de la abundancia (**Fig. 22 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 (GEV, **Fig. 22 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 2011mostró una estructura por grupos de edad del stock desovante con marcadas características de



composición a partir de adultos jóvenes, presentando el GE III como moda principal y el GEVIII como moda secundaria

En la **Figura 23** se muestra la estructura demográfica de la serie de diez 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 2011, la estructura de tallas se presentó fuertemente conformada por peces menores a 50cm.

La **Figura 23** 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 peces 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 paño, 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. 22 y 23**), 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.

5.3.6 Edad y estados de madurez

Si se considera una talla media de madurez sexual (50%) de 36cm de longitud total (Córdova *et al.*, 2003), la estructura etaria del stock estimado de merluza de tres aletas que está por sobre la clase de talla 36-37 cm, es 88% en machos y 92% 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 cuatro últimos años, en que se realizó crucero de investigación en la zona. 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 ajuste de esta relación se realizó mediante un procedimiento no lineal, se calculó los parámetros de la ojiva ajustada, y la estimación de la edad de primera madurez del 50% (**Fig. 24**).

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 y en el **GE III** en el crucero de investigación 2009



(valor con decimal= 2,7). 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 y **GE III** (valor con decimal=3,4) en el 2009.

En la **Tabla 18** se presenta los parámetros de la ojiva de madurez versus la edad para la información 2011, en donde la edad de madurez al 50% en machos se presenta en el **GE IV** (valor con decimal= 3,7) y en hembras en **GE V** (valor con decimal= 4,7).

Según lo mencionado, para lo estudiado en el período de desove 2011, las fracciones de peces inmaduros corresponden a 15,3% de machos bajo el GE en que se manifiestan una FMM_{50%} y un 18,8% de hembras bajo FHM_{50%}.

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 2009, para obtener tablas de doble entrada que permitiesen medir similitudes y diferencias, de donde se obtuvieron los resultados que se señalan en la **Tabla 19**.



Cada a1o arroj3 que entre el 97% al 99% de las observaciones son coincidentes, es decir, que la clasificaci3n macrosc3pica es avalada por la clasificaci3n microsc3pica en el rango de clasificaci3n de peces maduros e inmaduros, lo que da una base que permite se1alar que las ojivas de edad versus madurez macrosc3picas cuentan con apoyo en la clasificaci3n de acuerdo a las observaciones microsc3picas (por histolog1a).

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

El an1lisis de los aspectos reproductivos se sustent3 en 1.646 ejemplares (machos: 508; hembras: 1.138) muestreados en 21 lances entre el 16 y 28 de agosto. De 3stos, 1.086 ovarios se procesaron histol3gicamente para un an1lisis microsc3pico de la condici3n reproductiva. En machos, los tama1os abarcaron de 29 a 68 cm, y en las hembras, de 29 a 67 cm de longitud total. El espectro de tama1os analizados permiti3 obtener una buena cobertura del estado reproductivo de la poblaci3n.

5.4.1 1ndice gonadosom1tico

El IGS medio para el total de machos fue de 12,8% (d.s. = 10,2), y para el total de hembras, de 15,5% (d.s. = 8,4), valor de IGS que puede estar influenciado, en ambos sexos, por la presencia de juveniles la muestra. Para este efecto, el estimado del 1ndice en ejemplares a partir de los 36 cm, los cuales se consideran sexualmente maduros (C3rdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y Saavedra *et al.*, 2009), se1al3 un 15,0% (d.s. = 9,6) en los machos y un 16,0% (d.s. = 8,1) en las



hembras (**Fig. 25**). La dispersión de los valores del índice reflejado en la desviación estándar se explica mayoritariamente por la presencia tanto de ejemplares en desarrollo tardío y en actividad de liberación de gametos.

Para considerar el aporte del lance al estimado del IGS de la fracción adulta, los valores promedios de cada lance fueron ponderados por la captura correspondiente, indicando un estimado de IGS de 21,0% (d.s.= 0,77) en los machos y de 17,8% (d.s.= 0,26) en las hembras, valores que incrementaron respecto al valor promedio no ponderado.

La tendencia temporal del IGS medio por lance de la fracción adulta (**Fig. 26**), mostró el desarrollo del proceso reproductivo durante el crucero, con un comportamiento hacia el descenso. En machos, el IGS fluctuó de 0,5% a 27,9%, mientras que en las hembras, de 0,8% a 21,7%. El análisis de varianza teniendo como factor los lances, señaló que existían diferencias significativas entre las distribuciones del Índice Gonadosomático para los machos (KW= 166,8 ($p < 0,0001$)) y para las hembras (KW= 438,8 ($p < 0,0001$)).

La distribución temporal del IGS por lance reflejó que la merluza de tres aletas se encontró en un proceso reproductivo en desarrollo, con registros que disminuyen y alcanzan valores más bajos a fines del crucero, indicando el estado de avance del proceso de desove.

5.4.2 Análisis macroscópico

5.4.2.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

Las fases de madurez macroscópicas en los machos se caracterizó por un 22% de inmaduros (EMS II) (CV= 4,4%), mientras que de los estados más avanzados de



desarrollo gonadal, la fase de evacuación activa (EMS IV) predominó marcadamente con un 64% (CV= 2,3%), respecto a los testículos en maduración con un 14% (EMS III) (CV= 10,1%). No se observaron ejemplares evacuados (EMS V) ni virginales (EMS I) (**Fig. 27**). Al agrupar los estadios, el 22% fueron testículos inactivos (EMS I, II y V) y el 78% presentó actividad gonadal (EMS III y IV), de los cuales el 64% presentó actividad de evacuación (EMS IV y V).

En las hembras, el 9% se encontraron inmaduras (EMS II) (CV= 5,1%), mientras que de las fases más avanzadas, los ovarios en maduración (EMS III) destacaron con un 80% (CV= 1,3%), en relación al estado desovante (EMS IV) con un 11% (CV= 8,0%) y en regresión (EMS V) con un 0,2% (CV= 70,7%) (**Fig. 27**). Los estados agrupados mostraron un 9% de ovarios inactivos (EMS I, II y V) y un 91% con actividad gonadal (EMS III y V), de lo cuales el 11% presentó evidencia de desove (EMS IV y V).

De este análisis macroscópico de la madurez gonadal se desprende que en el período y área de prospección la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva en desarrollo, observándose una componente importante de ejemplares en estado de maduración avanzada y en procesos de liberación de gametos.

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)

El análisis de las fases microscópicas de madurez mostró un 4% de ejemplares inactivos (EMS I) (CV= 10,6%), mientras que de los estados más avanzado, los ovarios en desarrollo tardío (EMS III) y en desove (EMS IV) predominaron con un 46% (CV= 2,7%) y un 34% (CV= 3,4%), respectivamente, en relación a las hembras en desarrollo inicial (EMS II: 1%) (CV= 24,3%), con desove parcial (EMS V: 11%) (CV= 8,3%) y en regresión (EMS VI: 3%) (CV= 15,6%) (**Fig. 28**). El análisis de estados agrupados indicó un 93% de las hembras con actividad gonadal (EMS II a V), de las cuales, el 45% presentó evidencia de desove activo (EMS IV y V), mientras que un 3% se encontró desovada y en regresión.

La alta incidencia de hembras en fases de madurez avanzada y con actividad de desove, conjuntamente con la menor presencia de ovarios regresionados (EMS VI), son indicadores que la agregación de merluza se encontró mayoritariamente en pleno proceso de desove.

Al considerar el aporte de cada lance en el estimado de la proporción de fases de madurez, utilizando como factor de ponderación los valores de captura correspondientes a cada lance, los resultados por sexo y tipo de análisis macroscópico y microscópico se presentan en la **Tabla 20**. De aquí se destaca el mayor peso que tuvieron los ejemplares en proceso reproductivo.

El análisis de la incidencia de las fases de madurez microscópico por lance, en el factor latitudinal entre el 16 y 28 de agosto (**Fig. 29**), reflejó la condición reproductiva de las hembras en el desarrollo del crucero, caracterizándose los lances hasta el 25 de agosto por prácticamente la totalidad de los ejemplares en madurez avanzada y en actividad de desove, mientras que, entre el 26 y 28 de



agosto, si bien persisten en menor fracción hembras en desove, también se observaron ovarios en madurez inicial y en el estado de regresión, señalando que partes de las hembras ya finalizaron el evento reproductivo. Se destaca en los lances hacia el final de crucero de la presencia de ejemplares virginales (EMS I).

La distribución de los EMS de acuerdo a grupos de tamaños de las hembras (**Fig. 30**), se caracterizó porque los ejemplares inmaduros (EMS I) se presentaron hasta el grupo de 40 cm, pero con un predominio importante en los tamaños menores a 36 cm. Los estados avanzados de maduración gonadal, si bien se observaron en los tamaños desde los 36 cm, a partir de los 41 cm representaron el 100% de las hembras analizadas. La mayor incidencia de desove se ubicó en los tamaños desde los 41 cm, mientras que el estado de regresión se centró entre los 36 y 45 cm.

De este análisis se desprende que en el período y área de estudio, la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, en estado de madurez avanzada y en plena actividad de desove.

En el factor espacial, considerando la subdivisión de la zona de estudio en el área 1: de Taitao; en el área 2: de Golfo de Penas-Ladrillero; y en el área 3: de Trinidad-Concepción, el análisis de las fases de madurez mostró que la merluza en las tres zonas presentó actividad reproductiva, caracterizándose los ejemplares de las zonas 1 y 2 por representar la totalidad en desarrollo avanzado y con un aporte importante al desove, mientras que en la zona 3, se observó un menor desove, a la vez que aparecieron hembras en regresión y en madurez inicial, conjuntamente con la presencia de ejemplares juveniles (**Fig. 31**).



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

Al comparar la clasificación de la condición de madurez del ovario con relación al método empleado (macroscópico o microscópico), se desprende de ambos análisis, la identificación de un proceso reproductivo en desarrollo, no obstante la clasificación macroscópica no permite detectar la fracción de hembras que presenta desoves recientes, subestimando la componente desovante de la población.

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 32** muestra la distribución del IGS medio en relación al estado de desarrollo del ovario, así en gónadas inmaduras (EMS I) y en madurez inicial (EMS II), el IGS no alcanzó el 2%, mientras que en los EMS más avanzados, el IGS incrementó a 14% en el EMS III (tardío) y alcanzó el máximo de 21% en el EMS IV (hidratado), para disminuir a 14% en el EMS V (desove parcial) y llegar a un registro mínimo de 1% en el EMS VI (regresión), constituyendo el mayor aporte en los lances aquellas hembras en los EMS III a V.



5.4.4 Ojiva de madurez

Se realiz3 el ajuste de la ojiva de madurez con 1.077 registros microsc3picos, en hembras con tama1os entre 29 y 65 cm de longitud total. La informaci3n indic3, que la hembra madura sexualmente m1s peque1a midi3 35 cm y que desde los 40 cm el 100% se encontraron maduras.

Los tama1os bajo los 35 cm estuvieron d3bilmente representados en los lances, fracci3n que comprende el estrato inferior de transici3n de ejemplares reclutados a la componente adulta, por lo que se debe tener en consideraci3n en el estimado de la talla media de madurez. En este contexto, se ofrece tambi3n un ajuste de madurez que agrupa los registros microsc3picos de ejemplares analizados en evaluaciones de 2001 al 2011 ($n = 5.541$), con las limitaciones propias al involucrar distintas agregaciones y pulsos reproductivos anuales.

El ajuste de la ojiva para los datos de este estudio y para los registros agrupados de 2001 al 2011 se grafican en la **figura 33**. Los resultados indicaron una talla media de madurez sexual de 36,5 cm (L3mite inferior: 35,0; L3mite superior: 38,2) y de 36,7 cm (L3mite inferior: 36,1; L3mite superior: 37,3), respectivamente. En la **figura 34** y **Tabla 21** se resumen las estimaciones de madurez al recurso en campa1as hidroac3sticas durante el periodo reproductivo de 2001 al 2011.

5.4.5 Fecundidad

Debido a la condici3n de desovante parcial con fecundidad anual determinada, el estimado de la fecundidad total fue considerado como el equivalente al n3mero de ovocitos en desarrollo vitelog3nico, constituy3ndose esta moda en ovocitos comprendidos entre 450 y 1.125 micras (Lillo *et al.*, 2002).



Para el cálculo de la fecundidad se analizaron 101 ovarios, en ejemplares entre 44 y 67 cm de longitud total. Una condición necesaria para la estimación de la fecundidad es contar con ovarios maduros sin evidencia de desove previo (folículos postovulatorios), descartando también aquellos con una alta incidencia de atresia.

La fecundidad total varió de 128.402 a 1.387.777 ovocitos, con un promedio de 649.082 ovocitos (d.s. 291.757). La fecundidad relativa promedio fue de 545 ovocitos por gramo de peso corporal (d.s. 119), con un mínimo de 182 y un máximo de 849 ovocitos. La **Tabla 22** resume los estimados de fecundidad en campañas hidroacústicas en el periodo de 2001 al 2011.

El ajuste de la fecundidad con el peso corporal fue mejor explicado por un modelo lineal, mientras que con la longitud total, el mejor ajuste lo presentó el modelo potencial (**Tablas 23 y 24; Fig. 35 y 36**).

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.

5.5.1 Proporción de captura

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 26 lances de pesca de identificación, de los cuales, 22 (84,6%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 24 (92,3%) y 22 (84,6%) lances de identificación, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta por merluza de cola (52,80%), merluza de tres aletas (39,18%), merluza del sur



(6,23%), reineta (0,85%), brótula (0,33%), cojinoba azul (0,25%), calamar (0,16%), tollo negro (0,13), jibia y congrio dorado, presentaron niveles de captura inferiores al 1% respecto de la captura total (**Fig. 37**).

Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola representa el 86,8% de la captura de fauna, seguida en importancia por merluza austral con 10,2%, reineta 1,4%. En tanto que las especies brótula, cojinoba azul, calamar, tollo negro, congrio dorado y jibia completan el 1,6% restante.

En cuanto a la captura efectuada en cada una de las zonas históricas en la que se divide el área de estudio (**Fig. 38**), se tiene que para la zona 1 denominada Taitao, la principal especie capturada correspondió a merluza de tres aletas, con 54,75% de la captura efectuada en la zona, le siguieron en importancia merluza de cola (34,64%), merluza del sur (7,16%), reineta (2,39%), cojinoba azul (0,64%), tollo negro (0,32%), brótula (0,07%), y congrio dorado (0,03%). No registrándose capturas de jibia y calamar. Para la zona denominada Golfo de Penas (zona 2) la abundancia de especies se restringe casi exclusivamente a las tres especies de merluzas presentes en el área, siendo la especie más capturada merluza de cola (50,42%), seguida en importancia por merluza de tres aletas (44,13%), merluza del sur (4,24%), brótula (0,44%), reineta (0,34%), calamar, cojinoba azul, congrio dorado, jibia y tollo negro, completan el 0,43% restante de la captura efectuada en la zona 2. Dentro de la zona 3, Trinidad – Concepción, se observa que el 73,80% de la captura en la zona estuvo compuesta por merluza de cola, seguida por merluza de tres aletas (16,90%), merluza del sur (8,23%) y brótula (0,40%). Las especies calamar, reineta, tollo negro, cojinoba, jibia, congrio dorado, representan entre todas ellas tan solo el 0,67% restante del total capturado para la zona (**Fig. 38**).



Respecto de la participación en la captura total efectuada por veril de profundidad (cuatro veriles de 50 m 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, especie que aporta el mayor porcentaje de representatividad un 89,82%, para este veril y también entre ellos, le siguen merluza de tres aletas (7,58%, el aporte más bajo en los veriles), merluza del sur (2,13%), y una mínima captura de calamar (0,34%) y jibia (0,13%), lo que igualmente destaca pues, es el mayor registro de ambas especies de cefalópodos al observar la separación por veriles. Las especies reineta, tollo negro, congrio dorado, brótula, cojinoba azul no se encontraron en ninguno de los lances realizados a esta profundidad. El veril 2 (151 m y 200 m), estuvo representado por la totalidad de las especies registradas en el crucero, siendo la más abundante la merluza de cola (52,85%), seguida de merluza de tres aletas (40,35%), merluza del sur (4,23%), reineta (1,70%), cojinoba azul (0,51%), estas dos últimas especies muestran su mayor aparición en la separación por veriles; brótula (0,12%), mientras tollo negro, jibia, congrio dorado y calamar, representan solo el 0,24% restante del conjunto. El veril 3 (201m – 250m), destaca por presentar el mayor aporte de merluza de tres aletas (46,80%), le siguen merluza de cola y merluza del sur, con un 45,46% y 6,20%, respectivamente. Destaca también la mayor abundancia de brótula (0,54%); reineta, tollo negro, congrio dorado, calamar, cojinoba azul, representan tan solo el 1,0 %, no observándose jibia en este rango de profundidad. En el veril 4 (251m – 300m), la presencia es casi totalmente dominada por las tres especies de merluzas, merluza de cola (68,11%), merluza de tres aletas (19,78%), merluza del sur (11,30%), siendo el 99,19%, del total. De las especies restantes las con mayores registros son brótula (0,30% el mayor en los veriles), reineta (0,20%) y tollo negro, jibia, calamar, cojinoba representan el 0,31% restante, la especie congrio dorado no se observó en los lances realizados en esta profundidad (**Fig. 39**).



5.5.2 Identificación de agrupaciones

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 2001-2009), 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).

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados para los lances del presente crucero (**Fig. 40**), muestra la presencia de un solo gran grupo, muy homogéneo mostrando en general niveles de similitud superiores al 60%. Este grupo presentó en su composición faunística principal la presencia de merluza de cola, merluza de tres aletas, merluza del sur y calamar, y en menor cantidad brótula, tollo negro y cojinoba azul. De este grupo se exceptúan solo dos observaciones, el lance 2 y el lance 9, el primero es uno de los pocos realizados entre los 100 y 150 m de profundidad, además de ser monoespecífico, pues solo se capturó reineta, similar situación se presentó en el lance 9, donde se observó merluza de cola en un 99,0% de la captura.



A partir del análisis de ordenación (**Fig. 41**) 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 pueden identificar otros dos grupos, uno compuesto por brótula, tollo negro y calamar, y el tercero por reineta y cojinoba, en tanto que jibia y congrio dorado se presentan como entidades individuales (**Fig. 41a**).

Este análisis muestra además un alto grado de correlación entre, las entidades lances de pesca-veril con las tres especies de merluzas presentes en la zona de estudio, destaca el lance 2 caracterizado por la presencia absoluta de reineta, presentando una orientación distinta al resto (**Fig. 41b**). Estos resultados son coincidentes con la ordenación de los grupos obtenidos del análisis de clasificación (**Fig. 40**).

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 tres 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 tres agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas, estimándose un valor global del estadístico $R = 0,946$ ($valor-p < 0,001$). 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 2001-2011.

Al igual que para los lances del crucero 2011, se analizó mediante cluster y NMDS la información histórica de lances de identificación efectuados para todos los



cruceros realizados desde el 2001 al 2011. 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. 42**), muestra la presencia de tres grupos, con niveles de similitud superiores al 60%. El primer grupo está compuesto por los cruceros realizados durante el 2003, 2004, 2008, 2009 y 2011, caracterizados por altos niveles de merluza de tres aletas y merluza de cola, además de la mayor cantidad de especies componentes de la fauna acompañante. En tanto el segundo grupo lo forma solamente el año 2007, el cual destaca por presentar la más alta presencia de merluza de tres aletas, en toda la serie de cruceros, además por no observarse presencia de merluza del sur. El tercer grupo formado por los cruceros realizados durante el 2001, 2002, 2005 y 2006, se caracterizó por una mayor importancia de merluza de cola y merluza del sur, además de una reducción en el número de especies de fauna acompañante.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 43**), se observó una agrupación formada por merluza de tres aletas, merluza de cola, merluza del sur, reineta y jibia, estableciéndose como componentes faunísticos principales en la zona de estudio para todo el periodo, otra agrupación se observa entre brótula, congrio dorado y cojinoba azul, la cual no es significativa para la información existente, los demás componentes de fauna asociada se presentan como entidades individuales (**Fig. 43a**). Por otro lado se aprecia un alto grado de correlación entre los cruceros, con las tres especies de merluza capturadas en la zona de estudio (**Fig. 43b**), 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 $R = 0,681$ ($valor-p = 0,002$), evidenciando que las tres agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas.



5.5.4 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2011, analizada por zona.

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por año y zona (**Fig. 44**), muestra la presencia de seis grupos, con niveles de similitud superiores al 60%. El primer grupo se compone por el crucero realizado el 2007, en donde se aprecia similitud entre las zonas 2 y 3, caracterizados por la presencia abundante de merluza de tres aletas. El segundo 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 moteada y reineta, destaca además uno de los niveles más bajos de merluza de tres aletas. El tercer grupo, conformado por los cruceros realizados durante el 2003, 2004, 2008, 2009 y 2011, en donde en general se aprecian similitudes en las tres zonas, destacándose la semejanza sobre un 70% entre las tres zonas de los años 2008, 2009 y 2011. Este grupo se caracterizó por la presencia mayoritaria de las tres merluzas y la incorporación de reineta, brótula y cojinoba azul, un subgrupo con una similitud cercana al 60% respecto del resto del grupo, es representado por la zona 2 del 2003 y las zonas 2 y 3 del año 2004, aunque resultan ser muy similares con el resto, se diferencian por no observarse en ellas la presencia de brótula y cojinoba azul. El cuarto grupo estuvo formado por todas las zonas del crucero realizado en el 2006, el que se caracterizó por la presencia de las tres merluzas, en especial de merluza de cola, y de la presencia de reineta y cojinoba del sur. El quinto grupo conformado por la zona 2 y 3 del año 2001, todas las zonas del año 2002, la zona 1 del año 2003 y las zonas 2 y 3 del año 2005, se caracterizó por la presencia de las tres merluzas, en especial por merluza de tres aletas y la presencia de cojinoba moteada. Por último el sexto grupo, compuesto por la zona 3 del año 2003, y la zona 1 del 2007, presentan dominancia de reineta y muy baja presencia de merluza de tres aletas y merluza de cola en la zona 3 del año 2003, e inexistente en la zona 1 del año 2007.



A partir del análisis de ordenación (**Fig. 45a**), se mantiene la cercanía de las tres merluzas y la reineta, estableciéndose como los componentes faunísticos principales en las tres zonas establecidas para todo el periodo analizado, mientras que los demás componentes de fauna asociada se presentan más bien como entidades individuales (**Fig. 45a**). Además se aprecia un alto grado de correlación entre los cruceros analizados por zona, con las tres especies de merluza capturadas en la zona de estudio (**Fig. 45b**), las que se mantienen como especies principales, en toda el área de estudio, sumándose además reineta desde el 2003 en adelante.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, entrega un $R = 0,760$ (*valor-p* < 0,001), evidenciando que las cinco agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas.

5.5.5 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2011, analizada por veril.

El análisis de clasificación por conglomerados, realizado por año y veril (**Fig. 46**), muestra la presencia de ocho grupos, con niveles de similitud superiores al 60%. El primer grupo se compone por los cruceros realizados durante el 2004 y 2007, los que comparten similitud en los veriles 1 y 6 (100-150 m y >351 m), caracterizados por la presencia exclusiva de reineta. El segundo grupo se conforma por los cruceros realizados durante el 2003 y 2004, en los veriles 4 y 5 (251 y 350 m), los que se caracterizan por una mayor presencia de reineta pero similar en abundancia a merluza de tres aletas, un incremento leve se observa en merluza de cola, a excepción del quinto veril en el año 2004, el cual muestra un incremento mucho mayor a lo observado en el año anterior, destaca además la aparición de jibia, para las observaciones del año 2003. El tercer grupo,



conformado por los cruceros realizados durante el 2004, 2006, 2008, 2009 y 2011, en donde se aprecian similitudes en un amplio rango de veriles. Este grupo se caracterizó por la presencia mayoritaria de especies, en especial las tres especies de merluzas, brótula y reineta. La cuarta agrupación se conforma solo con el crucero realizado el 2006, año que tuvo gran similitud en 5 de 6 de sus veriles, los cuales se caracterizaron por la gran contribución de merluza de cola y merluza de tres aletas, además de la presencia de reineta y cojinoba del sur en menor participación. El quinto grupo representado por los cruceros realizados durante 2001, 2002, 2003, 2005 y 2007, el cual muestra similitudes en varios rangos de veriles, en su mayoría menores al veril 4. Se destaca la similitud en el crucero del año 2007 en los veriles del 2 y 3, y del veril 2 del año 2001 con el veril 3 del año 2002, ambos mayores a un 90%. Este grupo se caracteriza por la presencia mayoritaria de merluza de tres aletas y merluza de cola, una baja aparición de merluza del sur, y una mínima cantidad de reineta y cojinoba moteada. La sexta agrupación esta formada solo por los veriles 1 y 2 del crucero del año 2008, este grupo se caracterizó por la aparición casi exclusiva de merluza de cola, y una mínima presencia de merluza de tres aletas. El séptimo grupo esta formado por dos veriles del crucero del año 2001, el veril 4 y 5. Este grupo se caracterizó por el aporte mayoritario de merluza del sur, merluza de cola y de una mínima cantidad de merluza de tres aletas para el segundo veril del año 2008. El octavo y grupo final, esta formado por el veril 2 del crucero del año 2004, los veriles 5 y 6 del crucero realizado el año 2005, y el primero del crucero del año 2011 caracterizándose por la presencia mayoritaria de merluza del sur y de merluza de cola, además de un pequeño aporte de, merluza de tres aletas en el segundo veril del 2004, y jibia y calamar en el primer veril del año 2011.

Por último y a partir del análisis de ordenación (**Fig. 47**), se mantiene la cercanía de las tres merluzas reineta y jibia, estableciéndose como componentes faunísticos principales en los veriles establecidos, para todo el periodo analizado,



otro conjunto lo forman congrio dorado, brótula y cojinoba azul, sin lograr ser determinante en el análisis, los demás componentes de fauna se presentan más bien como entidades individuales (**Fig. x47a**). Además se aprecia un alto grado de correlación entre los cruceros estudiados por veril, con las tres especies de merluza capturadas en la zona de estudio (**Fig. x47b**), las que aparecen como especies principales.

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 = 0,828** (*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 25** 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. La **Tabla 26** entrega los valores promedio para la serie histórica 2001-2011 de los mismos descriptores mas los estimados de abundancia y biomasa de la serie de años.

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron un largo promedio de 537 metros con un rango de variación, que fluctuó entre los 36 m y los 2.142 m (CV 0,96). El alto promedio fue de 20 m, con un rango entre 7 y 73 m (CV 0,59). La relación de aspecto o elongación fluctuó entre 3 y 297(CV 1,40) presentando un valor promedio de 35.



El perímetro presentó un promedio de 4.316 m (CV 1,41) y un rango de distribución con valores entre 213 m y 27.427 m.. El área de las agregaciones presentó un amplio rango de variación entre 378 y 132.300 m² con promedio en 12.559 m² (CV 1,84). La dimensión fractal alcanzó un valor promedio de 1,42 (CV 0,13) reflejando este año una tendencia formar agregaciones definidas en los bordes. El valor mínimo fue de 1,06 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,80.

Batimétricamente las agregaciones se distribuyeron en profundidades entre los 164 y 395 m en la columna de agua presentando una profundidad promedio de 237 m (CV 0,19). El fondo marino fluctuó entre los 176 y 692 m resultando en promedio 318 m (CV 0,33). El Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, presentó un valor promedio de 21% (CV 0,71), con valores que fluctuaron entre el 3 y el 59% del fondo.

Los valores de la pendiente del fondo donde fueron detectadas las agregaciones variaron entre 0,01 y 25° con un promedio de 7°.

Los valores de energía acústica fluctuaron entre los 115 y 179.602 s_A con un promedio de 5.570 s_A, se debe consignar que el valor máximo de s_A es el más alto detectado en toda la serie de proyectos de merluza de tres aletas. La densidad acústica medida en s_A/m², varió entre 0,01 y 1,76 con promedio de 0,3 s_A/m².

5.6.2 Descriptores según latitud

Los resultados obtenidos al separar las agregaciones detectadas por rango de latitud se entregan en la **Tabla 27**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. La latitud referida en las tablas y



gráficos comprende todo el grado, es decir la latitud 47° comprende desde los $47^{\circ}00'$ hasta los $47^{\circ}59,99'$. El mayor número de agregaciones se ubicó en la latitud 47° con 23 detecciones, seguida de la latitud más al sur (50°) con 12 observaciones. Las latitudes intermedias (48° y 49°) presentaron 10 y 4 detecciones, respectivamente.

La **Tabla 28** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud. De acuerdo a ésta sólo la profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas entre latitudes.

Las agregaciones de la zona más al sur del área de estudio (50° LS) presentaron el mayor valor promedio del largo, siendo notoriamente mayor que el resto del área, mientras que las agregaciones de la zona más al norte (47° LS) presentaron los mayores valores de alto. La elongación presenta la misma tendencia que el largo, con el máximo al sur del área de estudio (**Fig. 48**) Los mayores valores de largo de la zona en la latitud 50° se explicaría por la plataforma continental en esa área, la cual se extiende mas hacia el oeste que el resto del área. El perímetro presenta su mayor valor en la Lat 50° mientras que las agregaciones de mayor tamaño se encontraron en las zonas extremas del área de estudio, en Lat 50° y 47° , respectivamente (**Fig. 49**).

Respecto a las variables batimétricas, la profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas entre latitudes, mientras que la profundidad del fondo presenta su mayor valor promedio en la latitud 49° . El índice de altura presenta similar comportamiento que la profundidad del fondo, debido a que la profundidad promedio de agregaciones es similar en toda el área. La pendiente del fondo presenta su menor valor en la latitud más al sur en latitud 50° (**Fig. 50**).



El valor de s_A promedio presento el máximo valor en la latitud 47° , zona donde se encontraba el principal foco de concentración. Los valores de densidad fueron de mayor a menor en sentido norte-sur, con la mayor concentración en al norte del área y los menores valores detectados en las agregaciones de la latitud 50° (**Fig. 51**).

5.6.3 Descriptores según rango de fondo

La **Tabla 29** 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 100 comprende desde los 100 m hasta los 199 m, excepto el rango de 400 m, el cual incluye tres detecciones con profundidad de fondos mayores a 499 e iguales a 502, 538 y 692 m, respectivamente. El mayor número de agregaciones fue detectado en el rango de fondo de 200 m (22 detecciones) seguido del rango de 300 m (13 detecciones) y de 400 m y 100 m con 9 y 5 detecciones, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza según rangos de fondo, se entrega en la **Tabla 30**, 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 100 m se observa el menor valor promedio del alto, esto provoca que los valores de elongación promedio también presenten la misma tendencia (**Fig. 52**). Lo anterior implicó además que en la zona más al norte se observara



el menor tamaño de las agregaciones reflejado en sus valores promedio del área (**Fig. 53**).

Los descriptores batimétricos presentan diferencias significativas según rango de fondo. La profundidad de agregaciones tiende inicialmente a aumentar notoriamente ante aumentos del fondo hasta el rango de 200 m, posteriormente, ésta aumenta levemente manteniéndose en un rango cercano a los 250 m. Lo anterior se refleja al observar el índice de altura (**Fig. 54**) en donde se aprecia que éste descriptor aumenta notoriamente a medida que aumenta el fondo desde 200 m a 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 100 m a 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, fondo donde también se presentaron los mayores valores de área. La alta variabilidad registrada en el rango de 300 m respecto a los valores de energía y dada por la presencia de una agregación con el mayor valor de s_A histórico permiten un CV tan alto que permite la aceptación de la hipótesis de la no existencia de diferencias significativas (**Fig. 55**).

5.6.4 Descriptores según pendiente del fondo.

La **Tabla 31** 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 entre 13° a 25° .

El mayor número de observaciones se registró en la zona de menor pendiente ($<5^\circ$) con 21 detecciones, para disminuir el número de registros a 17 y 11 en los rangos siguientes con mayor pendiente, respectivamente.

La **Tabla 32** 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. Los descriptores alto, profundidad de agregaciones, profundidad del fondo y los s_A no presentaron diferencias significativas entre rangos inclinación de la pendiente del fondo.

El largo de las agregaciones 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. 56**).

La variables perímetro presenta una tendencia similar que el largo ante cambios en la inclinación del fondo, menores valores promedio ante aumentos en la inclinación del fondo, mientras que el área de agregaciones presenta su mayor valor promedio en el rango de inclinación intermedia (10°) (**Fig. 57**).

La profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas ante cambios en la pendiente del fondo, manteniéndose estable en el rango entre 200 y 250 m de profundidad. La profundidad del fondo tampoco presenta diferencias estadísticas, pero el mayor valor promedio, como es de esperar se



presenta en el rango con mayor pendiente, implicando que el índice de altura presente similar comportamiento (**Fig. 58**).

El descriptor de energía s_A no presenta diferencias significativas entre rangos de pendiente, aunque visualmente se aprecia que los mayores valores promedio de s_A se encontraron en fondos con pendientes entre 5° y 10° . La densidad de las agregaciones tiende a aumentar ante aumentos en la pendiente (**Fig. 59**).

5.6.5 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 25** 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 entre las variables: largo-perímetro, fondo - índice de altura, área-alto, área- s_A , largo-elongación y largo-área, respectivamente (**Tabla 33**).

La **Tabla 34** 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 76,% de la variabilidad total. El componente 1 aporta con un valor propio de 3,69 explicando el 30,8% de la variabilidad total, mientras que el componente 2 aporta el 26,7% de la variabilidad (valor propio= 3,21). El componente 3 con valor propio de 2,27 aporta el 18,9% d la variabilidad.



La **Tabla 35** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el perímetro, largo, elongación, dimensión fractal y pendiente (negativa) presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, respectivamente. La asociación negativa de estos descriptores con la pendiente dentro de la primera componente indica que a mayores pendientes las agregaciones tienden disminuir sus valores morfométricos. El segundo componente se relaciona fuertemente con el alto, área y S_A y en menor medida con la densidad, la asociación positiva entre el alto, el área y la energía retrodispersada dentro de la segunda componente, implican que aumentos en una generan aumentos en la otra mientras que el tercer componente relaciona los descriptores batimétricos profundidad del fondo, profundidad de agregaciones e índice del atura, respectivamente.

5.6.6 Resultados serie histórica

Respecto al año 2009 (2010 no se realizó crucero), se observó una disminución en el valor medio del largo de las agregaciones (-21%) y en el alto de éstas (-13%), provocando que este año se presenten agregaciones en promedio de menor área respecto al 2009 (-31%) observándose en general una tendencia a la baja en la serie (**Fig. 60**). En general las variables morfométricas este año y tomando la serie 2006-2008 en promedio están muy por debajo de los valores promedios de la serie histórica 2001-2009 (**Tabla 26**).

Los datos batimétricos de la serie histórica 2002-2006 reflejaban que las agregaciones se habían detectado cada vez a menores profundidades y también a menores fondos, es decir más cercanas a la costa, sin embargo a contar del 2007 se observa un aumento en los valores de las profundidades promedio y de los fondos promedio. Este año se observaron mayores fondos



promedio y una mayor profundidad promedio de las agregaciones respecto al 2009.

Los valores de s_A y densidad promedio este año son menores al año 2009 en un 14% y 65%, respectivamente, siendo menores también al promedio de la serie histórica en un 11% y 46%, respectivamente. También se observa una baja significativa en el número de agregaciones detectadas respecto al estudio anterior (49 v/s 79 el 2009) y mas baja aún respecto al promedio de la serie, sin embargo al contrario de lo que estos resultados indican, el estimado de biomasa aumentó en un 14% respecto al 2009 (no así la abundancia que disminuyó en un 4%). Esto se explica debido a valores puntuales e históricamente altos de los s_A este año en algunas agregaciones detectadas, alcanzando este descriptor un $CV= 4,61$, inusualmente alto y que refleja el amplio rango de registros. Estas pocas agregaciones son las que sustentaron la estimación de biomasa al norte del área y contribuyeron al alza de este año.

Respecto a los estimados de biomasa y abundancia la **Figura 60** muestra la evolución de estos estimados, el valor obtenido de biomasa este año es un 7% menor al promedio de la serie y el de abundancia un 3% mayor

5.6.7 ACP serie histórica

La aplicación del ACP a la serie histórica de datos incluyendo los años 2001 al 2011 e incorporando como variables al número de observaciones y a los estimados de biomasa y abundancia para la misma serie de años, calificó a cuatro componentes como principales (**Tabla 36**), explicando en conjunto el 81,6% de la variabilidad. El primer componente explica el 29,8% y el segundo componente el 25,3%. Los componentes 3 y 4 siguen en el orden de importancia con una explicación del 15,6% y 11% de la varianza, respectivamente.



La **Tabla 37** entrega la matriz de correlaciones entre las variables originales y los cuatro componentes principales. El primer componente asoció variables morfométricas (largo, perímetro, área y elongación), el segundo componente correlacionó las variables referidas a niveles de biomasa, abundancia y número de detecciones con el alto de las agregaciones, el tercer componente asoció variables batimétricas (profundidad del fondo e índice de altura) mientras que el cuarto componente asoció variables de energía (s_A y densidad acústica). La **Figura 61** entrega la representación gráfica de los dos primeros componentes con las variables originales, donde se aprecia el componente morfométrico y el segundo componente que podemos denominar de “estado del recurso”, donde se observa a la variable alto asociada con mayor fuerza a este componente.

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 910 estómagos para toda el área estudiada, de ellos 382 (42%) estómagos presentaron contenidos mientras que 528 (58%) estaban vacíos. La **Tabla 38** 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 del Golfo de Penas-Ladrillero la que presentó un mayor número ($n=159$) mientras que Taitao presentó la menor cantidad ($n= 112$).

La curva trófica obtenida al graficar el resultado de 382 estómagos (**Fig. 62**) que contienen presas y cuyos estados de digestión permitían identificarla, demuestra que esta cantidad podría ser la 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 70 estómagos, sin embargo no alcanza a tener una estabilización.

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 (**Tabla 39**) se basa principalmente en los peces de la familia Myctophidae con 54,2%, luego *Euphausia* sp. con 14,7% y *Maurolicus parvipinnis* con 11,9%, los restantes ítems alcanzan valores secundarios en importancia. En términos de frecuencia de aparición (**Tabla 39**), los restos de peces aparecen como los más importantes con 72,6%, seguidos de los peces Myctophidae con 7,9% y *Maurolicus parvipinnis* con 3,8%, con menores porcentajes aparecen otros teleósteos, crustáceos y cefalópodos. De acuerdo a la importancia otorgada por el peso (**Tabla 39**), los pece Myctophidae son los más importantes es la más importante con 56,5%, seguido de los restos de peces con 29,0 %, el resto de los organismos presa se encuentran por debajo del 4%. El método de IIR (**Tabla 39**) reveló que los restos de peces se constituyen como alimento principal con 67,2%, mientras que Myctophidae corresponde al segundo alimento en importancia con 28,2%, el resto de las presas se ubican por debajo de este último valor.

La **Figura 63** corrobora 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 100 estómagos, los machos de *M. australis* (**Tabla 40**) se alimentan en número principalmente de peces Myctophidae con 41%, seguido de *Euphausia sp.* con 26,2% y de *Maurolicus parvipinnis* con 21,3%. En cuanto a la frecuencia de ocurrencia, para los machos de merluza de tres aletas, los restos de peces se constituyen como el alimento más frecuente con 67,3%, seguido por los peces Myctophidae con 10,3% y de *Maurolicus parvipinnis* con 5,6%. En el caso del método por peso, nuevamente los peces Myctophidae son el alimento más importante con un 54,5%, seguido de los restos de peces con 37,6% los restantes organismos (**Tabla 40**), se encuentran representados por valores bajo el 10%. El IIR para los machos de merluza de tres aletas revela la importancia de los restos de peces con 66,3% seguido de Myctophidae con 25,7%.

La representación gráfica de los taxa mayores como alimento (**Fig. 64**), señala la importancia de los peces en la alimentación de los machos de merluza de tres aletas principalmente en peso. El esquema es similar al presentado por la alimentación de machos y hembras en conjunto estudiados en el tiempo y espacio.

b) Hembras

La alimentación de las hembras de *M. australis*, para toda el área y tiempo estudiado (**Tabla 41**) se basa en 282 estómagos, encontrándose que numéricamente el alimento más importante corresponde a los peces Myctophidae con 58,7 %, seguido de *Maurolicus parvipinnis* con 10,7 %; y de *E. vallentini* y *Euphausia sp.* ambas con un 8,3 %. En cuanto al análisis de la alimentación por frecuencia de ocurrencia, las hembras demostraron que la restos de peces es lo más importante en cuanto al



alimento con 74,6 %, seguido de peces Myctophidae con 7,1 % y *Maurolicus parvipinnis* con 3,2 %. Con relación al peso de las presas, nuevamente los Myctophidae son lo más importante con 56,9 %. El análisis del IIR indica claramente que la merluza de tres aletas presenta como alimento principal a los restos de peces con 68,3 %, seguido de los peces Myctophidae con 27,7 % el resto de las presas encontradas se encuentran representadas con valores bajo el 10 %.

La representación gráfica de los tres descriptores tradicionales (**Fig. 65**) indica la relevancia de los peces en número y frecuencia, y también el impacto de los peces en la alimentación de las hembras de merluza de tres aletas principalmente en el peso. Nuevamente el esquema es el mismo que se presentó para ambos en conjunto.

c) Comparación de la alimentación entre machos y hembras

No se encontró diferencias significativas entre la alimentación de machos y hembras de *M. australis* ($W= 64$; $p= 0,044983$) para el espacio y tiempo estudiados. Esto también está en concordancia con las **Figuras 63, 64 y 65**.

5.7.3 Alimentación de *Micromesistius australis* por tallas:

a) Clase de talla I: 30 – 41 cm

La alimentación, como lo muestra la **Tabla 42**, se basa numéricamente en los peces Myctophidae con 40,0 %, mientras que en términos de frecuencia los restos de peces son lo más frecuentes con 50,7 %. De acuerdo al peso, los peces Myctophidae son el ítem más importante con 44,5 %. El alimento más importante correspondió a los restos de peces con 47,9 % de IIR, seguido de los peces Myctophidae con 40,4%.



b) Clase de talla II: 42 – 53 cm

Los individuos pertenecientes a este rango de tallas presentaron una alimentación basada principalmente en peces y crustáceos (**Tabla 43**). Numéricamente los peces Myctophidae con 33,3 % seguido de *Maurolicus parvipinnis* con 25,9%. En términos de frecuencia la alimentación se basa principalmente en restos de peces con 80,6 %, al igual que en peso con 52,1 %. En orden de importancia relativa encontramos a los restos de peces con 86,4 % IIR, seguido por peces Myctophidae con 8,14 %.

c) Clase de talla III: 54 – 63 cm

De la **Tabla 44** se desprende que numéricamente los peces Myctophidae son los más importantes con 74,3 %. Según la frecuencia, el alimento más destacado corresponde a los restos de peces con 81,1 %, mientras que en peso, los peces Myctophidae alcanzan el 55,9 %. De acuerdo al % IIR, éste señala que el ítem alimentario más importante para este grupo de tallas, corresponde a los restos de peces con 77,6 %, seguido de los peces Myctophidae con 21,2 %. Así nuevamente los peces representan la componente nutricional por excelencia.

d) Clase de talla IV: > 64 cm

De acuerdo con lo señalado en la **Tabla 45** y, en términos de todos los métodos utilizados los restos de peces son el único alimento de la merluza de tres aletas para ésta clase de tallas. Cabe destacar el bajo número de estómagos con contenidos analizados para ésta clase.



5.7.4 Alimentación de *Micromesistius australis* por área de estudio

a) Taitao

La **Tabla 46** señala que numéricamente *Maurolicus parvipinnus* con 37,5 % es el alimento más importante, seguido de *Thysanoessa macrura* con 25,0 %. En términos de la frecuencia de ocurrencia, peso e IIR, los restos de peceson los más importantes para esta zona.

b) Golfo de Penas-Ladrillero

En esta zona, la importancia numérica corresponde a los peces Myctophidae con 51,4 %, seguido por *Euphausia* sp. con 25,7 % (**Tabla 47**). De acuerdo con la frecuencia los restos de peces es el alimento más abundante con 81,6 %. El ítem más importante en el método gravimétrico correspondió a los peces Myctophidae con 51,6. El análisis del IIR indica que los restos de peces son los más importante con 81,6 %.

c) Trinidad-Concepción

De acuerdo a la **Tabla 48**, numéricamente los peces Myctophidae con 58,2 % es el alimento más importante, seguido de *Maurolicus parvipinnus* con 13,4 %. En términos de la frecuencia los restos de peces alcanzan 51,8 %. Según el peso los peces Myctophidae con 60,4 % es el ítem más importante. El % IIR señala a los peces Myctophidae como el alimento principal con 55,0 %.



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

a) Estrato 140 - 200 m

De acuerdo a la **Tabla 49**, numéricamente los peces Myctophidae son el alimento que domina con 58,1 %, al igual que con el método gravimétrico, en el cual alcanza un 55,8 %. Según la frecuencia, los restos de peces son los más importantes con 72,2 %. El % IIR señala a los restos de peces como el alimento principal con 58,3 %, seguido de los peces Myctophidae con 36,8 %.

b) Estrato 201 – 250 m

Numéricamente el alimento principal corresponde a *Maurolicus parvipinnis* con 39,2 %, seguido de *Euphausia* sp. con 29,4 %. Por otra parte, el método de frecuencia indica a los restos de peces como el ítem más relevante con 77,3 %, mientras que el método gravimétrico señala a los peces Myctophidae como el alimento más importante con 45,4 %. De acuerdo al %IIR señala que los restos de peces con 82,8% son el alimento más importante (**Tabla 50**).

c) Estrato 251 - 300 m

Para éste estrato de profundidad y en términos de número, los peces Myctophidae son el ítem más importante con 83,7%, del mismo modo, en peso, son los más importantes con 60,3 %. Según el método de frecuencia los restos de peces son los más relevantes con 68,5 %. La alimentación para esta profundidad en términos del %IIR indica que los restos de peces son los importantes con 53,2 % y los peces Myctophidae con 45,4 % (**Tabla 51**).



Finalmente la **Tabla 52** entrega el listado sistemático de las especies que fueron identificadas como parte de la alimentación de la merluza de tres aletas para el espacio y tiempo estudiados.

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 22 de marzo de 2012. La asistencia al taller estuvo constituida por 28 personas pertenecientes al entorno del sector pesquero industrial, ONG's, Universidades (PUCV), personal de SUBPESCA y FIP y staff anfitrión de IFOP. El programa que se desarrolló en esa oportunidad se presenta a continuación:



I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Proyecto FIP 2011-09

Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza tres aletas, año 2011

Valparaíso, Jueves 22 marzo 2012

Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal"
Almte. Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso

P R O G R A M A

15:00 - 15:10 hrs Bienvenida a los asistentes y antecedentes del proyecto
Álvaro Saavedra G., Jefe de proyecto IFOP.

Exposición de metodologías y resultados del proyecto:

15:10 - 15:25 hrs Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas.
Álvaro Saavedra G., IFOP.

15:25 - 15:50 hrs Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas.
Renato Céspedes M. y Vilma Ojeda C. IFOP.

15:50 - 16:05 hrs Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas.
Eduardo Díaz R., IFOP.

16:05 - 16:15 hrs Coffee-Break

16:15 - 16:25 hrs Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas.
René Vargas S., IFOP.

16:25 - 16:35 hrs Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio.
Álvaro Saavedra G., IFOP.

16:35 - 16:50 hrs Composición de los principales ítems alimentarios De merluza de tres aletas en el área de estudio.
Roberto Meléndez C., UNAB.

16:50 - 17:25 hrs Discusión de resultados

17:30 hrs 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 2011”.

Relator Sr. A. Saavedra

En relación a los estimados del 2009, se detecto un incremento en la biomasa y una disminución en la abundancia. El repunte de biomasa en el crucero de 2011 se evaluó en un 14% y la merma en el número de individuos en un 4%. Respecto de un análisis histórico se indico que la abundancia mantiene niveles similares a los registrados en años anteriores, sin embargo a pesar del aumento en la biomasa, ésta aun no recupera los niveles observados los primeros años de la pesquería declarada en plena explotación.

El período en que se realiza el estudio es absolutamente relevante en los resultados de la evaluación, debiendo realizarse éste durante el mes de agosto.

“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 durante el 2011 corresponde principalmente a individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm con una escasa presencia de juveniles (5% < 35 cm). Respecto a la talla modal, se registraron tres modas adultas. Una moda adulta de tallas mayores, entre los 54 y 63 cm, otra moda adulta de tallas menores, entre 46-53 cm, y una moda de ejemplares de adultos jóvenes entre 34-39 cm.



En los últimos tres años de estudio (2008 a 2011) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 50% en el 2011), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 47% en el 2011).

En los diez 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.

La abundancia del stock de merluza tres aletas estimada en 167 millones de ejemplares, estuvo compuesta por 100 millones de machos y 67 millones de hembras.

Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso con pesos promedios por talla superior al rango observado en años anteriores de estudio.

En base a la clasificación macroscópica de la madurez de las gónadas, los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los GE IV en machos y GE V en hembras, encontrándose una alta correlación con la madurez estimada en forma microscópica (estudio histológico).



“Determinación del índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación”.

Relator Sr. E. Díaz.

El indicador IGS evidenció que la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva, caracterizándose las hembras por una condición predominante de madurez avanzada y en procesos de desove.

La talla media de madurez sexual se estimó en 36,5 cm (35,0 – 38,2 cm) para el 2011, y en 36,7 cm (36,1 – 37,3 cm) para los datos agrupados del 2001 al 2011.

La fecundidad total promedio fue de 649.082 ovocitos y la fecundidad relativa de 545 ovocitos, valores que están comprendidos en los estimados para esta especie en evaluaciones previas del 2001 al 2009

“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

Las especies merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, componen alrededor del 99% de la fauna asociada a la zona y la época de estudio, seguida por reineta con una participación marginal (0,4%). Las tres especies de merluzas son las especies dominantes en el área de estudio, su importancia y aporte muestran claras variaciones interanuales, la tendencia es que como fauna acompañante mantienen una alta jerarquía.

El 87% de la fauna se distribuye en una franja batimétrica de 200 m, localizada entre los veriles de 100 m y 300 m.



Existen diferencias interanuales en la importancia y participaci3n de las especies por zona y por veril y las especies incidentales pudiesen estar aumentando o disminuyendo su aporte a3o a a3o, producto de cambios en las condiciones ambientales y/o la presi3n pesquera.

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

Relator Sr. . Saavedra.

Mediante el ACP aplicado a la serie hist3rica 2001-2011, se logr3 diferenciar cuatro directrices o componentes principales, para intentar relacionar los cambios en las caracteristicas de las agregaciones junto a los cambios en el estado del recurso.

Cada componente asoci3 descriptores del mismo tipo pudi3ndose definir (en orden de importancia), un componente “morfom3trico”, un componente de “estado del recurso”, un componente “batim3trico” y un componente “energ3tico”.

La variable alto de agregaciones present3 una mejor asociaci3n con el componente de “estado del recurso” en vez de c3mo era de esperar, con el componente morfom3trico.

Lo anterior implicar3a que el alto de las agregaciones podr3 utilizarse como otro indicador o se3al en el manejo del recurso.

De acuerdo a esto y dada la tendencia a la disminuci3n 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 enorme presencia de restos de peces, los que necesariamente deben provenir de peces Myctophidae, Sternoptychidae u otra familia de peces 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 mictófidios, a diferencia de lo descrito para la Patagonia Atlántica.

Consultas y observaciones por parte de los asistentes:

Se consulta respecto al momento de ejecución de los lances de pesca durante el crucero, se observó que los lances realizados durante el periodo nocturno presentan una alta proporción de estómagos vacíos en las muestras. Al respecto se señaló que los lances se realizan en el momento más cercano a la detección hidroacústica, lo que permite la correcta identificación de especies y su proporción, y dado que la prospección se hace en ambiente nocturno debido a que el recurso se encuentra mas separado del fondo es que la mayoría de los lances ocurría en ambiente nocturno o en la amanecida.



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 indico que si, 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 referencia al área de estudio, se consulta por si las áreas de evaluación son las mismas durante la serie de años de los cruceros. Al respecto se indico que el plan de transectas se mantiene en cada crucero, agregando que en situaciones donde se observa una proyección del recurso hacia los bordes se realiza una extensión de las transectas en el sentido E-O, las que eventualmente producen diferencias de área prospectada año a año, las cuales no son significativas.

También, se consulto sobre cambios en el coeficiente de variación en el contexto de un análisis histórico de los estimados de biomasa y abundancia de merluza de tres aletas. A lo cual se indica que en el presente crucero el coeficiente de variación fue mayor que en años anteriores, atribuible a la mayor concentración del recurso en el límite norte del área de estudio

Sobre diferencias en el porcentaje de incidencia entre machos y hembras en los estados de madurez III y IV. Al respecto se indica que las diferencias se detectan en la clasificación microscópica, agregando que el estado IV en machos se caracteriza por una condición turgente y un tamaño grande. En tanto, el estado III en hembras es similar al estado IV en machos, mientras que un estado IV en hembras, califica como estado de desove donde todos lo ovocitos son maduros. Merluza de tres aletas como grupo estratégico, bajo el estado IV presenta todos sus ovocitos maduros para que luego el desove se realice de a poco. Las



diferencias son de carácter técnico subestimando el número en ocasiones, sin embargo la identificación de un incremento de los folículos poblatorios podría mejorar la diferenciación entre un estado III y IV en hembras.

Sobre el mismo tema, se consultó por si existen evidencias en que machos y hembras arriben con una diferencia temporal al área de desove como registran otras especies, y como se concluye con el IGS que los cambios en este índice se deben a un factor temporal y no a la migración por parte del recurso. Al respecto se señaló que no hay evidencias de un desfase tiempo entre machos y hembras en el área de desove, detectándose microscópicamente una continua actividad, lo anterior implicaría que ambos sexos se encuentren en la zona de desove al mismo tiempo. En cuanto a la segunda pregunta, se explica que debido al estado de madurez de los individuos se identifica que los más inmaduros se ubican al sur de la zona, aclarando que los individuos menores a 35 cm tienen un IGS menor aportando de manera marginal al total y por lo cual la tendencia no cambia.

Respecto a las agregaciones se consulta si el menor tamaño detectado en las agregaciones los últimos años es atribuible 100% a una menor biomasa y abundancia del recurso, a lo que se responde que no se puede aseverar con certeza la causa de esta disminución, pero en comparación a cruceros anteriores éstas se observaron de menor tamaño. Por otra parte el análisis de componentes principales relaciona el alto de las agregaciones a los estimados de biomasa y abundancia, y este último descriptor también presenta una disminución en el tiempo.

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 alimentándose de otras especies, consultando si se dispone de estudios o antecedentes sobre el aporte nutritivo de cada ítem, así también se consulta por variaciones en los ítems presa en comparación a la oferta ambiental. En respuesta



se señala que los individuos mas al norte de la zona de estudio presentan una mayor presencia de estómagos vacíos en comparación a organismos ubicados al sur que son de menor tamaño, señalando al respecto que con fines reproductivos los primeros no tienen como objetivo principal alimentarse, a diferencia de los que se encuentran a mayores latitudes donde se presentan en su mayoría estómagos con contenido. Sobre el aporte nutritivo se señala que no hay antecedentes al respecto y que a juzgar por algunos ítems que si bien son importantes en número en la dieta como mictófidos y salpas, no entregan mayor aporte nutritivo, permitiendo inferir que merluza de tres aletas es oportunista. Sobre la oferta ambiental se indica que no se dispone de antecedentes.

Atendiendo a la solicitud de propuestas en cuanto a la mejora de las bases técnicas por parte del organismo FIP, se indica en respuesta que de acuerdo a las consultas y evidencias sobre la carencia de estudios referentes a la oferta ambiental una mejora en este sentido aportaría al conocimiento, y en segundo lugar se indico la conveniencia de revisar el impacto de incorporar propuestas de investigación, haciendo mención a la disponibilidad de recursos para realizar en forma paralela el objetivo principal del proyecto y otras propuestas.

Por parte de SUBPESCA se indico que es necesario formular otras ideas de proyectos que permitan complementar el conocimiento y al mismo tiempo entreguen el soporte para el manejo pesquero.

Finalizando el taller la discusión se centró en temas que competen al comité científico de merluza de tres aletas referidos al conocimiento del status del recurso y las implicancias de los estimados de biomasa en la CTP estimada, temas que escapan a los objetivos del proyecto.



Nómina de asistentes al Taller:

NOMBRE	INSTITUCIÓN
Álvaro Saavedra	IFOP
Alejandro Zuleta	CEPES
Andrés Franco	CEPES
Aurora Guerrero	SUBPESCA
Carolina Lang	IFOP
Eduardo Díaz	IFOP
Esteban Molina	IFOP
Francisco Contreras	IFOP
Héctor Torruella	EMDEPES
Jorge Castillo	IFOP
Juan Carlos Saavedra	IFOP
Luis Adarme	IFOP
Luis Contreras	IFOP
Manuel Rojas	IFOP
Marcelo San Martín	IFOP
Mauricio Braun	IFOP
Mauricio Ibarra	CEDEPESCA
Michell Dapremontt	FIP
Patricia Ruiz	CEPES
Patricio Arana	PUCV
Patricio Gálvez	IFOP
Renato Céspedes	IFOP
René Vargas	IFOP
Roberto Bahamonde	IFOP
Roberto Meléndez	Consultor (UNAB)
Rodrigo Wiff	IFOP
Satoshi Kaneda	EMDEPES
Vilma Ojeda	IFOP



6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el presente estudio, se estimó un valor de biomasa igual a 129.427 toneladas de merluza tres aletas, con un intervalo de confianza entre 90.520 y 168.335 toneladas. Valor obtenido con el método geoestadístico ya que entregó el menor CV. Esta estimación de la biomasa significa un incremento del 14% respecto al 2009, y un decrecimiento de la abundancia del 4%.

El mayor incremento porcentual de la biomasa respecto al decrecimiento de la abundancia este año, se puede explicar principalmente por las relaciones peso-longitud registradas en este crucero que mostraron al recurso con pesos promedios por talla en la parte superior del rango observados en los años anteriores de estudio.

Considerando la serie histórica 2001-2011, en general se observaba hasta el 2008 una tendencia a la baja tanto en biomasa como en abundancia de las estimaciones de merluza de tres aletas (**Fig. 66**), el año 2009 a pesar del aumento del 22% en la biomasa, no se alcanzó los niveles pico de este recurso logrados en la serie 2001-2003 y el año 2005, cercanos a las 180.000 toneladas. Sin embargo el importante aumento en la abundancia del 63% lo acercaba a esos niveles. El presente año y al no contar con la información del año 2010, sólo se puede extrapolar los resultados desde el año 2009 al 2011, en ese contexto el aumento del 14% en la biomasa aun no parece suficiente como para revertir la tendencia y alcanzar los niveles históricos asociados al inicio de la declaración de esta pesquería en plena explotación, sin embargo los niveles de abundancia, a pesar de caer un 4% respecto al 2009 pueden tener dos lecturas. La primera considerando los resultados del año 2001 y en que se aprecia que aun no se puede revertir la tendencia negativa de los estimados, y la segunda, sin considerar



el 2001 en que podríamos conceder que el stock aun estaría dentro de los niveles históricos, dado lo riesgoso del omitir puntos de la serie y en un afán precautorio, es que se opta por la primera visión y se considera que el stock aun está con señales de cuidado

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 67**, 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 que es necesario realizar nuevos experimentos a fin de corregir o corroborar la relación utilizada en Chile.



El crucero de evaluación se realizó en la fecha adecuada según los antecedentes históricos de desove del recurso, lo que se corrobora al detectar que el proceso de desove se encontraba en pleno desarrollo sin muestras de declinación de la actividad.

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 y 2010), al conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (Este-Oeste) y más extensas longitudinalmente.

El recurso fue detectado principalmente en el extremo norte del área de estudio con centro de gravedad en latitud 47°19'. Como se explicó anteriormente se descarta la posibilidad de la existencia de alguna fracción del stock fuera del área de estudio (norte del área) y que no haya sido detectada, dada la prospección sentido norte sur que se traía desde el crucero inmediatamente anterior al de merluza de tres aletas. Históricamente este es el CG mas al norte en que se ha detectado el recurso, 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 establece 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.



La composición de talla de merluza de tres aletas registrada durante el año 2011, como también en los nueve cruceros de investigación realizados entre los años 2001 al 2009 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010), 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, en los últimos tres años, la fracción adulta migratoria mayores de 50 cm (característico de los inicios de la serie) ha registrado gradualmente un descenso en su proporción en la composición de talla en el área de estudio, pasando de 75% en el año 2007 a 50% en el 2011. Este descenso en la presencia de ejemplares mayores a 50 cm podría estar indicando una señal de disminución de ejemplares adultos de mayor talla, y principalmente en la 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 una señal concordante con la baja de abundancia y biomasa que ha tenido 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 47% en el 2011; fracción que aporta al proceso de desove, pero que individualmente las hembras tienen una menor fecundidad. Por otro lado, el aumento en la presencia de adultos de menor talla podría estar indicando posibles pulsos de ingreso al stock desovante.

Durante el proceso reproductivo de esta especie es habitual registrar una homogeneidad en la composición de talla en las áreas de mayor concentración y abundancia del recurso; como fue en el año 2011, entre los 47°00' y 49°59' S,



comprendiendo las áreas Taitao y G. Penas-Ladrilleros; siendo una amplia zona que reúne características ambientales que condicionan la alta concentración del recurso en un patrón reproductivo.

El 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 diez 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 últimamente 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 2011 se presentaron en el GE III, peces que aun no superan el estado de madurez al 50%, tanto en machos como en 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 III, aunque levemente mayor, se presenta el GE X. Estas modas en los grupos GE VIII y X, representan a adultos 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 participación de peces de GE III que presentó la estructura de edades en el año 2011, los cuales representan a peces que aun no han alcanzado el 50%



de madurez, constituye evidencia de deterioro de la estructura del stock desovante.

Respecto del análisis de los indicadores reproductivos se desprende que la agregación se encontró mayoritariamente en un proceso reproductivo en desarrollo, en madurez avanzada y con un aporte importante a la actividad de desove, observándose los primeros indicios hacia la declinación del período reproductivo en los lances al final del crucero. Estos resultados son concordantes con el comportamiento reproductivo visualizado en campañas previas, en similar zona y período del año (bimestre agosto-septiembre).

El análisis conjunto de los cruceros de investigación entre el 2001 y 2011, y de muestras del seguimiento demersal austral, señalan que la merluza de tres aletas a comienzos de agosto ya alcanzó la condición de madurez avanzada, iniciando el proceso de desove que se manifiesta claramente desde mediados de mes y que se intensifica hacia fines de agosto y mediados de septiembre, período en que se presentan los desoves masivos, a la vez que gradualmente incrementan desde fines de agosto hembras en regresión que finalizaron la actividad reproductiva, con aportes importantes en las quincenas de septiembre (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005 y Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010).

Los antecedentes indican en gran medida la estabilidad temporal de esta especie a desovar principalmente desde mediados de agosto a mediados de septiembre, condición que cambia durante la segunda quincena de septiembre en que predominan las hembras en regresión que caracterizan el término del periodo de desove. Para la merluza de tres aletas en el Atlántico Sudoccidental, en la plataforma patagónica e inmediaciones de las Islas Malvinas, la información disponible es relativamente concordante, citando el desove a ocurrir desde agosto



a octubre, con una máxima actividad en septiembre, prolongándose ocasionalmente hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pájaro, 1999 y Pájaro y Macchi, 2001), con altas concentraciones de huevos en invierno y principios de primavera (Ciechowski *et al.*, 1981 y Ehrlich *et al.*, 1999). En Nueva Zelanda, el recurso se agrega a desovar durante agosto y septiembre en áreas de desove bien definidas en la Plataforma Bounty, en Pukaki, Islas Auckland e Islas Campbell (Hanchet, 1999).

Los datos permitieron el ajuste de la ojiva de madurez sexual, pero los tamaños bajo los 35 cm estuvieron débilmente representados en los lances, rango que comprende la fracción inferior de transición de ejemplares reclutados a la componente adulta, lo que es esperable al prospectar el stock parental en su época y fondo de desove. Complementariamente, y con la restricción de utilizar registros de distintos pulsos migratorios, se entrega un ajuste de la ojiva de madurez con información histológica compilada de los cruceros de evaluación de 2001 al 2011, a fin de suplir las tallas pequeñas entre los distintos cruceros.

El estimado para el 2011 de la talla de madurez sexual fue de 36,5 cm de longitud total, mientras que para los datos acumulados de 2001 al 2011 fue de 36,7 cm, registros similares que se ubicaron entre los estimados de campañas previas (**Fig. 34; Tabla 21**), que fluctúan en un estrecho rango entre 36,0 y 37,3 cm, antecedentes que señalan para esta especie en aguas chilenas la relativa estabilidad de este parámetro.

Para la merluza de tres aletas en el Atlántico, Lisovenko *et al.* (1982) indican hembras maduras a partir del rango de 35,5 y 37,5 cm de longitud total, observando la totalidad madura desde los 46,5 cm., mientras que Sánchez *et al.* (1986) y Pájaro y Macchi (2001), a través de un análisis histológico, reportan una talla de madurez en 38,0 cm y 37,8 cm de longitud total, respectivamente.



La merluza de tres aletas se caracteriza por tener ovarios con desarrollo sincrónico por grupos, con desoves parciales y una fecundidad anual determinada, condición que permitió estimar su fecundidad a través del conteo del número total de ovocitos vitelados en hembras pre-desovantes con madurez avanzada, los cuales estarían conformados por 4 o 5 generaciones ovocitarias, las que serían desovadas en tandas parciales en un breve lapso de tiempo (Sánchez *et al.*, 1986).

Los valores medios de fecundidad total y relativa en el 2011 se ubicaron en el rango de los estimados de evaluaciones acústicas entre el 2001 y 2009, cuyos registros se disponen mayormente entre 386.831 y 733.540 ovocitos, y entre 392 y 698 ovocitos para la fecundidad total y relativa, respectivamente, a excepción de los resultados en el 2009 que fueron inferiores y que pudieron estar influenciados por el bajo número de ovarios analizados (**Tabla 22**). Para la fecundidad relativa, el estimado de este año se ubicó en el nivel medio, con un registro cercano al 2002 y a los años del 2005 al 2008 (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005 y Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010).

Los resultados descriptivos de la composición faunística del presente crucero, muestran que merluza de tres aletas se presenta como la principal especie sólo en la primera zona (zona de Taitao), zona de mayor concentración para el desove, en tanto que la merluza de cola aumenta su participación hacia el sur, siendo la especie dominante en la segunda y tercera zona, en especial la tercera zona es la que presentó mayor abundancia de esta especie

Del resultado obtenido en el análisis de clasificación, es posible establecer la presencia de tres asociaciones principales, las que presentarían características diferentes de la fauna asociada, una que asocia a reineta y cojinoba del sur, la otra



a brótula, tollo negro y calamar, y una tercera la que agrupa a las tres especies de merluzas, siendo esta última la agrupación más importante y con la más alta participación de las tres especies de merluzas. Por otro lado, 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 la gran mayoría de los lances de identificación, donde en general, se observó mayor riqueza de especies que en años anteriores de la serie de tiempo, destacando reineta, jibia, brótula, calamar, y cojinoba azul, tollo negro, en la mayoría de los lances.

Lo anterior pone en evidencia de que, si bien, las tres especies de merluza son una condición permanente de la composición de fauna en el área de estudio, otras especies incidentales, con una presencia secundaria, pueden aumentar su aporte año a año, incluso apareciendo nuevas especies como tollo negro y calamar, las cuales no se encontraban en los registros de años anteriores. Por otro lado, la condición de dos o tres especies principales, muestra que merluza de tres aletas conforma agregaciones casi monoespecíficas (Lillo et al., 2002), lo que podría hacer variar su aporte según condiciones ambientales o producto de presión pesquera.

Con estos antecedentes es posible inferir que las tres merluzas son las especies más importantes en el área de estudio. De manera general pese a que su importancia y aporte tiene variaciones interanuales, la tendencia es a que ellas mantienen una alta jerarquía sobre las demás especies de la fauna acompañante, y el aumento o disminución de algunas de ellas podría estar ligado a cambios en las condiciones ambientales o presión pesquera, como también a la época del año en que se realiza el crucero.



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 de 240 m.

Respecto a variaciones anuales en su morfometría, se observan diferencias en los valores promedio en el tamaño de las agregaciones, con una tendencia a la disminución en la serie 2001-2011, al asociar estos descriptores con las estimaciones de biomasa y abundancia se logó advertir una relación en el alto de las agregaciones y las variables asociadas al “estado del recurso” tales como el número de observaciones, biomasa y abundancia. Este resultado fue consecuente con el trabajo realizado anteriormente y presentado en el XXX Congreso de Ciencias del Mar (**Anexo II**) en donde con la serie de datos 2001-2009 se lograron similares resultados. Esto puede resultar interesante al considerar que se puede agregar otra señal que indicaría el estado del recurso

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 la importancia de los pequeños peces como Mictophidae y en menor grado el sternoptichido *Maurolicus parvipinnis* es relevante. En efecto, los valores de IIR para toda el área (**Tablas 39 a 51**), 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 tridimensionales señalan la importancia del grupo de los peces, principalmente Myctophidae. Los crustáceos, principalmente del género *Euphausia*, aparecen en ésta oportunidad como presas secundarias, lo que puede reflejar diferencias con lo señalado con algunos informes ya mencionados.

La importancia de los peces mictófidios se manifiesta en este estudio aún cuando no se tuvo éxito en obtener un análisis 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 (*Macrurus magellanicus*), también ejerce una importante presión depredadora sobre los Mictófidios. 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.

Es importante destacar la enorme presencia de restos de peces, los que necesariamente deben provenir de peces *Myctophidae*, *Sternoptychidae* u otra familia de peces meso y epipelágicos, indicando la relevancia del grupo de los peces en la alimentación de la merluza de tres aletas.

Al igual que en informes anteriores, la cantidad de estómagos vacíos es también bastante alta, en ésta ocasión más de la mitad (58%) 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.



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



7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa de merluza de tres aletas de 129.427 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre las 90.520 y 168.335 toneladas
- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 166,8 millones de individuos, con un rango de confianza entre los 122,4 y 211,2 millones de ejemplares. Del total de abundancia, 100,1 millones (60%) correspondieron a machos y 66,7 millones (40%) a hembras.
- 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°19'S. con una distribución agregada en una estrecha franja longitudinal, representada por un índice de Gini igual a 0,99.
- La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2011 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm, predominio de los machos (58%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (5% < 35 cm).
- La estructura de talla del 2011 registró tres modas adultas. Una moda adulta de tallas mayores entre los 54 y 63 cm, otra moda adulta de tallas menores entre 46-53 cm, y una moda de ejemplares de adultos jóvenes entre 34-39 cm.
- En los últimos cuatro años de estudio (2008 a 2011) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores



a 50 cm (75% en el 2007 a 50% en el 2011), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 47% en el 2011).

- En los diez 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 con pesos promedios por talla en la parte superior del rango observados en los años anteriores de estudio de muestras de cruceros.
- Los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los GE IV en machos y GE V 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 no representan grandes concentraciones, manifiestan alternancia de GE que proceden de clases anuales con éxito disímil.
- En el 2011, los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock de merluza de tres aletas correspondieron a machos de los GEIII a IX y hembras entre GE III a XI.
- La importancia con que se presentó el GE III y su estado de madurez deja evidencia de un stock desovante deteriorado.



- El indicador IGS evidenció que la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva, caracterizándose las hembras por una condición predominante de madurez avanzada y en procesos de desove.
- La talla media de madurez sexual se estimó en 36,5 cm (35,0 – 38,2 cm) para el 2011, y en 36,7 cm (36,1 – 37,3 cm) para los datos agrupados del 2001 al 2011.
- La fecundidad total promedio fue de 649.082 ovocitos y la fecundidad relativa de 545 ovocitos, valores que están comprendidos en los estimados para esta especie en evaluaciones previas del 2001 al 2009.
- Existen diferencias interanuales en la importancia y participación de las especies que forman parte de comunidad demersal sur austral analizada. No obstante las especies dominantes en la composición faunística de la zona demersal sur austral son las tres especies de merluza observadas. Las demás especies de fauna acompañante no logran tener una importancia mayor a merluza de cola y merluza del sur.
- Existen diferencias interanuales de la importancia de las especies por zona y también por veril, las causas podrían estar modeladas por condiciones ambientales y la presión de pesca
- La morfometría de las agregaciones presenta una tendencia a la disminución en sus valores promedios en la serie histórica de años 2001-2011.



- 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 nos indican que la merluza de tres aletas es una especie ictiófaga, con dieta centrada especialmente en mictófidis,



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 96pages 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., 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. & 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, G. Bohm, 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 de avance al FIP. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- 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.
- 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 Fig.s).



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



- Dunford, Adam 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), J Acoust. Soc. Am. 118 (4) 2121-2123
- Ehrlich, M., R. Sánchez, J. Ciechomski, L. Machinandiarena y M. Pájaro. 1999. Documento Científico INIDEP 5: 37-65.
- Ferry, L & G. M. Caillet. 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 assesment. 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 terranovae*, 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. *Paleontologia 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. 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. & 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 Lanternfishes, *genus Diaphus* (PISCES, Myctophidae) in the western Pacific. Eastern Indian Oceans and Southeast Asian seas. *Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokio*, 10



- 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. y A. Paillamán. 1996. Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).
- Lillo, S., 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, 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. Diaz 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., 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.
- 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. Bellisio. 1973. Polaca *Micromesistius australis* Norman 1937. *Monografías de Recursos Pesqueros*, 2. 150 pp.
- Macchi, G. & 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. Prenskey, 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., & 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 & 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.
- 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.
- 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 and 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. J. 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. And A. Prampart. 1993. EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom.
- Petitgas, P. and 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. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747
- Pinkas, L. M. Olphant and 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. & 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. & 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).



- 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.
- 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., J. Castillo, E. Niklitsckek and J. Saavedra-Nievas 2011. Effects of vessel course, weather conditions and target depth upon hydroacoustic biomass estimations of Southern blue whiting in southern Chile. Latin American Journal of Aquatic Research (in press).
- Sánchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°6: 21-43.
- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del " Método de Producción de Huevos ". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especies pelagiques a partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and tempopral distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 6: 269-283.
- Selman, K. & R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6: 211-231.
- Sernapesca, 1990, 1998, 2002. 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. and 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 and A. Aglen. 1991. survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- 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, 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.

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 (en preparación). A ligera presión no escurre líquido seminal.
IV	Maduro	Testículos blancos, muy firmes, al apretar escurre semen (líquido viscoso blanco) (en evacuación).
V	Evacuados	Testículos grandes, flácidos rojizos, con zonas blancas muy vascularizadas.

Tabla 2

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

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	31/07/2011	
Buque	Friosur VIII	
Ecosonda	Simrad ER 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	11 m	
Profundidad fondo	60 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia anterior	26,50 dB	
Ganancia (calibración)	26,43 dB	
TS esfera	-33,6 dB	
Corrección s_A	-0,59 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,191 m	
Coefficiente de absorción	9,8 dB/km	
Velocidad del sonido	1493,9 m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	6,99°	6,99°
Desplazamiento del ángulo	0,01°	0,05°



Tabla 5
Posici3n y captura lances de identificaci3n merluza de tres aletas, Agosto 2011

Lance N°	Fecha	Captura (kg)										Total			
		M.3 aletas	M. sur	M. cola	C. azul	Reineta	Congrio dorado	Tollo negro	Jibia	Brotula	Calamar				
1	16-08-2011	1484,85		1000,0		50,5									2535
2	16-08-2011						216,5								217
3	16-08-2011	2000,00	165,5	500,0	13,2	23,0									2702
4	17-08-2011	1500,00	292,2	650,0	3,0	10,0		3,1	33,3		7,5				2499
5	17-08-2011	88,48	203,5	1209,0											1501
6	17-08-2011	650,00	87,7	262,0											1000
7	18-08-2011	4996,00	327,7	1500,0	14,0	16,0					64,9	10,0			6929
8	18-08-2011	11,42	137,0	1000,0		3,3		8,1		2,5	2,8	5,6			1171
9	19-08-2011			250,0						0,7					253
10	19-08-2011		87,1	890,1		21,5						1,4			1000
11	20-08-2011	1912,00	79,2	2000,0					0,5	5,1	2,9				4000
12	21-08-2011	168,33	10,2	1406,0	5,2	1,1			1,2			7,3			1599
13	22-08-2011	6,45	31,2	946,0	2,1	11,0			0,9			2,4			1000
14	23-08-2011	1,14	12,6	464,0	5,4	1,4			1,3	0,8	12,1	1,3			500
15	23-08-2011	278,51	68,2	576,0					1,0		7,2	7,2			938
16	24-08-2011	166,30	214,9	1103,0	1,2	2,9			3,1		5,1	2,8			1499
17	24-08-2011														0
18	24-08-2011	131,10	81,4	907,0		10,0				0,9					1130
19	25-08-2011	10,58	87,8	493,0					2,0	2,1	2,1	2,1			600
20	26-08-2011	800,00	83,8	110,4					1,4		3,2	1,2			1000
21	26-08-2011	254,00	1,8	44,0											300
22	26-08-2011	41,89	11,8	246,4											300
23	27-08-2011	2,52	21,1	29,2								7,2			60
24	27-08-2011	58,97	54,4	386,0											499
25	28-08-2011	64,90	181,6	1243,0						1,5		8,1	0,9		1500
26	28-08-2011	19,08	72,0	2387,0					2,9	3,1		6,1	9,3		2499
Total captura (kg)		14646,5	2312,2	19602,1	94,5	316,6	14,1	49,1	12,0	121,9	60,3	37229,2			
Proporci3n captura (%)		39,2	6,2	52,8	0,3	0,9	0,0	0,1	0,0	0,3	0,2	100,0			

Lance N°	Fecha	Captura N° ejemplares										total			
		M.3 aletas	M. sur	M. cola	Cojinoba azul	Reineta	Congrio dorado	Tollo negro	Jibia	Brotula	Calamar				
1	16-08-2011	980		1965		48									2993
2	16-08-2011					207									207
3	16-08-2011	1712	35	828	11	21									2607
4	17-08-2011	1459	68	1346	2	9		2	27		4				2917
5	17-08-2011	101	62	2942											3105
6	17-08-2011	569	23	598											1190
7	18-08-2011	4461	80	3641	15	10					45	5			8257
8	18-08-2011	14	39	2008		3		3		3	3	3			2075
9	19-08-2011			1004						1		1			1006
10	19-08-2011		26	1943		23						1			1993
11	20-08-2011	1618	38	5168					1	3	1				6829
12	21-08-2011	160	4	3413	4	1			1			5			3588
13	22-08-2011	7	11	2175	2	9			1			2			2207
14	23-08-2011	3	4	1154	12	1			1	1	6	1			1183
15	23-08-2011	206	28	1609					1		4	4			1852
16	24-08-2011	232	81	2559	1	2			3		2	2			2882
17	24-08-2011														0
18	24-08-2011	115	25	2207		8				1					2356
19	25-08-2011	16	28	1174					2	2	1	2			1225
20	26-08-2011	1299	31	281					1		2	1			1615
21	26-08-2011	920	1	88											1009
22	26-08-2011	257	7	1244											1508
23	27-08-2011	13	8	76								6			103
24	27-08-2011	168	16	923											1107
25	28-08-2011	96	54	2302					1		3	1			2457
26	28-08-2011	72	27	5352				1	4		3	6			5465
Total captura (unidades)		14477,8	695,9	45998,9	95,0	293,8	5,8	43,0	10,8	73,9	39,8	61734,7			
Proporci3n captura (%)		23,3	1,1	74,6	0,2	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	100,0			



Tabla 6

Resultado de la prueba DHG para distribuci3n de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, lances segun zona.

Parámetros del análisis	X² crítico=	33.00
	N° de categorías=	22
	Z=	1.64485
	Grupos=	2
	np=	2347
Zona	X² calculado	Ho
1	829.50	NA
2	343.50	NA
% APROBACI3N		0.00

NA: No Acepta; NR: No Rechaza

Tabla 7

Estimados de Biomasa y abundancia segun métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2011

Método	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Hansen	128.169	0,192	164.365	0,172
Bootstrap	131.717	0,183	168.978	0,163
Geoestadístico	129.427	0,182	166.811	0,161



Tabla 8
Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas, año 2011

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	71,8	27.497	2
26	82,4	0	0
27	94,1	0	0
28	106,9	21.920	2
29	121,0	286.085	35
30	136,3	557.247	76
31	153,0	960.949	147
32	171,0	654.304	112
33	190,6	2.653.401	506
34	211,7	3.791.717	803
35	234,4	8.629.588	2.023
36	258,8	5.197.753	1.345
37	285,0	3.063.375	873
38	313,0	2.796.658	875
39	342,9	2.160.418	741
40	374,9	3.084.198	1.156
41	408,9	5.638.494	2.305
42	445,0	3.110.035	1.384
43	483,4	3.402.489	1.645
44	524,1	5.769.914	3.024
45	567,2	6.295.029	3.571
46	612,8	5.893.499	3.612
47	661,0	7.298.661	4.824
48	711,8	10.082.927	7.177
49	765,3	11.356.494	8.691
50	821,6	10.854.311	8.918
51	880,9	10.264.257	9.042
52	943,2	7.579.782	7.149
53	1008,5	7.861.415	7.928
54	1077,0	5.708.012	6.148
55	1148,8	3.835.258	4.406
56	1224,0	4.213.241	5.157
57	1302,6	5.380.787	7.009
58	1384,7	4.147.212	5.743
59	1470,5	5.049.110	7.425
60	1560,1	2.834.081	4.421
61	1653,5	3.281.299	5.425
62	1750,8	1.445.135	2.530
63	1852,1	612.397	1.134
64	1957,6	682.244	1.336
65	2067,3	57.591	119
66	2181,3	196.937	430
67	2299,8	7.206	17
68	2422,8	67.783	164
TOTAL		166.810.710	129.427



Tabla 9
Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas,
Zona 1, año 2011

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	71,8	0	0
26	82,4	0	0
27	94,1	0	0
28	106,9	0	0
29	121,0	0	0
30	136,3	0	0
31	153,0	0	0
32	171,0	0	0
33	190,6	1.369.856	261,05
34	211,7	1.644.629	348,10
35	234,4	4.222.573	989,67
36	258,8	1.559.310	403,53
37	285,0	909.435	259,15
38	313,0	1.636.749	512,27
39	342,9	1.198.828	411,10
40	374,9	2.292.682	859,42
41	408,9	5.139.947	2.101,52
42	445,0	2.966.650	1.320,22
43	483,4	3.199.722	1.546,79
44	524,1	5.400.859	2.830,71
45	567,2	6.176.123	3.503,26
46	612,8	5.879.089	3.602,76
47	661,0	7.164.345	4.735,32
48	711,8	10.035.590	7.142,85
49	765,3	11.331.094	8.671,48
50	821,6	10.838.048	8.904,90
51	880,9	10.230.140	9.011,67
52	943,2	7.543.206	7.114,39
53	1008,5	7.833.443	7.900,01
54	1077,0	5.681.066	6.118,63
55	1148,8	3.783.309	4.346,32
56	1224,0	4.134.835	5.060,91
57	1302,6	5.329.291	6.941,81
58	1384,7	4.144.190	5.738,61
59	1470,5	4.910.758	7.221,45
60	1560,1	2.800.962	4.369,72
61	1653,5	3.233.604	5.346,62
62	1750,8	1.381.170	2.418,10
63	1852,1	590.040	1.092,82
64	1957,6	682.244	1.335,54
65	2067,3	57.591	119,06
66	2181,3	196.937	429,58
67	2299,8	7.206	16,57
68	2422,8	67.783	164,22
TOTAL		145.573.304	123.150



Tabla 10
Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas,
Zona 2, año 2011

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	71,8	27.497	1,97
26	82,4	0	0,00
27	94,1	0	0,00
28	106,9	21.920	2,34
29	121,0	286.085	34,61
30	136,3	557.247	75,95
31	153,0	960.949	146,98
32	171,0	654.304	111,90
33	190,6	1.283.545	244,60
34	211,7	2.147.088	454,45
35	234,4	4.407.015	1.032,90
36	258,8	3.638.442	941,57
37	285,0	2.153.939	613,79
38	313,0	1.159.909	363,03
39	342,9	961.590	329,75
40	374,9	791.516	296,70
41	408,9	498.547	203,84
42	445,0	143.385	63,81
43	483,4	202.767	98,02
44	524,1	369.056	193,43
45	567,2	118.907	67,45
46	612,8	14.410	8,83
47	661,0	134.316	88,78
48	711,8	47.337	33,69
49	765,3	25.400	19,44
50	821,6	16.263	13,36
51	880,9	34.117	30,05
52	943,2	36.576	34,50
53	1008,5	27.972	28,21
54	1077,0	26.945	29,02
55	1148,8	51.949	59,68
56	1224,0	78.407	95,97
57	1302,6	51.496	67,08
58	1384,7	3.021	4,18
59	1470,5	138.352	203,45
60	1560,1	33.119	51,67
61	1653,5	47.695	78,86
62	1750,8	63.965	111,99
63	1852,1	22.358	41,41
64	1957,6	0	0,00
65	2067,3	0	0,00
66	2181,3	0	0,00
67	2299,8	0	0,00
68	2422,8	0	0,00
TOTAL		21.237.406	6.277



Tabla 11
Límites latitudinales de las sub-zonas para estimación de biomasa mediante krigging

Area	Límites latitud	Transectas	Superficie (mn ²)
Zona 1-A	46°57,5' – 47°47,5'	01-010	378,20
Zona 1-B	47°47,5' – 48°57,5'	11-24	509,80
Zona 1-C	48°57,5' – 50°07,5'	25-38	476,95
Zona 2	50°07,5' – 51°00'	39-49	538,03

Tabla 12
Valores estimados de biomasa mediante krigging por sub-zona y total

Area	Superficie (mn ²)	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N**1000)	CV
Zona 1-A	378,20	117.368	0,169	138.738	0,162
Zona 1-B	509,80	2.828	0,117	3.343	0,112
Zona 1-C	476,95	508	0,111	601	0,106
Zona 2	578,13	6.138	0,109	20.767	0,117
Total	1.943,08	126.842	0,156	163.448	0,139



Tabla 13
Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas,
cruce de evaluación agosto del 2011

Sexo	Parámetros	Zona sur
Machos	a	0,000902233
	intervalo	0,0006067 0,0011978
	b	3,506491384
	intervalo	3,4248284 3,5881543
	N	507
	r²	0,962
Hembras	a	0,000884906
	intervalo	0,0006620 0,0011079
	b	3,513083437
	intervalo	3,4510248 3,5751421
	N	1137
	r²	0,945
Ambos	a	0,00087029
	intervalo	0,0006978 0,0010428
	b	3,516844823
	intervalo	3,4679112 3,5657784
	N	1644
	r²	0,954

Tabla 14.
Parámetros de correlación espacial variograma omnidireccional.

Área		Modelo	Co (nugget)	C (sill)	Rango (mn)	Co/(Co+C) (%)	Spd (%)
Área total	tr	Esférico	1,3	3,28	2,34	28,4	71,6
Zona 1	tr	Esférico	1,3	3,65	2,22	26,3	73,7
Zona 2	tr	Exponencial	0,58	3,80	4,50	13,2	86,8



Tabla 15
Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero 2011
(Abundancia total= 166.810.710 ejemplares; machos= 100.103.664; hembras= 66.707.046)

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																										
28 - 29	225.870	225.870																								
30 - 31	782.467	670.686	111.781																							
32 - 33	2.258.699	188.225	1.882.250	188.225																						
34 - 35	9.201.162		8.878.314	322.848																						
36 - 37	4.160.651		3.120.488	1.040.163																						
38 - 39	3.133.865		120.533	2.531.198	482.133																					
40 - 41	6.400.783			3.657.590	2.743.193																					
42 - 43	4.964.583		134.178	2.549.381	1.073.423	805.068	268.356	134.178																		
44 - 45	10.202.124			728.723	1.093.085	4.372.339	1.457.446	1.821.808	364.362																	
46 - 47	9.235.856				307.862	1.847.171	4.310.066	1.539.309	307.862	615.724																
48 - 49	13.260.004					828.750	2.900.626	4.972.502	2.486.251		1.243.125	414.375	414.375													
50 - 51	11.391.914						474.663	1.898.652	3.322.642	1.898.652	949.326	949.326	949.326	949.326												
52 - 53	6.142.522							161.645	323.291	646.581	1.293.162	646.581	808.227													
54 - 55	5.063.979													161.645	323.291	323.291										
56 - 57	5.611.490									117.767	824.369	471.068	1.177.669	1.177.669	706.602											
58 - 59	4.265.879													821.194	684.328	684.328	410.597	821.194	684.328	410.597	821.194	684.328	410.597	273.731		
60 - 61	3.248.735													94.797	284.392	379.189	568.784	1.137.568	1.042.771	568.784	189.595					
62 - 63	461.018													135.364		135.364										
64 - 65	84.643																									
66 - 67	7.418																									
68 - 69																										
70 - 71																										
72 - 73																										
74 - 75																										
76 - 77																										
78 - 79																										
80 - 81																										
82 - 83																										
84 - 85																										
86 - 87																										
TOTAL	100.103.664	1.084.781	14.247.544	11.018.128	5.699.696	7.853.328	9.572.803	10.689.740	7.127.697	4.086.951	4.811.210	2.789.212	4.033.925	3.178.351	1.836.967	1.522.172	1.302.671	2.953.688	2.557.591	2.197.656	1.312.127	185.104	42.322			
PORCENTAJE		1,08	14,23	11,01	5,69	7,85	9,56	10,68	7,12	4,08	4,81	2,79	4,03	3,18	1,84	1,52	1,30	2,95	2,55	2,20	1,31	0,18	0,04			
TALLA PROM. (cm)		30,4	34,8	40,1	41,8	45,2	47,0	47,9	49,5	50,7	50,9	50,9	52,9	54,2	55,7	56,5	56,4	57,4	58,7	59,2	59,8	61,7	64,5			
VARIANZA		1,52	2,20	6,38	4,42	2,57	3,43	4,63	3,30	4,24	8,42	5,83	6,32	7,73	2,91	5,82	5,70	3,69	3,04	2,42	4,42	3,77	0,00			
PESO PROM (g)		144	230	383	441	577	662	711	795	866	884	879	1.005	1.098	1.198	1.266	1.256	1.335	1.444	1.486	1.544	1.713	1.998			

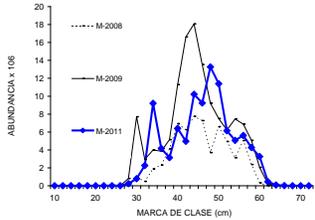
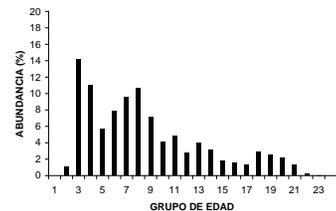




Tabla 16

Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2011
(Abundancia total= 166.810.710 ejemplares; machos= 100.103.664; hembras= 66.707.046)

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	27.497	27.497																							
26 - 27																									
28 - 29	82.135	82.135																							
30 - 31	735.730	735.730																							
32 - 33	1.049.005	735.730	449.573																						
34 - 35	3.220.143	599.431	2.927.403	292.740																					
36 - 37	4.100.476		3.417.064	455.608	227.804																				
38 - 39	1.823.211		113.951	1.709.260																					
40 - 41	2.321.909			1.451.193	870.716																				
42 - 43	1.547.941			257.990	1.031.960	257.990																			
44 - 45	1.862.820				582.131	698.558	465.705																		
46 - 47	3.956.304					1.424.269	1.740.774	791.261																	
48 - 49	8.179.417					876.366	1.898.793	2.775.159	1.898.793	292.122	292.122	146.061													
50 - 51	9.726.653							1.667.426	2.362.187	3.612.757	1.250.570	555.809	138.952	138.952											
52 - 53	9.298.675							286.113	1.859.735	3.147.244	1.859.735	1.287.509	143.057	429.170	143.057										
54 - 55	4.479.291								1.066.498	853.198	426.599	213.300	426.599	213.300	426.599										
56 - 57	3.982.538									213.300	426.599	853.198	209.607	489.084											
58 - 59	4.930.442																								
60 - 61	2.866.645																								
62 - 63	1.596.514																								
64 - 65	655.191																								
66 - 67	196.725																								
68 - 69	67.783																								
70 - 71																									
72 - 73																									
74 - 75																									
76 - 77																									
78 - 79																									
80 - 81																									
82 - 83																									
84 - 85																									
86 - 87																									
TOTAL	66.707.046	1.444.792	6.907.991	4.166.792	2.712.612	3.257.183	4.105.272	5.519.960	6.450.441	7.478.722	4.255.625	3.265.484	1.624.291	2.158.426	1.565.861	2.614.413	1.949.567	1.431.888	1.444.295	1.626.604	1.151.727	526.374	698.580	350.146	
PORCENTAJE		2,17	10,36	6,25	4,07	4,88	6,15	8,27	9,67	11,21	6,38	4,90	2,43	3,24	2,35	3,92	2,92	2,15	2,17	2,44	1,73	0,79	1,05	0,52	
TALLA PROM. (cm)		31,1	35,4	38,9	41,8	46,3	47,2	49,0	50,5	51,5	52,0	52,9	54,6	55,2	56,6	56,9	58,4	58,7	59,7	60,1	61,7	62,7	63,5	65,8	
VARIANZA		2,21	1,65	3,75	4,65	3,16	1,82	2,34	3,51	1,77	2,86	3,58	2,92	5,32	3,97	4,05	1,64	1,76	1,80	2,20	1,20	2,81	1,88	3,43	
PESO PROM (g)		157	247	346	443	632	675	771	858	915	952	1.009	1.125	1.174	1.282	1.303	1.422	1.449	1.537	1.577	1.728	1.825	1.910	2.166	

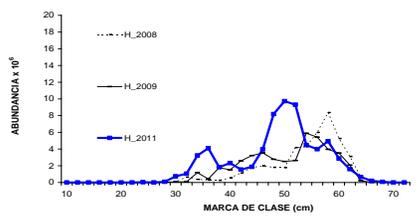
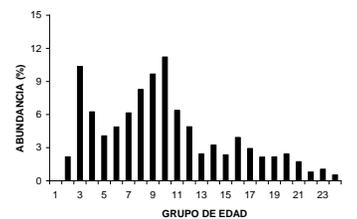




Tabla 17

Número de individuos por grupo de edad, varianza (VAR) y coeficiente de variación (CV) en la abundancia de merluza de tres aletas. Crucero de evaluación 2011.

GE	SEXO: MACHOS			SEXO: HEMBRAS		
	Nº	VAR	CV	Nº	VAR	CV
I						
II	1.084.781	94.009.309.550	0,2826	1.444.792	95.150.373.654	0,2135
III	14.247.544	1.020.259.071.253	0,0709	6.907.991	619.504.262.167	0,1139
IV	11.018.128	1.211.602.025.509	0,0999	4.166.792	486.392.587.764	0,1674
V	5.699.696	866.700.667.550	0,1633	2.712.612	308.864.070.492	0,2049
VI	7.853.328	1.429.734.046.864	0,1523	3.257.183	281.590.815.548	0,1629
VII	9.572.803	2.062.227.168.985	0,1500	4.105.272	338.167.260.231	0,1417
VIII	10.689.740	2.738.933.376.197	0,1548	5.519.960	518.038.099.496	0,1304
IX	7.127.697	2.194.608.831.269	0,2078	6.450.441	663.251.700.391	0,1263
X	4.086.951	1.162.919.960.658	0,2639	7.478.722	749.262.020.844	0,1157
XI	4.811.210	1.275.939.160.567	0,2348	4.255.625	486.562.774.745	0,1639
XII	2.789.212	819.776.736.664	0,3246	3.265.484	378.207.948.426	0,1883
XIII	4.033.925	1.007.362.333.827	0,2488	1.624.291	177.549.012.816	0,2594
XIV	3.178.351	807.258.446.037	0,2827	2.158.426	232.913.337.418	0,2236
XV	1.836.967	324.760.851.902	0,3102	1.565.861	162.455.987.266	0,2574
XVI	1.522.172	303.341.476.527	0,3618	2.614.413	264.948.618.693	0,1969
XVII	1.302.671	241.295.075.952	0,3771	1.949.567	189.421.664.919	0,2232
XVIII	2.953.688	536.936.896.441	0,2481	1.431.888	140.852.801.874	0,2621
XIX	2.557.591	540.298.417.722	0,2874	1.444.295	134.358.003.052	0,2538
XX	2.197.656	448.576.262.924	0,3048	1.626.604	145.986.350.420	0,2349
XXI	1.312.127	317.794.623.990	0,4296	1.151.727	100.585.318.360	0,2754
XXII	185.104	45.633.028.582	1,1540	526.374	46.777.785.724	0,4109
XXIII	42.322	6.724.734.138	1,9376	698.580	62.659.361.782	0,3583
XXIV				350.146	25.739.075.566	0,4582
TOTAL	100.103.664			66.707.046		



Tabla 18
Parámetros de la función logística de individuos maduros a la edad, merluza de tres aletas, crucero de evaluación 2011.

Función		$P(GE) = \frac{1}{1 + \exp(-b_0 + b_1 * GE)}$						
Sexo	Parámetros							
Machos	b0	7,3073						
	intervalo 95%	6,784	7,831					
	b1	-1,9852						
	intervalo 95%	-2,125	-1,846					
	n	22						
	r2	0,998						
	P(GE)50%	3,7						
Hembras	b0	12,2200						
	intervalo 95%	11,029	13,411					
	b1	-2,5999						
	intervalo 95%	-2,848	-2,352					
	n	22						
	r2	0,998						
	P(GE)50%	4,7						
Ambos	b0	6,6144						
	intervalo 95%	6,474	6,755					
	b1	-1,6690						
	intervalo 95%	-1,704	-1,634					
	n	23						
	r2	1,000						
	P(GE)50%	4,0						
Correlaciones de parámetros estimados								
Machos	b0	b1	Hembras	b0	b1	Ambos	b0	b1
	b0	1	b0	1	b0	1	b0	1
	b1	-0,98787994	b1	-0,99545	b1	-0,98610925	b1	-0,98610925
		1	b0	-0,99544981	1	b0	-0,98610925	1
			b1	-0,99544981	1	b1	-0,98610925	1



Tabla 19

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.

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 técnicas (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 técnicas (nº)				:	769
Concordancia (nº)				:	765
Concordancia (%)				:	99,5
2009					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	553		553	91,0
EMMa	Inmaduro	17	38	55	9,0
Total		570	38	608	
%		93,8	6,3		
Total analizado por ambas técnicas (nº)				:	608
Concordancia (nº)				:	591
Concordancia (%)				:	97,2

EMMa: Estado de madurez, observación macroscópica determinada por Observador científico a bordo al momento del muestreo

EMMi: Estado de madurez microscópico estimada en el laboratorio de histología, dirigido por el Investigador Eduardo Díaz



Tabla 20

Incidencia (%) de fases de madurez macroscópicas y microscópicas ponderadas a la captura del lance, por sexo y área de estudio, año 2011.

Sexo	Area	Incidencia (%) ponderada fases de madurez													
		Análisis macroscópico					Análisis microscópico								
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	VI			
Machos	Total	0,0	4,0	21,4	74,6	0,0									
	Taitao	0,0	0,0	56,8	43,2	0,0									
	G. Penas-Ladrillero	0,0	0,0	2,6	97,4	0,0									
	Trinidad-Concepción	0,0	27,8	21,8	50,4	0,0									
Hembras	Total	0,0	5,0	79,6	14,0	0,4	2,1	1,2	37,1	48,0	10,2	1,3			
	Taitao	0,0	0,0	84,9	14,9	0,2	0,0	0,0	42,7	39,4	17,8	0,0			
	G. Penas-Ladrillero	0,0	0,0	79,6	19,8	0,6	0,0	0,0	27,3	66,6	6,1	0,0			
	Trinidad-Concepción	0,0	36,1	62,9	1,0	0,0	16,8	9,8	57,8	2,9	2,3	10,4			

Tabla 21

Estimados del parámetro de la talla de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras de merluza de tres aletas, en campañas hidroacústicas entre el 2001 y 2011

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



Tabla 22

Estimados de fecundidad media (total y relativa) de merluza de tres aletas, en campañas hidroacústicas entre el 2001 y 2011.

	F. total			F. 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
Min			297329			314			
Max			733540			698			
Media			520458			509			

Tabla 23

Resultados del ajuste al relacionar la fecundidad con el peso corporal de las hembras.

	Peso corporal		
	Lineal	Potencial	Exponencial
a	-175700	88,90	195273
Sa	39213	41,73	15191
b	716,0	1,260	0,0010
Sb	32,400	0,065	0,0001
R ²	0,83	0,83	0,80
MSE	14505050505051	14808080808081	17595959595960

Tabla 24

Resultados del ajuste al relacionar la fecundidad con la longitud total de las hembras.

	Longitud total		
	Lineal	Potencial	Exponencial
a	-2118000	0,009	7490
Sa	154755	0,011	2194
b	48910	4,471	0,078
Sb	2724	0,283	0,005
R ²	0,77	0,77	0,77
MSE	20191919191919	19555555555556	20090909090909



Tabla 25

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)	537	2.142	36	515	0,96	49
Alto (m)	20	73	7	12	0,59	49
Elongaci3n	35	297	3	49	1,40	49
Per3metro (m)	4.316	27.427	213	6.106	1,41	49
Area (m ²)	12.559	132.300	378	23.084	1,84	49
Dim. Fractal	1,42	1,80	1,06	0,19	0,13	49
Prof. Card (m)	237	395	164	46	0,19	49
Prof. Fondo (m)	318	692	176	106	0,33	49
Indice altura (%)	21	59	3	15	0,71	49
s _A (m ² /mn ²)	5.570	179.602	115	25.692	4,61	49
Densidad (s _A /m ²)	0,3	1,76	0,0	0,3	1,22	49
Pendiente Fondo(º)	7	25,3	0	7	0,89	49

Tabla 26

Valores promedio, y desviaci3n est3ndar de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2011.

Año	Largo (m)	Alto (m)	Elon	Perim (m)	Area (m ²)	Prof Card (m)	Fondo (m)	Ind.Alt. (%)	s _A (m ² /mn ²)	Dens (s _A /area)	Nº obs	Biomasa (miles ton)	Abund. (millones)
2001	1035	45	27	6095	14152	190	258	20	5711	0,45	300	200	247
2002	1398	34	40	5990	44516	240	569	43	4113	0,27	147	180	180
2003	1776	31	56	7722	65831	253	414	30	9323	0,54	107	174	173
2004	1742	23	80	9530	42787	208	448	44	11942	0,29	46	84	117
2005	1088	21	53	5214	28226	181	261	22	10513	0,46	136	174	179
2006	527	14	42	2639	8570	159	238	22	3573	0,74	181	129	178
2007	675	16	57	3649	9986	202	275	17	2260	0,68	70	99	97
2008	536	24	23	3057	13994	256	398	28	2178	0,35	66	93	107
2009	579	23	25	1682	18304	221	301	23	6506	0,79	79	114	174
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	537	20	35	4316	12559	237	318	21	5570	0,28	49	129	167



Tabla 27
Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.

Variable	Latitud	Prom	N	D.S.	C.V.
Largo	47	437	23	420	0,96
	48	277	10	251	0,90
	49	260	4	145	0,56
	50	1.038	12	602	0,58
Alto	47	25	23	14	0,54
	48	14	10	5	0,33
	49	18	4	8	0,46
	50	16	12	10	0,65
Elongación	47	17	23	12	0,69
	48	23	10	27	1,16
	49	19	4	19	1,00
	50	86	12	77	0,90
Perímetro	47	2.123	23	2.513	1,18
	48	1.356	10	905	0,67
	49	1.449	4	1.376	0,95
	50	11.942	12	8.027	0,67
Área	47	15.164	23	27.913	1,84
	48	3.491	10	2.422	0,69
	49	4.225	4	1.799	0,43
	50	17.899	12	24.821	1,39
Dim. Fractal	47	1,31	23	0,14	0,10
	48	1,41	10	0,07	0,05
	49	1,34	4	0,28	0,21
	50	1,65	12	0,11	0,06
Prof. Agregación	47	223	23	39	0,17
	48	230	10	28	0,12
	49	262	4	31	0,12
	50	264	12	62	0,24
Fondo	47	329	23	120	0,36
	48	254	10	42	0,16
	49	432	4	78	0,18
	50	313	12	95	0,30
Ind. Altura	47	28	23	15	0,55
	48	9	10	6	0,66
	49	38	4	14	0,37
	50	14	12	9	0,62
S _A	47	11.077	23	37.146	3,35
	48	997	10	562	0,56
	49	404	4	291	0,72
	50	547	12	834	1,52
Densidad	47	0,4	23	0,4	1,01
	48	0,3	10	0,1	0,39
	49	0,1	4	0,0	0,46
	50	0,0	12	0,0	0,42
Pendiente	47	10	23	8	0,79
	48	6	10	4	0,64
	49	11	4	7	0,66
	50	3	12	2	0,76



Tabla 28
Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por latitud.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	15,62	3	5,21	7,06	0,001
	Intra-grupos	33,17	45	0,74		
	Total	48,79	48			
Alto	Inter-grupos	2,28	3	0,76	4,04	0,013
	Intra-grupos	8,46	45	0,19		
	Total	10,74	48			
Elongación	Inter-grupos	20,12	3	6,71	10,28	0,000
	Intra-grupos	29,34	45	0,65		
	Total	49,46	48			
Perímetro	Inter-grupos	39,54	3	13,18	14,66	0,000
	Intra-grupos	40,46	45	0,90		
	Total	80,00	48			
Área	Inter-grupos	14,48	3	4,83	4,12	0,011
	Intra-grupos	52,67	45	1,17		
	Total	67,15	48			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,15	3	0,05	15,35	0,000
	Intra-grupos	0,15	45	0,00		
	Total	0,30	48			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,25	3	0,08	2,54	0,068
	Intra-grupos	1,48	45	0,03		
	Total	1,73	48			
Fondo	Inter-grupos	0,83	3	0,28	3,18	0,033
	Intra-grupos	3,93	45	0,09		
	Total	4,77	48			
Ind. Altura	Inter-grupos	10,44	3	3,48	9,60	0,000
	Intra-grupos	16,32	45	0,36		
	Total	26,76	48			
S _A	Inter-grupos	26,75	3	8,92	5,43	0,003
	Intra-grupos	73,84	45	1,64		
	Total	100,59	48			
Densidad	Inter-grupos	0,74	3	0,25	7,52	0,000
	Intra-grupos	1,47	45	0,03		
	Total	2,21	48			
Pendiente	Inter-grupos	7,57	3	2,52	4,38	0,009
	Intra-grupos	25,95	45	0,58		
	Total	33,52	48			



Tabla 29
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	100	594	5	181	0,30
	200	479	22	503	1,05
	300	635	13	689	1,09
	400	508	9	412	0,81
Alto	100	11	5	2	0,16
	200	21	22	9	0,44
	300	24	13	17	0,71
	400	17	9	9	0,51
Elongación	100	58	5	23	0,41
	200	35	22	66	1,90
	300	29	13	33	1,16
	400	34	9	30	0,90
Perímetro	100	2.801	5	1.245	0,44
	200	3.950	22	6.117	1,55
	300	5.954	13	8.307	1,40
	400	3.688	9	3.823	1,04
Área	100	6.100	5	1.318	0,22
	200	9.364	22	10.623	1,13
	300	22.796	13	41.414	1,82
	400	9.167	9	9.497	1,04
Dim. Fractal	100	1,49	5	0,09	0,06
	200	1,40	22	0,18	0,13
	300	1,40	13	0,24	0,17
	400	1,46	9	0,18	0,13
Prof. Agregación	100	175	5	10	0,06
	200	221	22	27	0,12
	300	264	13	33	0,12
	400	273	9	58	0,21
Ind. Altura	100	7	5	2	0,27
	200	12	22	7	0,57
	300	28	13	9	0,33
	400	42	9	14	0,32
S _A	100	1.424	5	1.153	0,81
	200	2.843	22	5.612	1,97
	300	14.522	13	49.608	3,42
	400	1.608	9	2.583	1,61
Densidad	100	0,2	5	0,20	0,84
	200	0,4	22	0,40	1,13
	300	0,3	13	0,36	1,45
	400	0,1	9	0,11	0,70
Pendiente	100	4	5	3,0	0,84
	200	6	22	4,9	0,79
	300	10	13	8,3	0,80
	400	8	9	7,8	0,93



Tabla 30

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	1,57	3	0,52	0,50	0,686
	Intra-grupos	47,22	45	1,05		
	Total	48,79	48			
Alto	Inter-grupos	1,70	3	0,57	2,83	0,049
	Intra-grupos	9,04	45	0,20		
	Total	10,74	48			
Elongación	Inter-grupos	5,91	3	1,97	2,04	0,122
	Intra-grupos	43,55	45	0,97		
	Total	49,46	48			
Perímetro	Inter-grupos	0,70	3	0,23	0,13	0,940
	Intra-grupos	79,29	45	1,76		
	Total	80,00	48			
Área	Inter-grupos	0,33	3	0,11	0,07	0,973
	Intra-grupos	66,82	45	1,48		
	Total	67,15	48			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,01	3	0,00	0,53	0,662
	Intra-grupos	0,29	45	0,01		
	Total	0,30	48			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,84	3	0,28	14,19	0,000
	Intra-grupos	0,89	45	0,02		
	Total	1,73	48			
Ind. Altura	Inter-grupos	16,97	3	5,66	26,02	0,000
	Intra-grupos	9,79	45	0,22		
	Total	26,76	48			
S _A	Inter-grupos	3,32	3	1,11	0,51	0,676
	Intra-grupos	97,27	45	2,16		
	Total	100,59	48			
Densidad	Inter-grupos	0,13	3	0,04	0,92	0,439
	Intra-grupos	2,08	45	0,05		
	Total	2,21	48			
Pendiente	Inter-grupos	3,26	3	1,09	1,62	0,198
	Intra-grupos	30,26	45	0,67		
	Total	33,52	48			



Tabla 31

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	733	21	504	0,69
	10	520	17	575	1,11
	15	190	11	144	0,76
Alto	5	17	21	10	0,57
	10	25	17	15	0,62
	15	19	11	7	0,39
Elongación	5	60	21	67	1,12
	10	20	17	15	0,72
	15	12	11	13	1,08
Perímetro	5	6.860	21	6.615	0,96
	10	3.254	17	6.307	1,94
	15	1.103	11	969	0,88
Área	5	11.803	21	11.067	0,94
	10	19.328	17	36.543	1,89
	15	3.539	11	2.768	0,78
Dim. Fractal	5	1,50	21	0,22	0,14
	10	1,36	17	0,12	0,09
	15	1,35	11	0,17	0,13
Prof. Agregación	5	240	21	42	0,17
	10	234	17	59	0,25
	15	238	11	34	0,14
Fondo	5	310	21	96	0,31
	10	288	17	81	0,28
	15	382	11	139	0,36
Ind. Altura	5	18	21	15	0,84
	10	17	17	10	0,59
	15	33	11	16	0,49
S _A	5	2.216	21	5.443	2,46
	10	12.550	17	43.153	3,44
	15	1.185	11	1.408	1,19
Densidad	5	0,1	21	0,1	0,92
	10	0,4	17	0,4	1,01
	15	0,4	11	0,5	1,12



Tabla 32

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores según pendiente del fondo.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	12,97	2	6,48	8,32	0,001
	Intra-grupos	35,82	46	0,78		
	Total	48,79	48			
Alto	Inter-grupos	1,06	2	0,53	2,52	0,092
	Intra-grupos	9,68	46	0,21		
	Total	10,74	48			
Elongación	Inter-grupos	14,99	2	7,50	10,00	0,000
	Intra-grupos	34,47	46	0,75		
	Total	49,46	48			
Perímetro	Inter-grupos	17,95	2	8,98	6,65	0,003
	Intra-grupos	62,04	46	1,35		
	Total	80,00	48			
Área	Inter-grupos	11,58	2	5,79	4,79	0,013
	Intra-grupos	55,57	46	1,21		
	Total	67,15	48			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,04	2	0,02	3,63	0,034
	Intra-grupos	0,26	46	0,01		
	Total	0,30	48			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,01	2	0,01	0,20	0,819
	Intra-grupos	1,72	46	0,04		
	Total	1,73	48			
Fondo	Inter-grupos	0,48	2	0,24	2,57	0,088
	Intra-grupos	4,29	46	0,09		
	Total	4,77	48			
Ind. Altura	Inter-grupos	3,66	2	1,83	3,64	0,034
	Intra-grupos	23,10	46	0,50		
	Total	26,76	48			
S _A	Inter-grupos	6,61	2	3,30	1,62	0,210
	Intra-grupos	93,98	46	2,04		
	Total	100,59	48			
Densidad	Inter-grupos	0,37	2	0,18	4,55	0,016
	Intra-grupos	1,85	46	0,04		
	Total	2,21	48			



Tabla 33
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	0,314	0,718	0,852	0,716	0,487	-0,013	-0,058	-0,057	0,393	-0,107	-0,428
Alto	0,314	1	-0,304	0,048	0,802	-0,472	-0,101	0,095	0,265	0,711	0,360	0,029
Elongaci3n	0,718	-0,304	1	0,694	0,087	0,647	-0,040	-0,160	-0,226	-0,044	-0,292	-0,380
Perímetro	0,852	0,048	0,694	1	0,439	0,668	0,188	0,009	-0,128	0,001	-0,304	-0,387
Área	0,716	0,802	0,087	0,439	1	-0,029	-0,025	0,052	0,149	0,797	0,274	-0,172
Dim. Fractal	0,487	-0,472	0,647	0,668	-0,029	1	0,132	-0,091	-0,247	-0,210	-0,388	-0,381
Prof. Agreg.	-0,013	-0,101	-0,040	0,188	-0,025	0,132	1	0,661	0,196	-0,139	-0,216	0,023
Fondo	-0,058	0,095	-0,160	0,009	0,052	-0,091	0,661	1	0,830	0,026	-0,150	0,332
Ind. Altura	-0,057	0,265	-0,226	-0,128	0,149	-0,247	0,196	0,830	1	0,193	-0,052	0,432
S _A	0,393	0,711	-0,044	0,001	0,797	-0,210	-0,139	0,026	0,193	1	0,502	-0,042
Densidad	-0,107	0,360	-0,292	-0,304	0,274	-0,388	-0,216	-0,150	-0,052	0,502	1	0,292
Pendiente	-0,428	0,029	-0,380	-0,387	-0,172	-0,381	0,023	0,332	0,432	-0,042	0,292	1

Tabla 34
Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes

Nº componente	Valor propio	% variabilidad explicada	% acumulado
1	3,69	30,79	30,79
2	3,21	26,72	57,51
3	2,27	18,94	76,45
4	0,86	7,20	83,65
5	0,74	6,19	89,84
6	0,48	3,97	93,80
7	0,33	2,79	96,59
8	0,26	2,13	98,72
9	0,08	0,63	99,35
10	0,05	0,38	99,72
11	0,03	0,21	99,94
12	0,01	0,06	100,00

Tabla 35
Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,864	0,448	0,100
Alto	-0,089	0,912	-0,048
Elongaci3n	0,837	-0,152	0,053
Perímetro	0,886	0,112	0,258
Área	0,362	0,904	0,022
Dim. Fractal	0,768	-0,353	0,164
Prof. Card.	0,015	-0,091	0,738
Prof. Fondo	-0,254	0,160	0,933
Índice altura	-0,359	0,337	0,718
S _A	0,052	0,888	-0,132
Densidad	-0,351	0,506	-0,405
Pendiente Fondo	-0,643	0,061	0,231



Tabla 36

Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes para la serie histórica 2001-2011

Componente	Valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	3,58	29,84	29,84
2	3,03	25,26	55,10
3	1,87	15,56	70,65
4	1,32	10,97	81,62
5	0,78	6,49	88,11
6	0,48	4,03	92,14
7	0,31	2,56	94,71
8	0,23	1,93	96,64
9	0,15	1,28	97,92
10	0,14	1,17	99,09
11	0,07	0,56	99,65
12	0,04	0,35	100,00

Tabla 37

Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales para la serie histórica 2001-2011

	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4
Largo	0,97	0,10	0,04	0,04
Alto	0,25	0,67	0,24	0,09
Elongación	0,78	-0,21	-0,18	-0,07
Perímetro	0,90	0,16	0,09	-0,03
Area	0,88	0,04	0,16	0,13
Fondo	0,06	-0,07	0,94	-0,05
Ind. Altura	0,01	-0,02	0,94	0,05
sA	0,41	0,05	0,00	0,76
Densidad	-0,22	-0,04	0,00	0,85
Nº observaciones	-0,10	0,91	-0,18	-0,02
Biomasa	0,05	0,90	0,01	-0,03
Abundancia	-0,06	0,95	-0,13	-0,01



Tabla 38

Número de estómagos de Merluza del sur por zonas de estudio entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011.

Zona de estudio	Con Contenido	Vacíos	Total
Taitao	112	376	488
Golfo de Penas-Ladrillero	151	144	295
Trinidad-Concepción	119	8	127
Total	382	528	910



Tabla 39

Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (382 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0,01
Restos cephalopoda		4	1,631		1,0	0,2	0,2	0,01
Crustacea								
Copepoda								
<i>Calanus chilensis?</i>	1	1	0,02	0,6	0,3	0,002	0,1	0,005
Restos copepoda		1	0,29		0,3	0,03	0,01	0,0003
<i>Pasiphaea dofleini</i>	7	7	2,13	4,0	1,8	0,23	7,5	0,24
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,16	0,6	0,3	0,02	0,1	0,005
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	26	13	2,12	14,7	3,3	0,23	49,7	1,59
<i>Euphausia valentini</i>	13	7	1,76	7,3	1,8	0,19	13,5	0,43
<i>Nematoscelis megalops</i>	1	1	0,10	0,6	0,3	0,01	0,1	0,005
<i>Thysanoessa macrura</i>	7	5	0,64	4,0	1,3	0,07	5,2	0,16
Galatheidae								
<i>Munida subrugosa</i>	1	1	0,62	0,6	0,3	0,07	0,2	0,01
Restos crustacea		10	1,89		2,6	0,21	0,5	0,02
SALPA	1	1	0,40	0,6	0,3	0,04	0,2	0,005
Peces								
Sternoptychidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	21	15	16,50	11,9	3,8	1,82	52,6	1,68
Myctophidae	96	31	513,00	54,2	7,9	56,46	879,9	28,12
<i>Lampanyctus</i> sp	1	1	16,50	0,6	0,3	1,82	0,6	0,02
Restos Myctophidae		7	85,10		1,8	9,37	16,8	0,54
Restos peces		283	263,20		72,6	28,97	2101,9	67,16
Total	177	390	908,6	100	100	100	3129,5	100



Tabla 40

Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (100 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae								
Restos cephalopoda		1	0,001		0,9	0,0006	0,0006	0,00001
Crustacea								
Copepoda								
<i>Calanus chilensis?</i>	1	1	0,015	1,6	0,9	0,009	1,5	0,040
Restos copepoda		1	0,29		0,9	0,2	0,2	0,004
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	0,36	3,3	1,9	0,2	6,5	0,171
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	16	5	1,01	26,2	4,7	0,6	125,4	3,285
<i>Euphausia valentini</i>	3	3	0,97	4,9	2,8	0,6	15,4	0,404
<i>Thysanoessa macrura</i>	1	1	0,062	1,6	0,9	0,0	1,6	0,041
Galatheidae								
Restos crustacea		4	1,37		3,7	0,8	3,1	0,081
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	13	6	8,986	21,3	5,6	5,4	149,8	3,924
Myctophidae	25	11	90,65	41,0	10,3	54,5	981,7	25,712
Restos peces		72	62,6		67,3	37,6	2532,8	66,338
Total	61	107	166,314	100	100	100	3817,9	100



Tabla 41

Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (282 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	0,8	0,4	0,4	0,4	0,014
Restos cephalopoda		3	1,6		1,1	0,2	0,2	0,008
Crustacea								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	5	5	1,8	4,1	1,8	0,2	7,7	0,262
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,2	0,8	0,4	0,02	0,3	0,010
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	10	8	1,1	8,3	2,8	0,2	23,8	0,806
<i>Euphausia valentini</i>	10	4	0,8	8,3	1,4	0,1	11,8	0,401
<i>Nematoscelis megalops</i>	1	1	0,1	0,8	0,4	0,01	0,3	0,010
<i>Thysanoessa macrura</i>	6	4	0,6	5,0	1,4	0,1	7,1	0,241
Galatheidae								
<i>Munida subrugosa</i>	1	1	0,6	0,8	0,4	0,1	0,3	0,011
Restos crustacea		6	0,5		2,1	0,1	0,1	0,005
SALPA	1	1	0,4	0,8	0,4	0,1	0,3	0,011
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	13	9	7,5	10,7	3,2	1,0	37,4	1,267
Myctophidae	71	20	422,3	58,7	7,1	56,9	816,8	27,679
<i>Lampanyctus</i> sp	1	1	16,5	0,8	0,4	2,2	1,1	0,037
Restos Myctophidae		7	85,1		2,5	11,5	28,4	0,961
Restos peces		211	200,6		74,6	27,0	2014,8	68,278
Total	121	283	742,3	100	100	100	2950,8	100



Tabla 42

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla I (30 – 31 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (75 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	1,8	1,3	1,2	4,0	0,11
Crustacea								
Copepoda								
<i>Calanus chilensis?</i>	1	1	0,015	1,8	1,3	0,01	2,4	0,07
<i>Pasiphaea dofleini</i>	4	4	1,5	7,3	5,3	0,7	42,5	1,17
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	6	4	1,36	10,9	5,3	0,6	61,6	1,70
<i>Euphausia valentini</i>	9	3	1,4	16,4	4,0	0,7	68,1	1,88
Restos crustacea		1	0,1		1,3	0,05	0,1	0,002
SALPA								
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	11	7	6,76	20,0	9,3	3,1	216,1	5,95
Myctophidae	22	13	95,6	40,0	17,3	44,5	1465,5	40,39
<i>Lampanyctus</i> sp	1	1	16,5	1,8	1,3	7,7	12,7	0,35
Restos Myctophidae		2	15,2		2,7	7,1	18,9	0,52
Restos peces		38	73,57		50,7	34,3	1736,9	47,87
Total	55	75	214,6	100	100	100	3628,7	100



Tabla 43.

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II (42 – 53 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (136 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustacea								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	0,1	3,7	0,7	0,1	2,8	0,06
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	5	5	0,3	18,5	3,7	0,2	69,8	1,44
<i>Thysanoessa macrura</i>	5	4	0,5	18,5	3,0	0,4	56,4	1,16
Galatheidae								
Restos crustacea		2	0,2		1,5	0,1	0,2	0,004
SALPA								
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	7	6	5,6	25,9	4,5	4,4	135,6	2,79
Myctophidae	9	7	53,9	33,3	5,2	42,3	395,2	8,14
Restos Myctophidae		1	0,6		0,7	0,5	0,4	0,007
Restos peces		108	66,3		80,6	52,1	4196,5	86,40
Total	27	134	127,3	100	100	100	4857,0	100



Tabla 44

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III (54 – 63 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (157 estómagos analizados con contenido).

Ítem	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		4	1,631		2,7	0,6	1,6	0,04
Crustacea								
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,16	2,9	0,7	0,1	2,0	0,05
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	3	2	0,3	8,6	1,4	0,1	11,7	0,31
<i>Euphausia valentini</i>	2	2	0,187	5,7	1,4	0,1	7,8	0,21
<i>Thysanoessa macrura</i>	1	1	0,098	2,9	0,7	0,04	2,0	0,05
Galatheidae								
<i>Munida subrugosa</i>	1	1	0,62	2,9	0,7	0,2	2,1	0,06
Restos crustacea		5	1,531		3,4	0,6	1,9	0,05
SALPA	1	1	0,4	2,9	0,7	0,1	2,0	0,05
Peces								
Myctophidae	26	9	149,99	74,3	6,1	55,9	791,7	21,18
Restos Myctophidae		2	17,2		1,4	6,4	8,7	0,23
Restos peces		120	96,19		81,1	35,9	2906,8	77,76
Total	35	148	268,3	100	100	100	3738,3	100



Tabla 45

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla IV (> 64 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (12 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces								
Restos peces		12	3,03		100	100	10000	100
Total		12	3,03		100	100	10000	100

Tabla 46

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2011. (N = 112 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		1	0,4		0,9	1,4	1,3	0,02
Crustacea								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	0,1	12,5	0,9	0,3	11,8	0,1
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,2	12,5	0,9	0,6	12,1	0,1
Euphausiidae								
<i>Euphausia valentini</i>	1	1	0,1	12,5	0,9	0,3	11,9	0,1
<i>Thysanoessa macrura</i>	2	2	0,2	25	1,9	0,7	47,6	0,6
Restos crustacea		4	0,4		3,7	1,3	4,9	0,1
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	3	3	1,5	37,5	2,8	5,2	118,7	1,5
Restos peces		95	25,8		88,0	90,2	7932,7	97,4
Total	8	108	28,6	100	100	100	8141,0	100



Tabla 47

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2011.
(n= 151 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		2	0,1		1,4	0,1	0,08	1,4
Crustacea								
Copepoda								
Restos copepoda		3	1,3		2,0	0,6	1,27	2,0
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	9	7	0,6	25,7	4,8	0,3	123,82	4,8
<i>Euphausia valentini</i>	1	1	0,09	2,9	0,7	0,04	1,97	0,7
<i>Nematoscelis megalops</i>	1	1	0,1	2,9	0,7	0,05	1,98	0,7
<i>Thysanoessa macrura</i>	5	3	0,442	14,3	2,0	0,2	29,58	2,0
Galatheidae								
<i>Munida subrugosa</i>	1	1	0,62	2,9	0,7	0,3	2,14	0,7
Peces								
Myctophidae	18	7	110,56	51,4	4,8	51,6	490,60	4,8
Restos Myctophidae		2	50,4		1,4	23,5	32,00	1,4
Restos peces		120	49,98		81,6	23,3	1904,14	81,6
Total	35	147	214,3	100	100	100	2587,6	100



Tabla 48
Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Trinidad-Concepción en agosto 2011.
(n= 119 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	0,7	0,7	0,4	0,8	0,02
Restos cephalopoda		1	1,1		0,7	0,2	0,1	0,003
Crustacea								
Copepoda								
<i>Calanus chilensis?</i>	1	1	0,015	0,7	0,7	0,002	0,5	0,01
Restos copepoda		1	0,29		0,7	0,044	0,0	0,001
<i>Pasiphaea dofleini</i>	6	6	2,06	4,5	4,3	0,3	20,4	0,53
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	17	6	1,5	12,7	4,3	0,2	54,9	1,44
<i>Euphausia valentini</i>	11	5	1,6	8,2	3,5	0,2	29,9	0,78
Restos crustacea		3	0,2		2,1	0,03	0,1	0,001
SALPA	1	1	0,4	0,7	0,7	0,1	0,6	0,01
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	18	12	15,0	13,4	8,5	2,3	133,5	3,49
Myctophidae	78	25	402,4	58,2	17,7	60,4	2103,9	55,03
<i>Lampanyctus</i> sp	1	1	16,5	0,7	0,7	2,5	2,3	0,06
Restos Myctophidae		5	34,7		3,5	5,2	18,5	0,48
Restos peces		73	187,4		51,8	28,1	1457,4	38,12
Total	134	141	665,7	100	100	100	3822,9	100



Tabla 49

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 107 – 200 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (194 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		3	0,5		1,5	0,1	0,2	0,01
Crustacea								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	0,2	2,3	1,0	0,04	2,4	0,08
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	11	7	1,8	12,8	3,6	0,4	47,5	1,65
<i>Euphausia valentini</i>	11	4	1,6	12,8	2,1	0,4	27,1	0,94
<i>Nematoscelis megalops</i>	1	1	0,1	1,2	0,5	0,02	0,6	0,02
<i>Thysanoessa macrura</i>	6	4	0,5	7,0	2,1	0,1	14,6	0,51
Galatheidae								
<i>Munida subrugosa</i>	1	1	0,6	1,2	0,5	0,1	0,7	0,02
Restos crustacea		5	1,5		2,6	0,3	0,9	0,03
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	3	3	1,8	3,5	1,5	0,4	6,0	0,21
Myctophidae	50	18	253,9	58,1	9,3	55,8	1057,4	36,78
<i>Lampanyctus</i> sp	1	1	16,5	1,2	0,5	3,6	2,5	0,09
Restos Myctophidae		5	70,2		2,6	15,4	39,8	1,38
Restos peces		140	105,6		72,2	23,2	1675,0	58,27
Total	86	194	454,8	100	100	100	2874,7	100



Tabla 50

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 201 -250 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (141 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		1	1,1		0,7	0,6	0,4	0,01
Crustacea								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	3	3	0,7	5,9	2,1	0,4	13,3	0,37
<i>Sergestes arcticus</i>		1	0,2		0,7	0,1	0,1	0,002
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	15	5	0,4	29,4	3,5	0,2	105,0	2,94
<i>Euphausia valentini</i>	2	2	0,2	3,9	1,4	0,1	5,7	0,16
<i>Thysanoessa macrura</i>	1	1	0,1	2,0	0,7	0,1	1,4	0,04
Restos crustacea		4	0,3		2,8	0,2	0,5	0,01
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	20	9	11,9	39,2	6,4	6,5	292,1	8,16
Myctophidae	10	4	82,5	19,6	2,8	45,4	184,3	5,15
Restos Myctophidae		2	14,9		1,4	8,2	11,6	0,33
Restos peces		109	69,7		77,3	38,3	2963,0	82,83
Total	51	141	181,8	100	100	100	3577,4	100



Tabla 51

Alimentaci3n de ejemplares de *Micromesistius australis* para el 3rea total, en el estrato de 251 – 300 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepci3n en agosto 2011. (47 est3magos analizados con contenido).

ITEM	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	2,3	1,9	1,1	6,3	0,1
Crustacea								
Copépoda								
<i>Calanus chilensis?</i>	1	1	0,02	2,3	1,9	0,01	4,3	0,09
Restos copepoda		1	0,29		1,9	0,1	0,2	0,005
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	1,30	2,3	1,9	0,5	5,3	0,11
Restos crustacea		1	0,05		1,9	0,02	0,03	0,0007
SALPA	1	1	0,40	2,3	1,9	0,2	4,6	0,10
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	3	3	2,81	7,0	5,6	1,2	45,2	0,96
Myctophidae	36	8	145,20	83,7	14,8	60,3	2134,3	45,36
<i>Lampanyctus</i> sp								
Restos Myctophidae								
Restos peces		37	87,96		68,5	36,6	2504,7	53,23
Total	43	54	240,6	100	100	100	4705,1	100



Tabla 52
Nómina especies identificadas en estómagos de merluza de tres aletas, Agosto 2011

Reino Animalia					
Phylum Mollusca					
Clase	Sub Clase	Orden	Familia	Género	especie
Cephalopoda			Loligolidae		
Phylum Arthropoda					
Clase	Sub Clase	Orden	Familia	Género	especie
Crustacea Malacostraca	Copepoda	Calanoida	Pasiphaeidae	<i>Calanus</i>	<i>chilensis</i>
		Decapoda		<i>Pasiphaea</i>	<i>dofleini</i>
		Euphausiacea	Galatheidae Euphausiidae	<i>Sergestes</i>	<i>arcticus</i>
				<i>Munida</i>	<i>subrugosa</i>
				<i>Euphausia</i>	sp
				<i>Euphausia</i>	<i>valentini</i>
				<i>Nematoscelis</i>	<i>megalops</i>
			<i>Thysanoessa</i>	<i>macrura</i>	
Phylum Chordata					
Clase	Sub Clase	Orden	Familia	Género	especie
Thaliacea		Salpida	Salpidae	<i>Salpa</i>	sp
Pisces		Stomiiformes	Sternoptichidae	<i>Mauroliticus</i>	<i>parvipinnis</i>
		Myctophiformes	Myctophidae	<i>Lampanyctus</i>	sp

FIGURAS



Figura 1. B/H Friosur VIII, participante en la prospecci3n

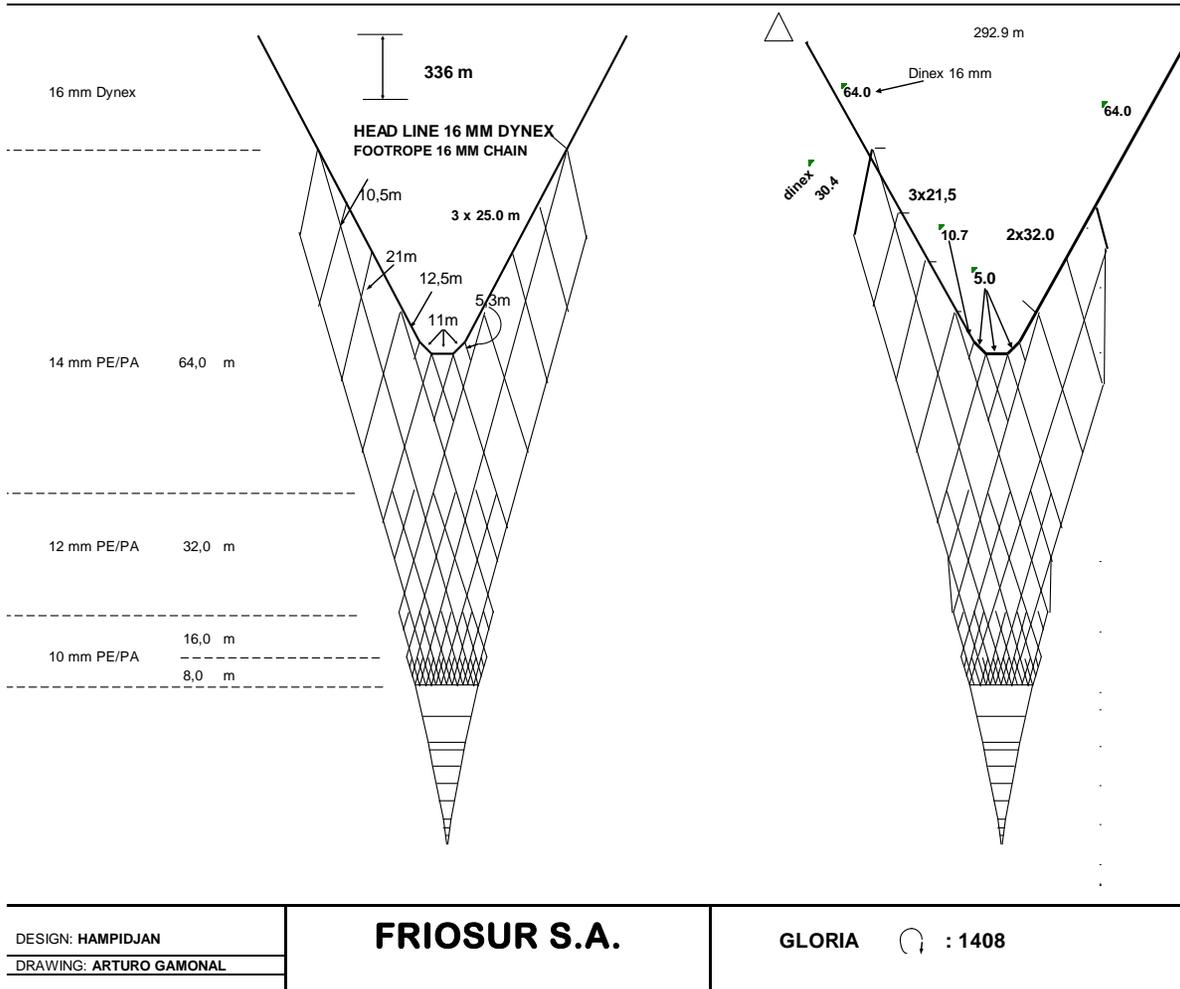


Figura 2. Red de arrastre Gloria 1408 utilizada en el crucero

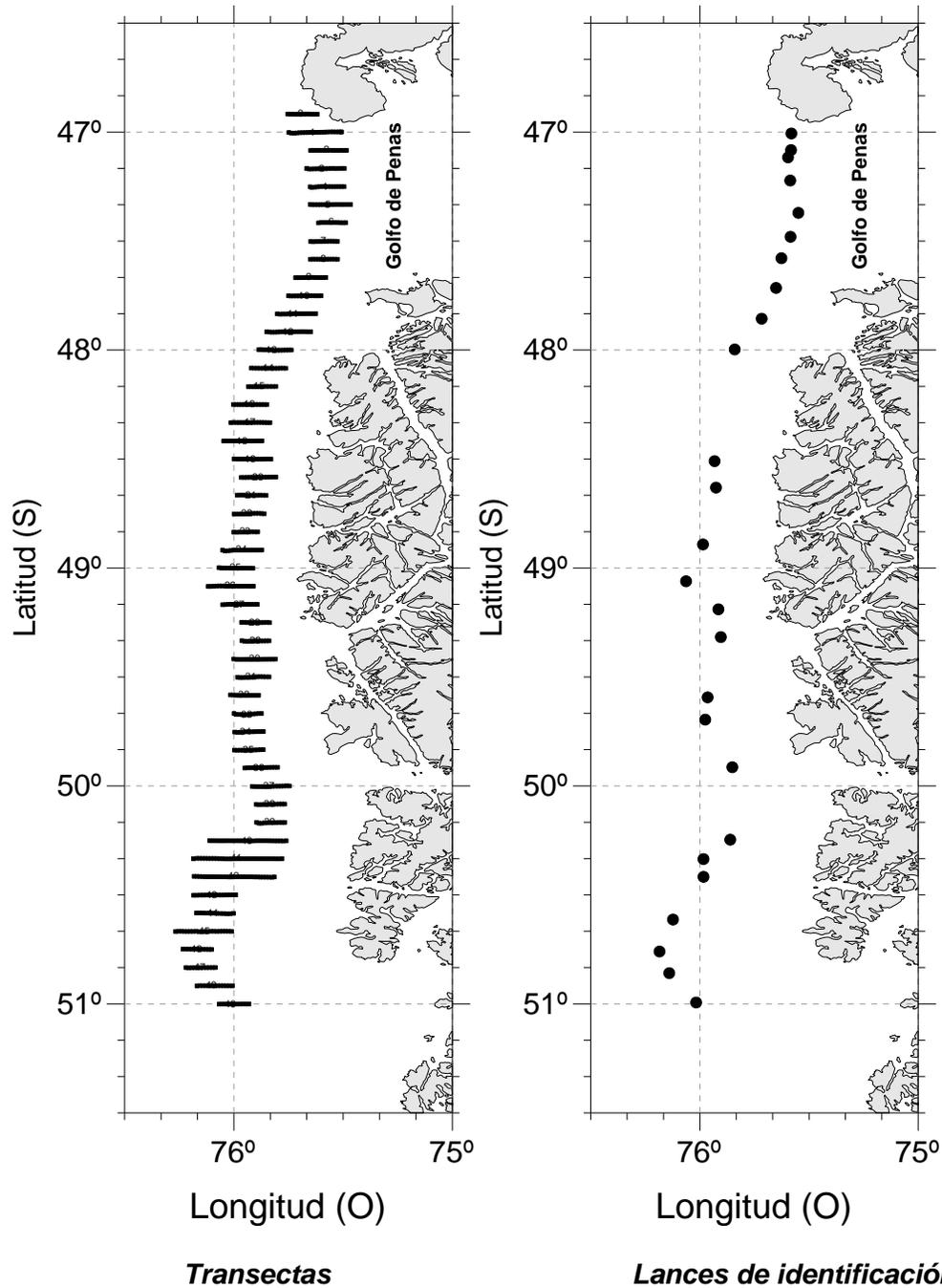


Figura 3. Distribuci3n de las transectas de muestreo ac3stico y lances de pesca de identificaci3n en el 3rea de estudio, agosto 2011.

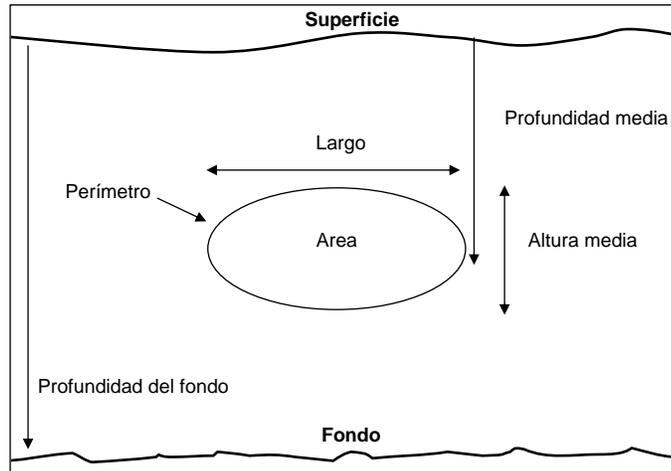


Figura 4. Descriptores morfol3gicos y batim3tricos de una agregaci3n

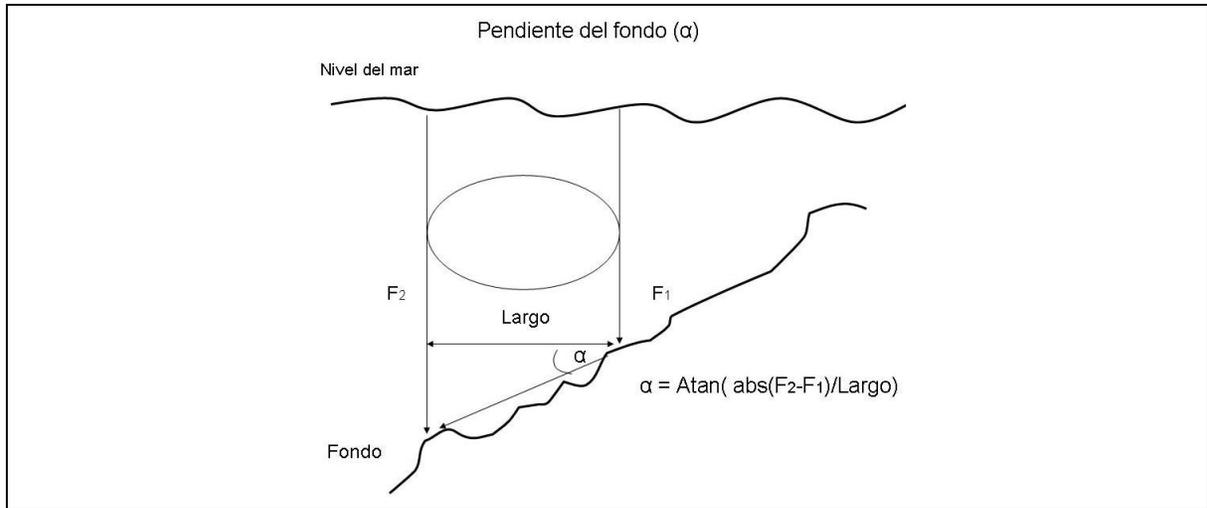


Figura 5. C3lculo de la pendiente del fondo.

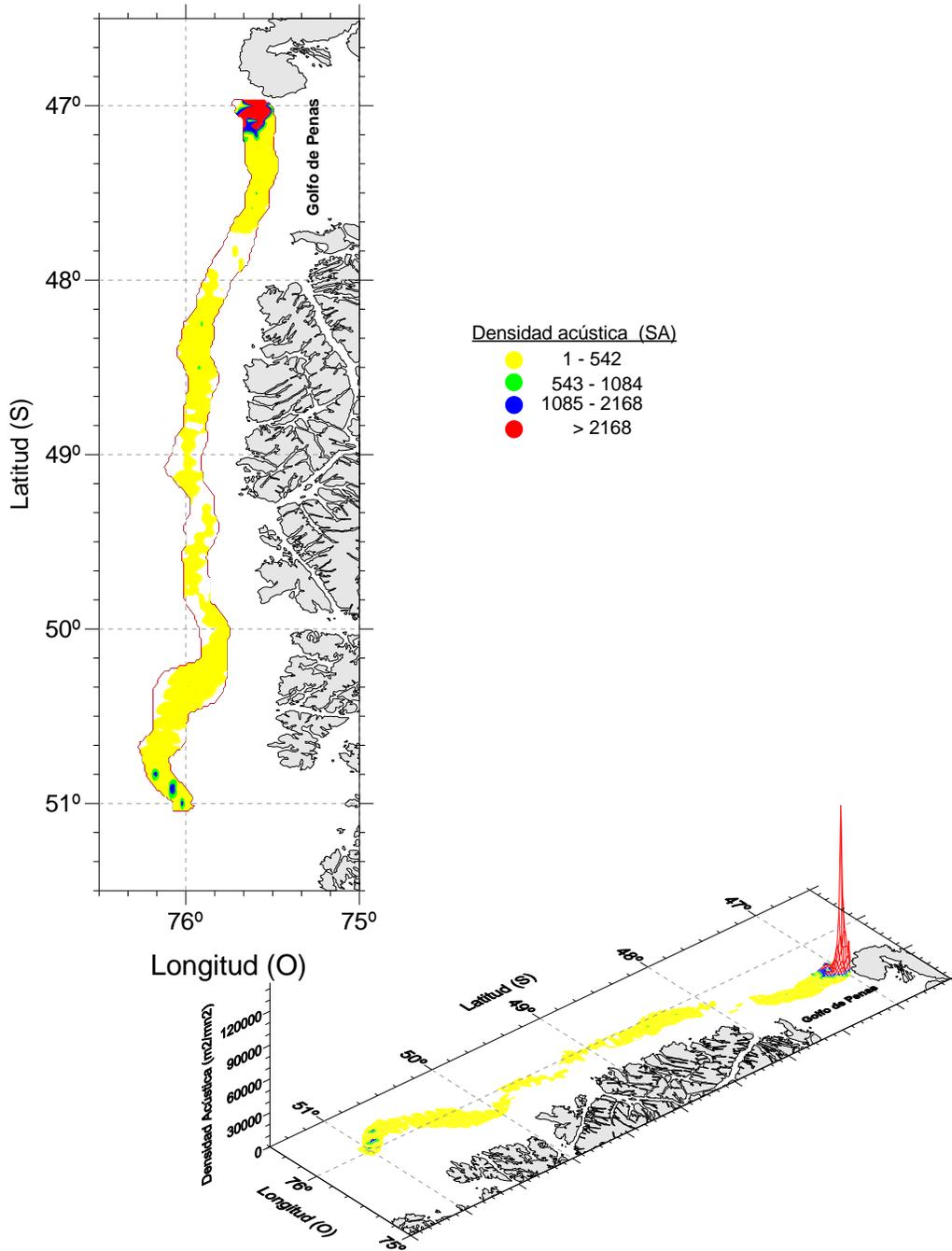
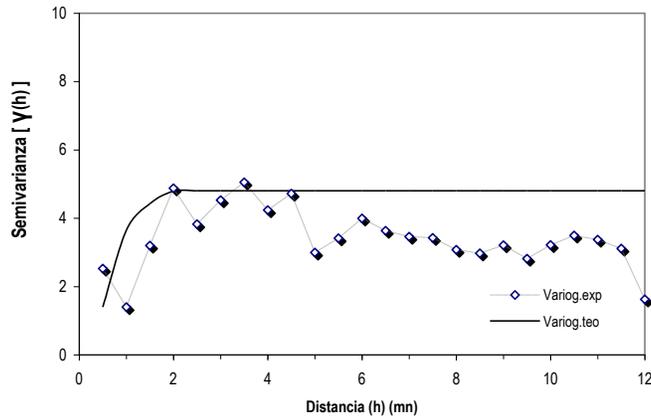


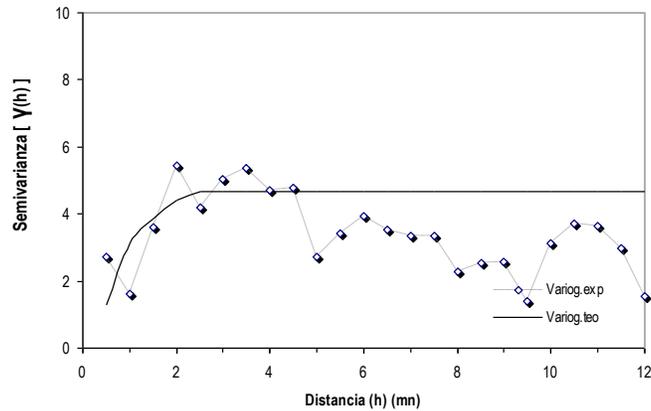
Figura 6. Distribuci3n espacial de merluza de tres aletas, agosto 2011



Zona : Área Total
Tr: solo transectas

Setting ajuste.
Lag: 0.5 mn
Max dominio: 12 mn

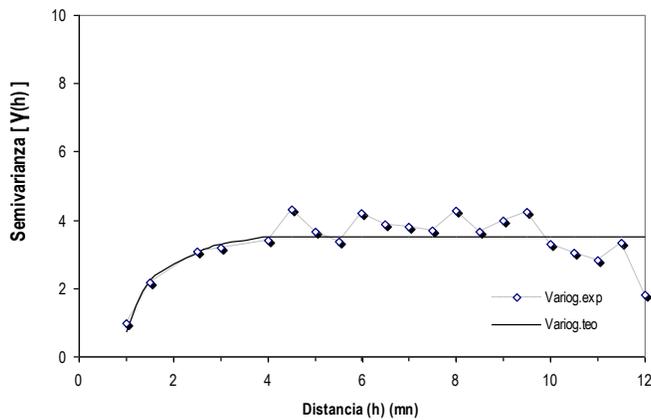
Ajuste.
Modelo: Esferico
Nugget: 1.4
Sill: 3.4
Range: 0.035



Zona : Área 1
Tr: solo transectas

Setting ajuste.
Lag: 0.5 mn
Max dominio: 12 mn

Ajuste.
Modelo: Esferico
Nugget: 1.27
Sill: 3.4
Range: 0.044



Zona : Área 2
Tr: solo transectas

Setting ajuste.
Lag: 0.5 mn
Max dominio: 12 mn

Ajuste.
Modelo: Esferico
Nugget: 0.71
Sill: 2.8
Range: 0.065

Figura 7. Variogramas distribución merluza de tres aletas, agosto 2011 para área total, zona 1 y zona 2

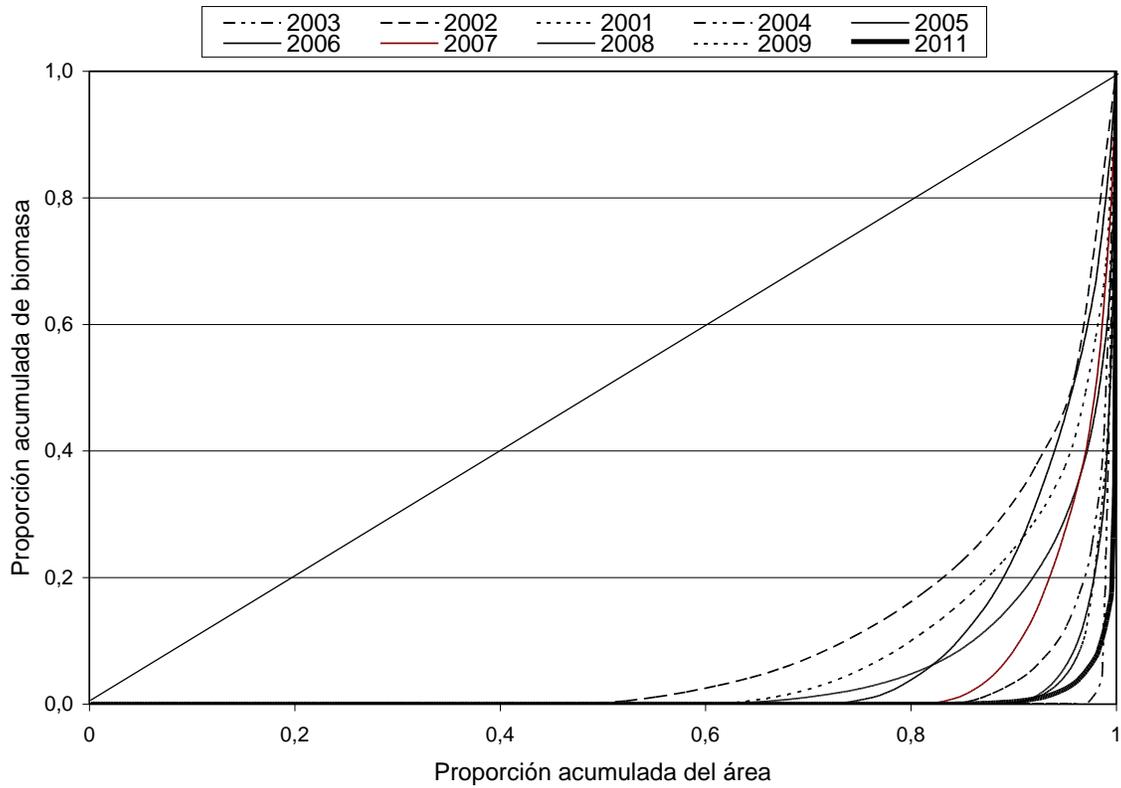
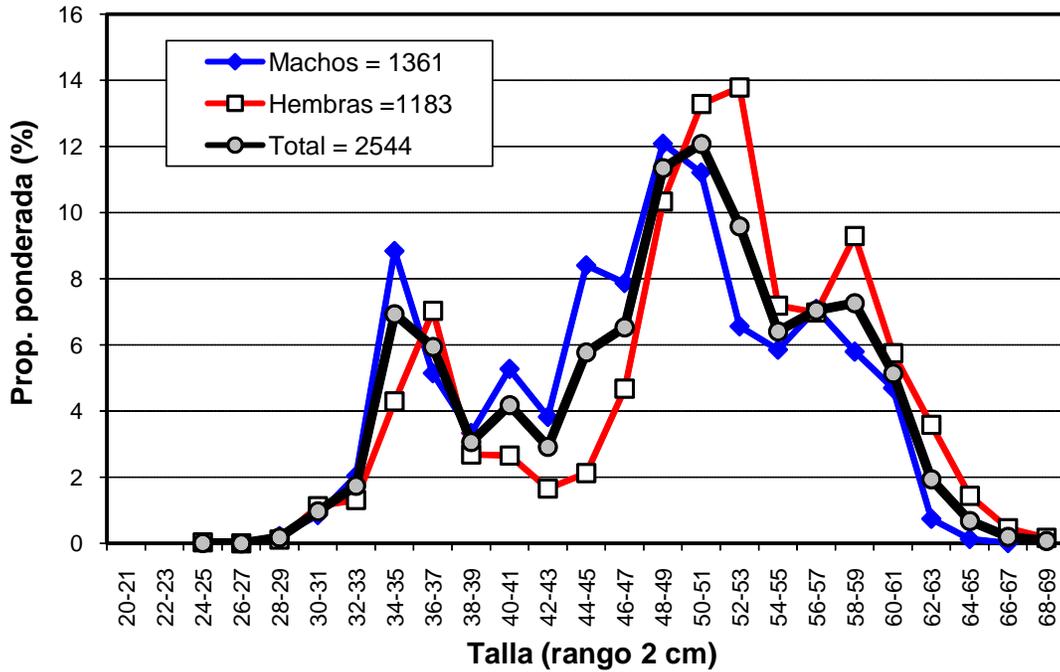
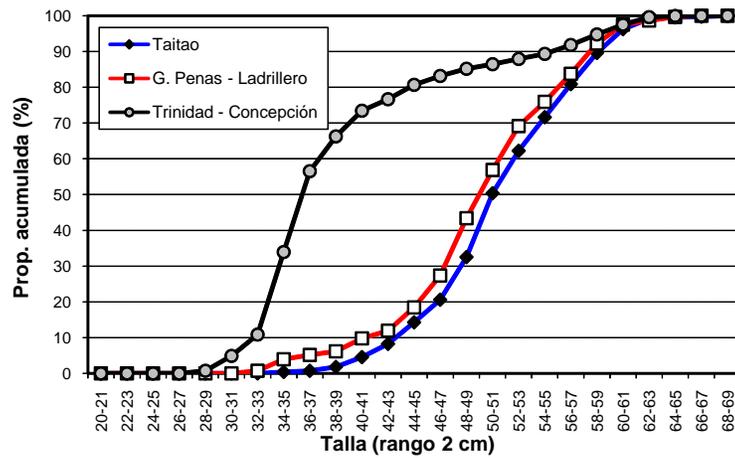
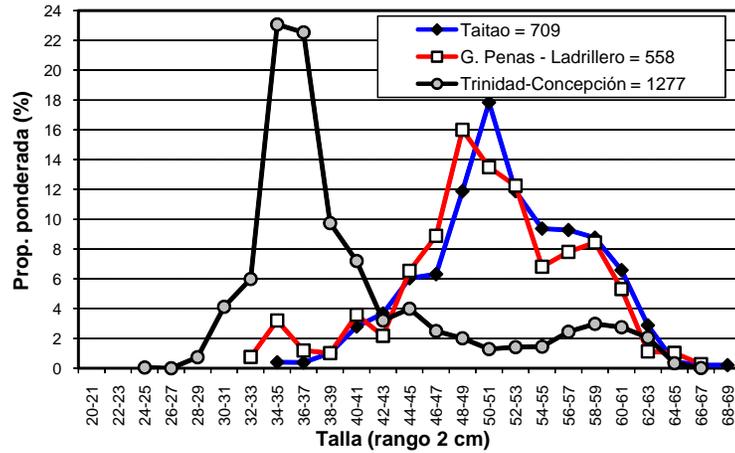


Figura 8. Curvas de Lorenz estimadas para los a1os 2001-2011



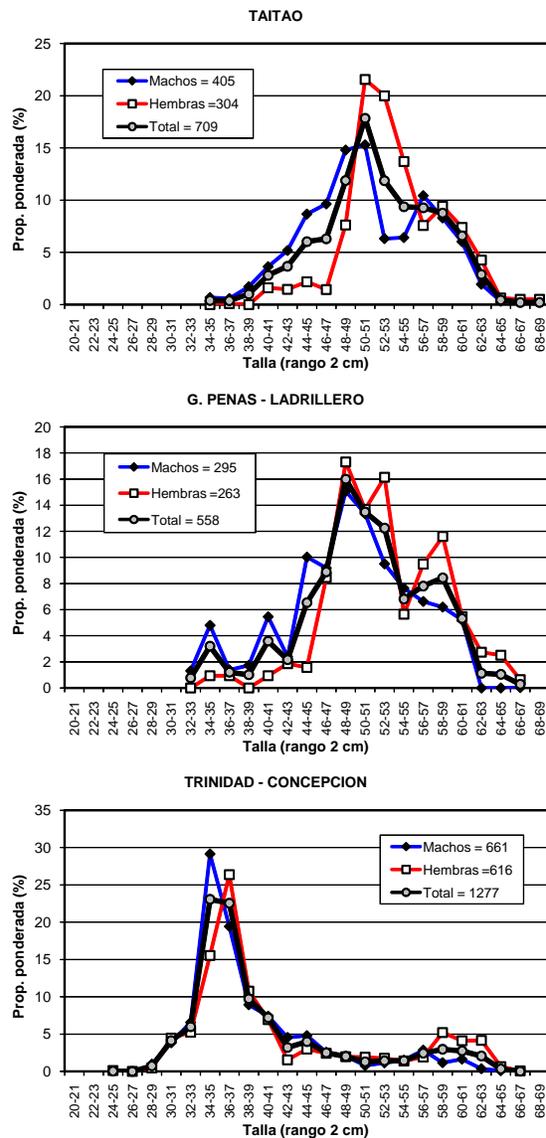
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1361	1183	2544
Mín. (cm)	28	25	25
Máy. (cm)	67	68	68
Prom. (cm)	47,3	50,1	48,5
D. est. (cm)	2,0	2,4	1,6
% < 35 cm	6,1	3,4	5,0
Prop. Sex. (%)	58,1	41,9	100

Figura 9. Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (ago., 2011).



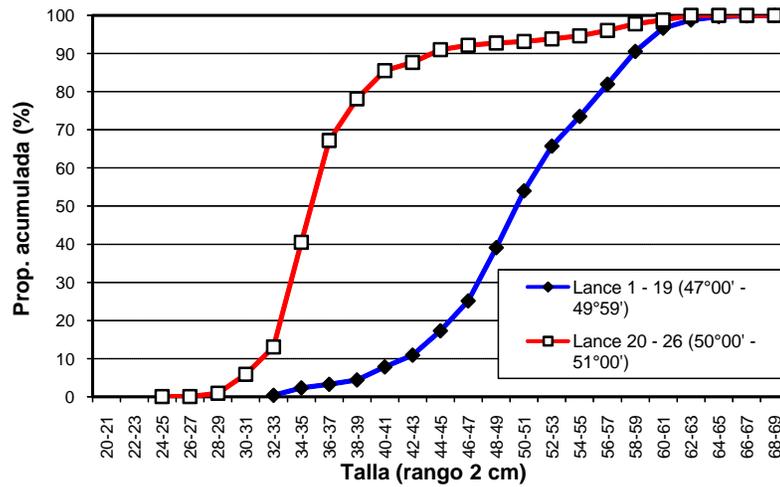
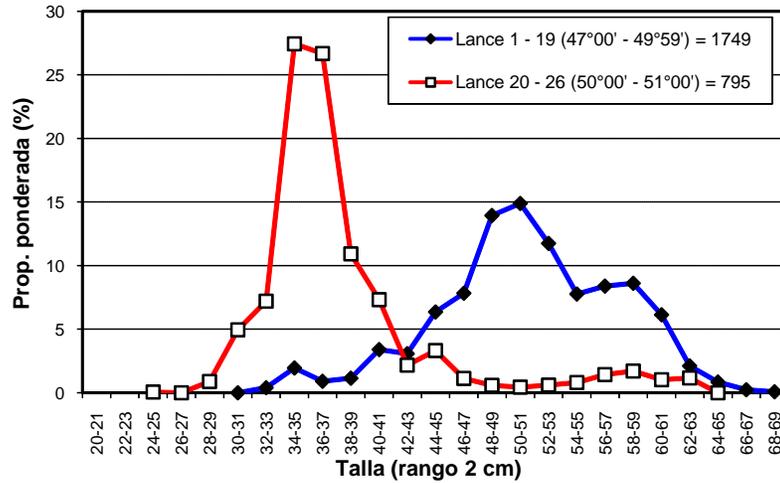
Indicador	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Concepción
n	709	558	1277
Mín. (cm)	34	33	25
Máx. (cm)	68	67	66
Prom. (cm)	51,8	50,5	40,1
D. est. (cm)	2,4	2,7	1,6
% < 35 cm	0,2	1,5	18,2
Macho (%)	59,4	58,7	55,3
Hembra (%)	40,6	41,3	44,7

Figura 10. Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII (ago., 2011).



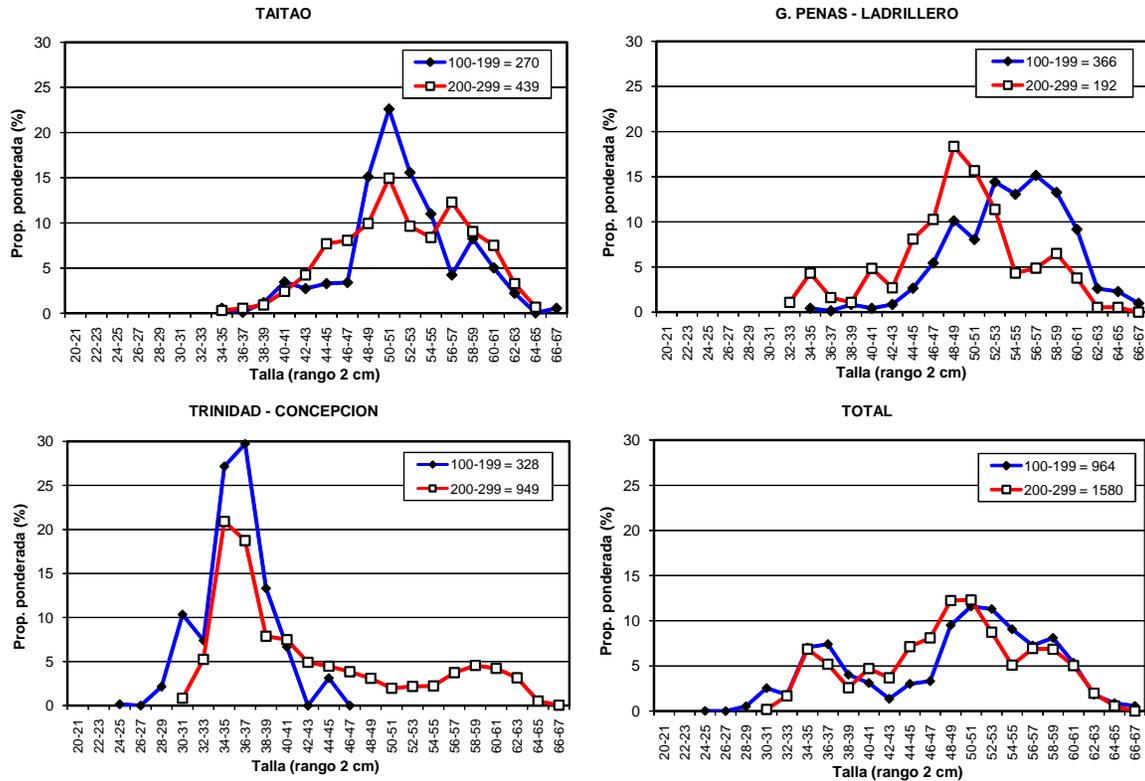
Zona	Sexo	n	Prom. (cm)	% < 35 cm	Pr. Sex. (%)
Taitao	Macho	405	50,7	0,3	59,4
	Hembra	304	53,6	0,0	40,6
	Total	709	51,8	0,2	
G.Penas - Ladrillero	Macho	295	49,0	2,6	58,7
	Hembra	263	52,6	0,0	41,3
	Total	558	50,5	1,54	
Trinidad - Concepción	Macho	661	39,0	21,9	55,3
	Hembra	616	41,6	13,6	44,7
	Total	1277	40,1	18,2	

Figura 11. Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo y área. B/H Friosur VIII (ago., 2011).



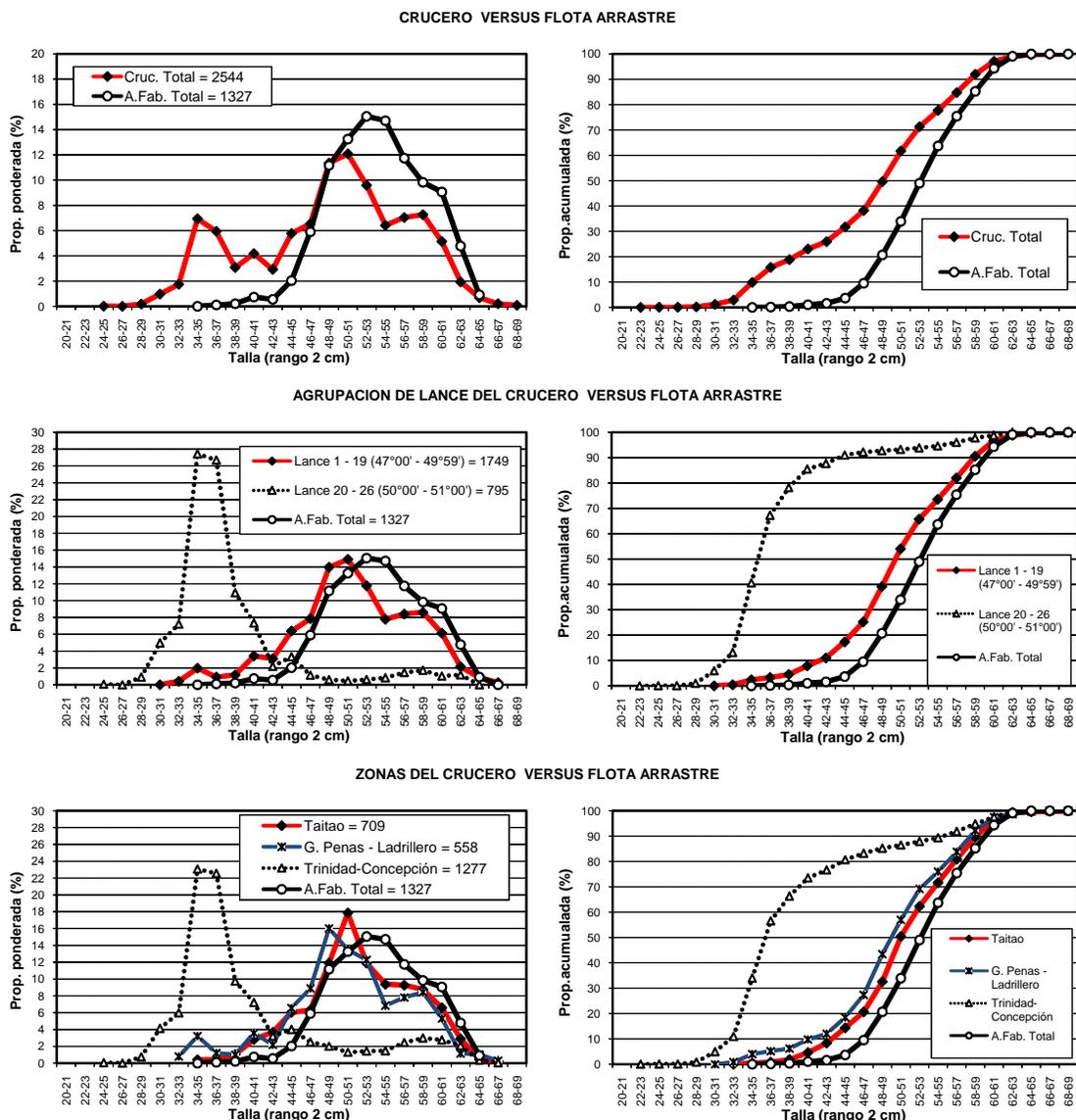
Indicador	Lance 1-19 (47°00'-49°59')	Lance 20-26 (50°00'-51°00')
n	1749	795
Prom. (cm)	51,1	37,9
D. est. (cm)	1,8	1,7
% < 35 cm	0,9	21,8
Macho (%)	58,6	56,2
Hembra (%)	41,4	43,8

Figura 12. Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas entre los lances 1-19 y lances 20-26 en el 1rea de estudio. B/H Friosur VIII (ago., 2011).



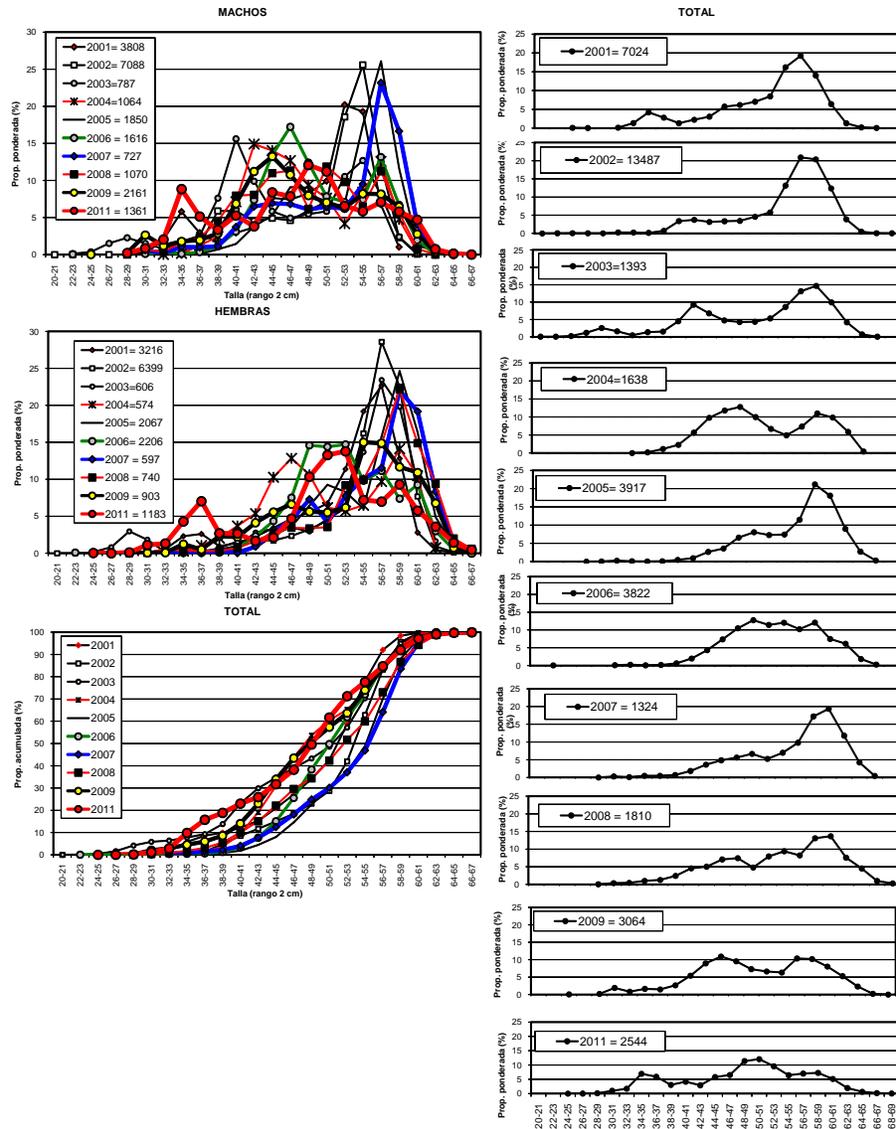
Indicador	Taitao		G. Penas - Ladrillero		Trinidad - Concepción		Total	
	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m
n	270	439	366	192	328	949	964	1580
Prom. (cm)	51,8	51,9	54,1	49,1	35,6	42,5	48,7	48,5
D. est. (cm)	3,7	3,3	3,0	2,9	2,1	2,0	2,4	2,0
% < 35 cm	0,0	0,3	0,0	2,2	28,1	13,0	6,9	4,1
Macho (%)	45,4	67,8	52,9	61,0	47,2	59,6	48,6	62,8
Hembra (%)	54,6	32,2	47,1	39,0	52,8	40,4	51,4	37,2

Figura 13. Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área. B/H Friosur VIII (ago., 2011).



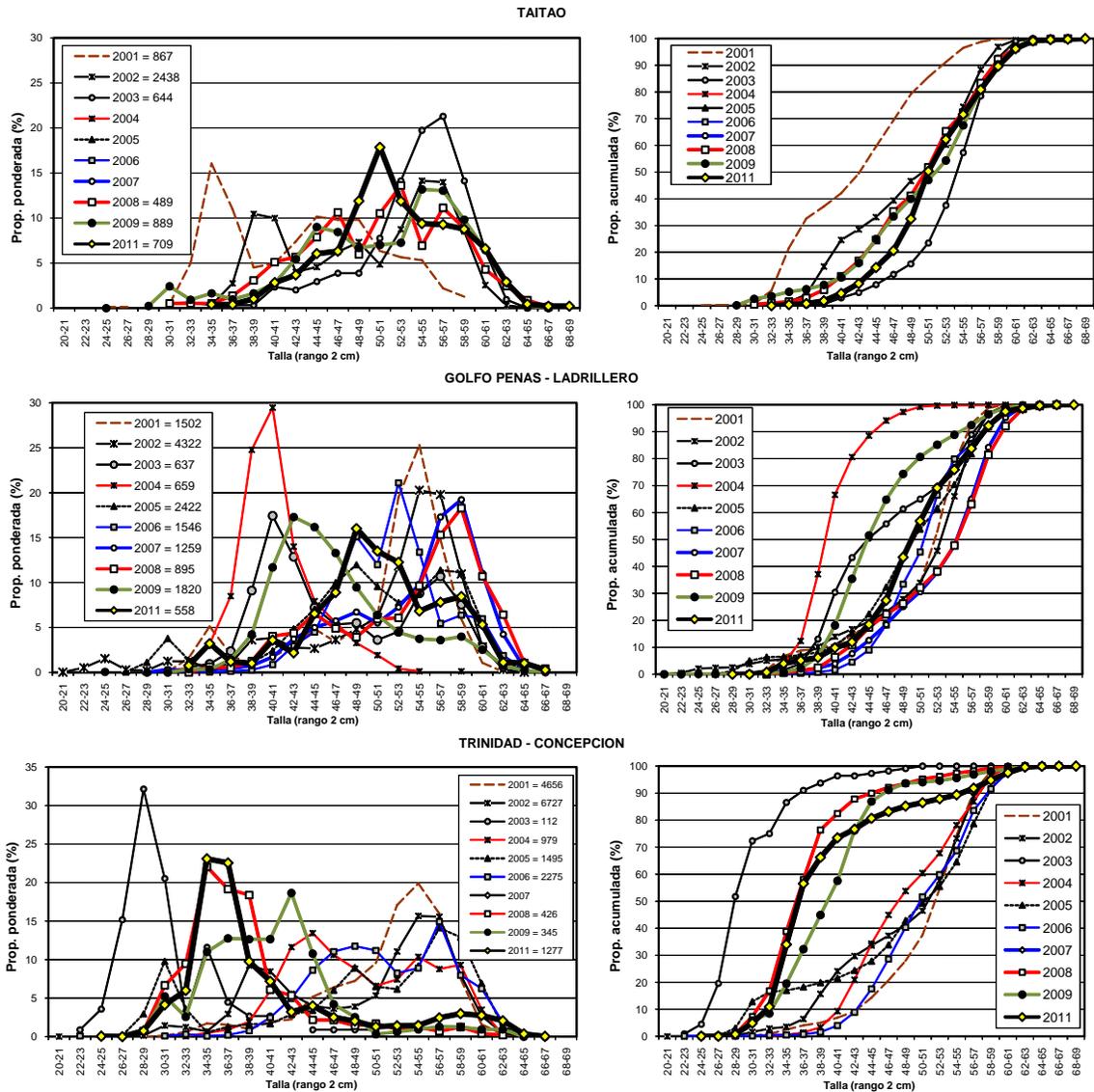
Indicador	Crucero	Ar. F3brica	Lance 1 - 19		Ar. F3brica	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Concepci3n	Ar. F3brica
			47°00' - 49°59'	50°00' - 51°00'					
n	2544	1327	1749	795	1327	709	558	1277	1327
Prom. (cm)	48,5	53,7	51,1	37,9	53,7	51,8	50,5	40,1	53,7
D. est. (cm)	1,6	1,5	1,8	1,7	1,5	2,4	2,7	1,6	1,5
% < 35 cm	5,0	0,0	0,9	21,8	0,0	0,2	1,5	18,2	0,0
Macho (%)	58,1	41,9	58,6	56,2	41,9	59,4	58,7	55,3	41,9
Hembra (%)	41,9	58,1	41,4	43,8	58,1	40,6	41,3	44,7	58,1

Figura 14. Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas por 3rea total, agrupaci3n de lances y zonas del crucero investigaci3n (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera f3brica (surimera) para el mismo per3odo y 3rea (ago., 2011).



Año	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual %		20-33 cm (%)	34-49 cm (%)	≥ 50 cm (%)
				Macho	Hembra			
2001	50,0	6,8	3,6	54	46	1,6	32,5	65,9
2002	49,9	7,8	3,5	53	47	0,6	22,4	77,0
2003	46,8	8,7	7,0	56	44	6,4	36,9	56,7
2004	53,0	6,0	0,5	49	51	0,0	53,7	46,1
2005	54,0	1,9	0,3	52	48	0,3	22,3	77,4
2006	52,6	0,6	0,5	42	58	0,4	37,9	61,7
2007	53,9	2,0	0,5	49	51	0,5	24,4	75,2
2008	51,9	2,5	1,0	53	47	0,8	33,6	65,6
2009	49,4	1,7	3,4	69	31	2,9	47,8	49,3
2011	48,5	1,6	5,0	58	42	2,9	46,7	50,4

Figura 15. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2011.



Años	Prom. (cm)			Desv est. cm			% <35 cm			Proporción sexual (Mac : Hemb) %		
	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Cocepción	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Cocepción	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Cocepción	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Cocepción
2001	43,0	51,0	52,0	7,2	6,7	5,8	13,3	4,5	1,5	53 : 47	72 : 28	49 : 51
2002	48,6	48,1	46,6	7,9	8,7	7,8	1,2	5,3	3,1	56 : 44	51 : 49	52 : 48
2003	50,7	48,1	33,4	4,8	7,4	4,9	0,0	1,1	80,4	48 : 52	64 : 36	60 : 40
2004		41,9	47,7		3,6	6,2		0,8	0,6		78 : 22	47 : 53
2005		53,3	55,1		6,5	8,7		0,1	0,7		57 : 43	45 : 55
2006		51,8	51,4		0,0	0,0		0,3	0,5		20 : 80	51 : 49
2007		53,8	56,0 (n=62)		2,1	6,1		0,5	0,5		49 : 51	34 : 66
2008	50,4	53,7	37,9	2,8	2,3	2,6	1,0	0,0	25,9	61 : 39	45 : 55	64 : 36
2009	50,8	46,6	40,6	1,6	0,0	2,7	4,0	0,5	12,5	68 : 32	70 : 30	81 : 19
2011	51,8	50,5	40,1	2,4	2,7	1,6	0,2	1,5	18,2	59 : 41	59 : 41	55 : 45

Figura 16. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por área para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2011.

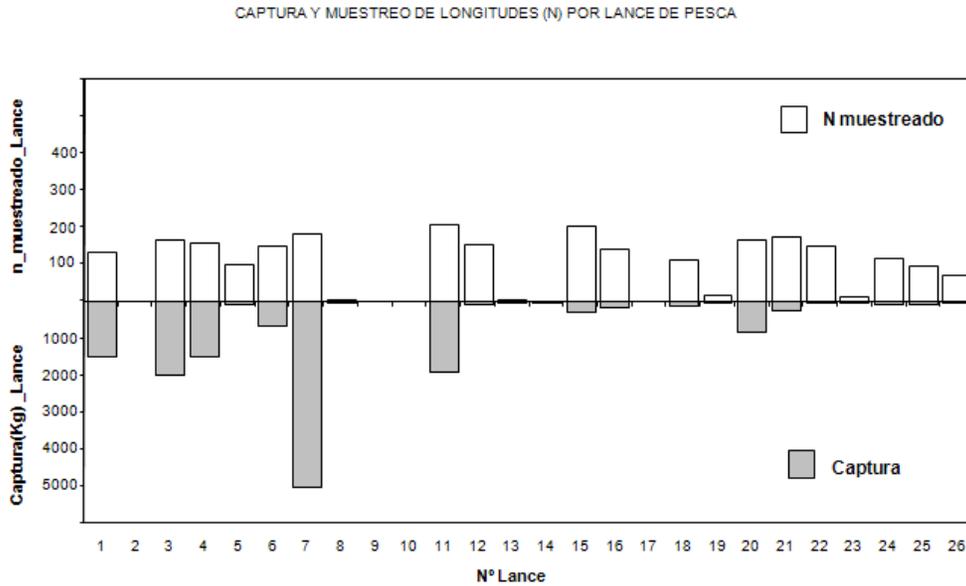


Figura 17. Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación merluza de tres aletas 2011

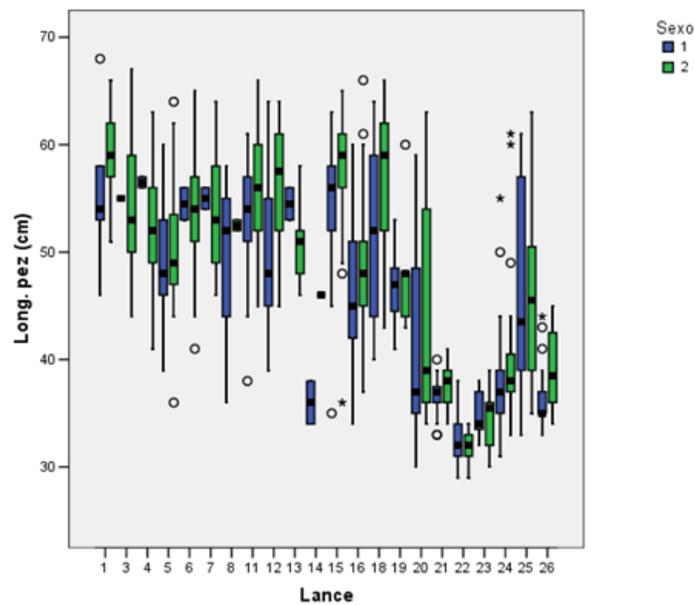


Figura 18. Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada Lance, crucero de investigación 2011.

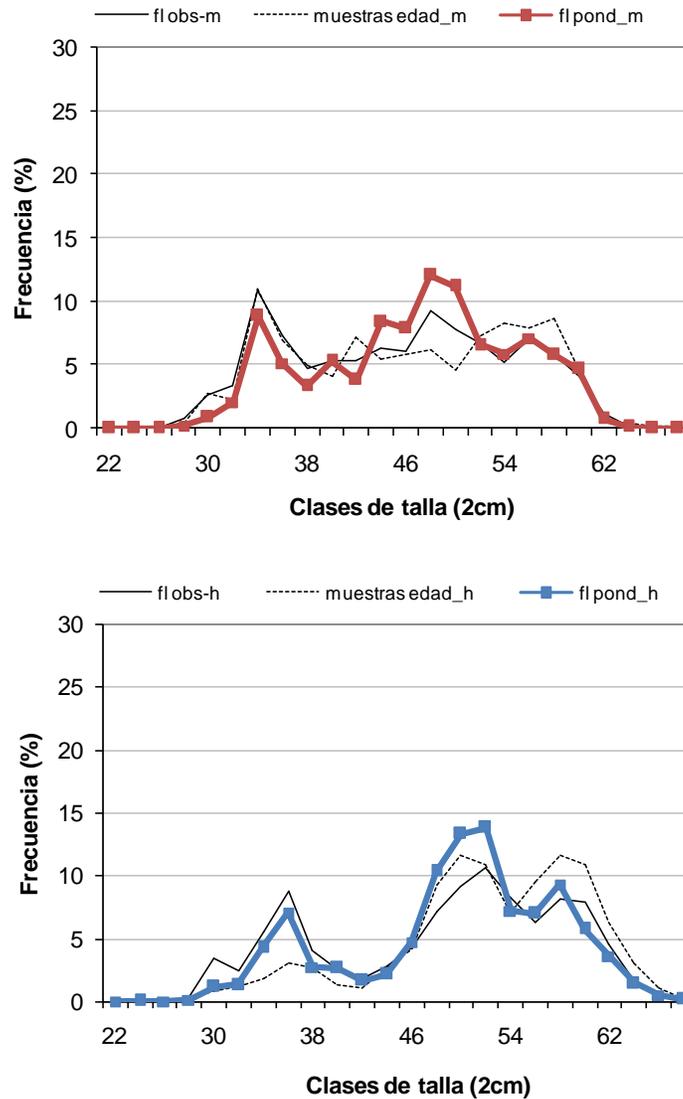


Figura 19. (a) Distribuci3n de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (_m) y hembras (_h). (b) Distribuci3n de frecuencia de longitudes observadas y en el crucero de investigaci3n 2011.

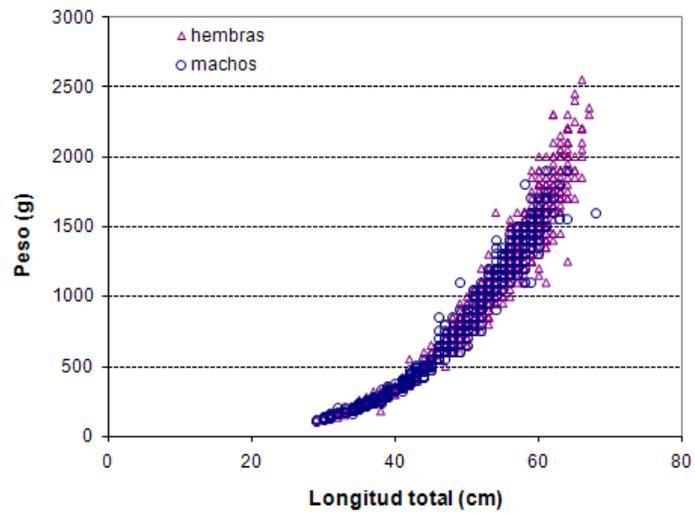


Figura 20. Dispersi3n de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigaci3n 2011.

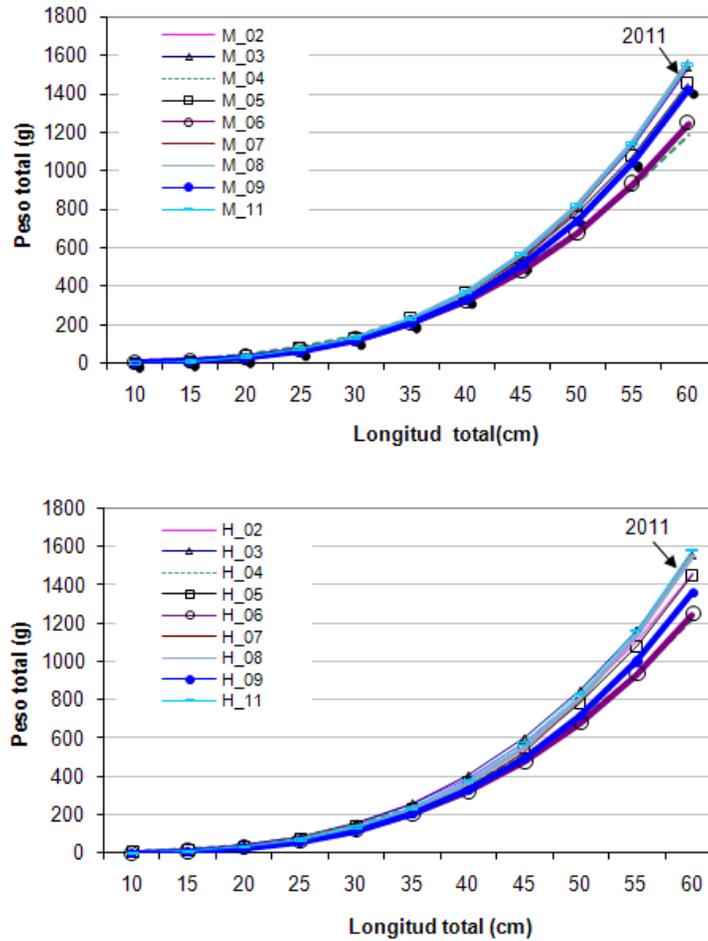


Figura 21. Curvas te3ricas de funci3n peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, per3odo 2002 – 2011.

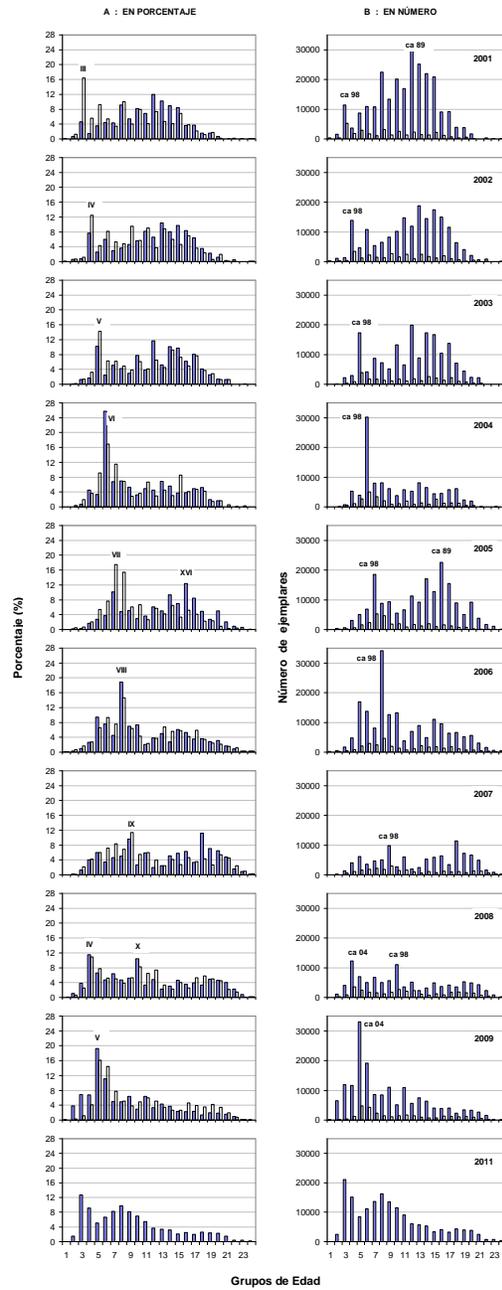


Figura 22. Estructura de la abundancia y la captura en n3mero por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en n3mero. Per3odo 2001-2011. Barras vac3as corresponden a pesquer3a; barras achuradas corresponden a cruceros de investigaci3n.

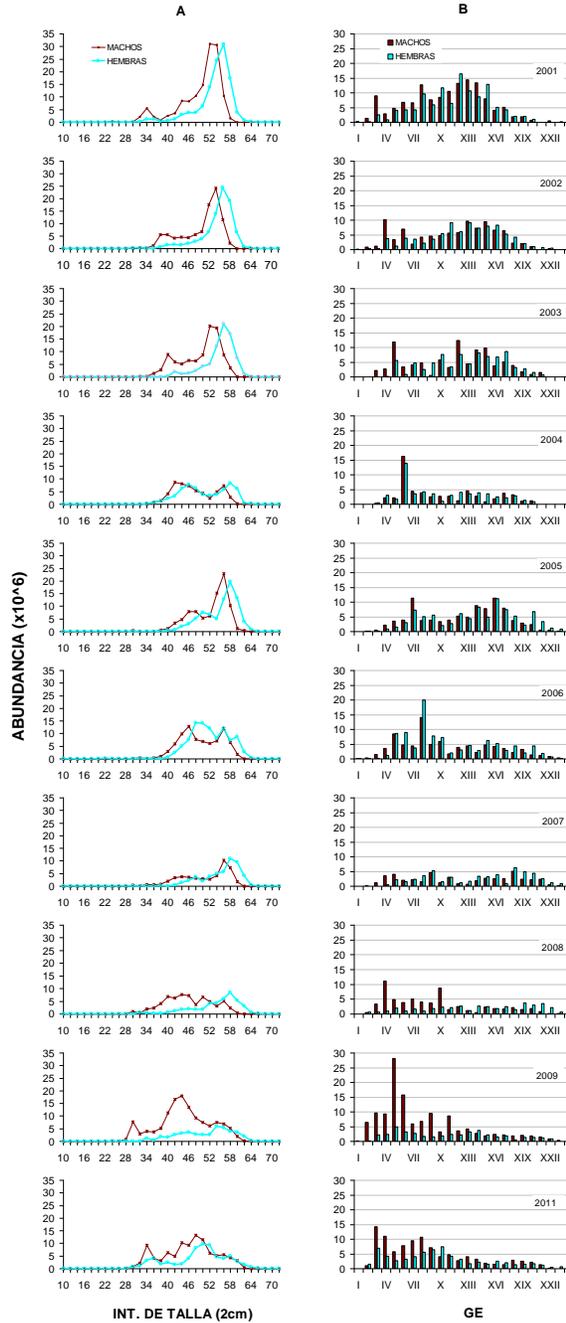


Figura 23. Distribuci3n por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluaci3n de merluza de tres aletas. Per3odo 2001-2011.

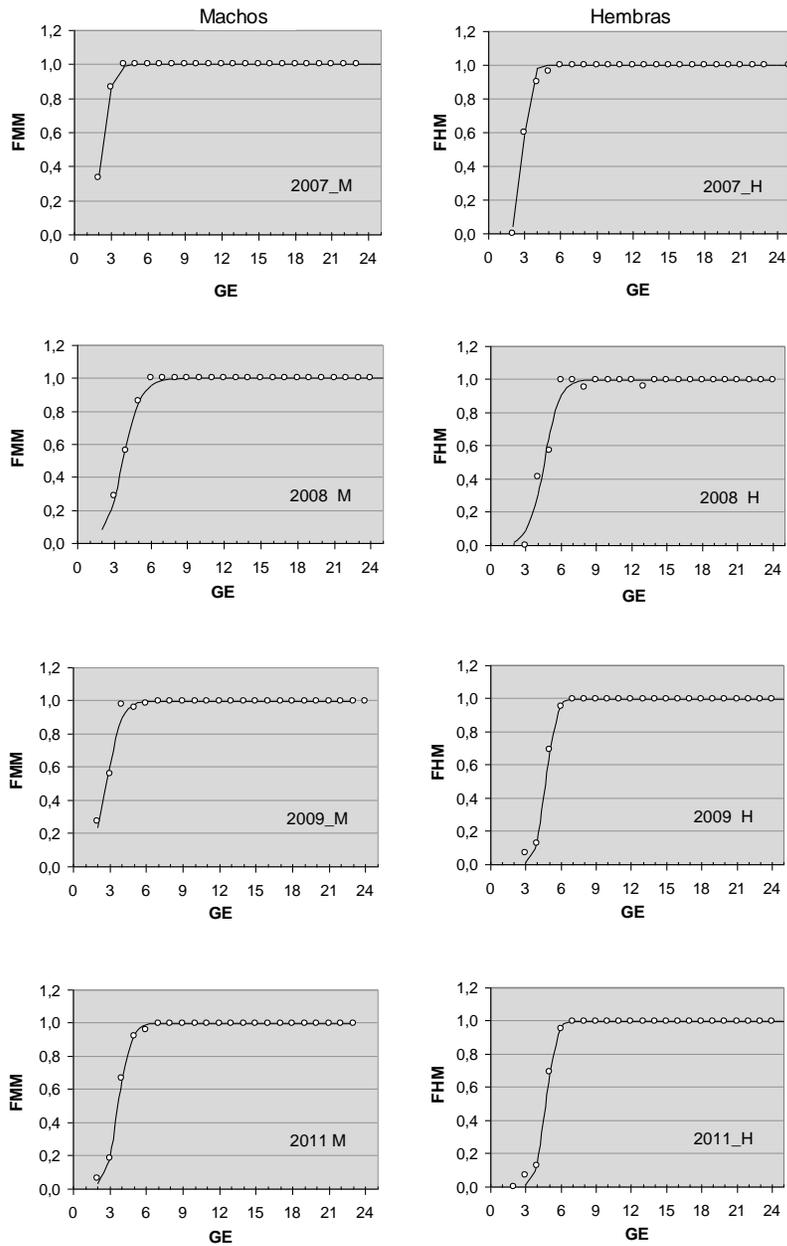


Figura 24. Fracci3n de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, segun grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n aros 2007-2011.

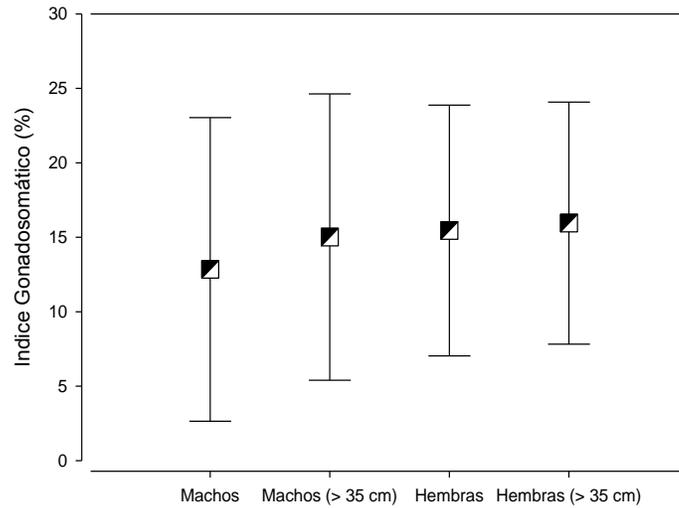


Figura 25. Índice gonadosomático para machos y hembras, considerando todos los tamaños y desde los 36 cm de longitud total.

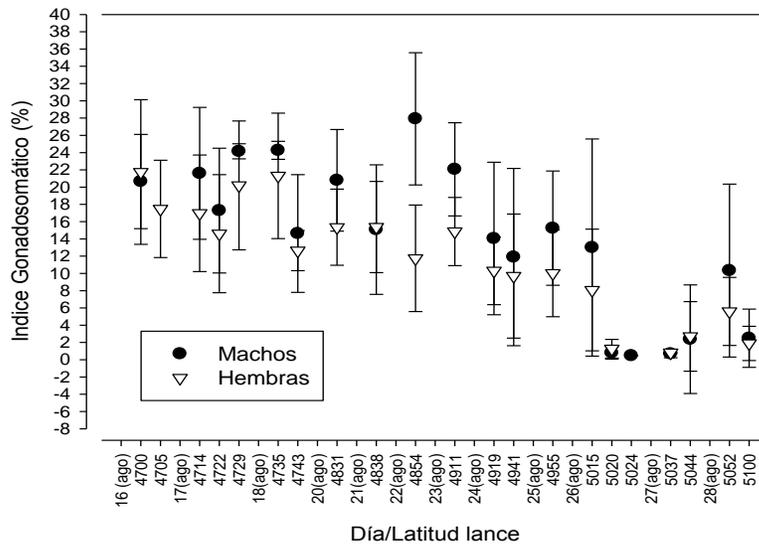


Figura 26. Distribuci3n de índice gonadosomático medio por lance para machos y hembras \geq a 36 cm de longitud total.

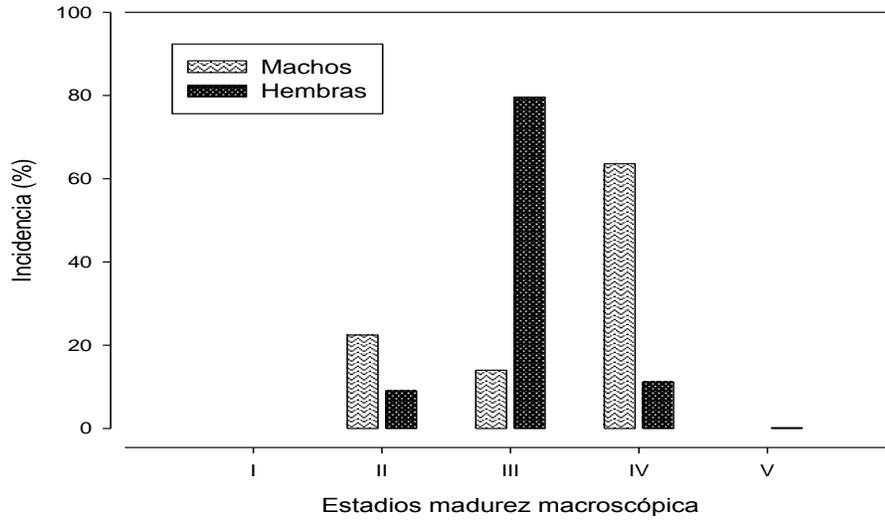


Figura 27. Incidencia de fases de madurez macrosc3picas en machos y hembras.

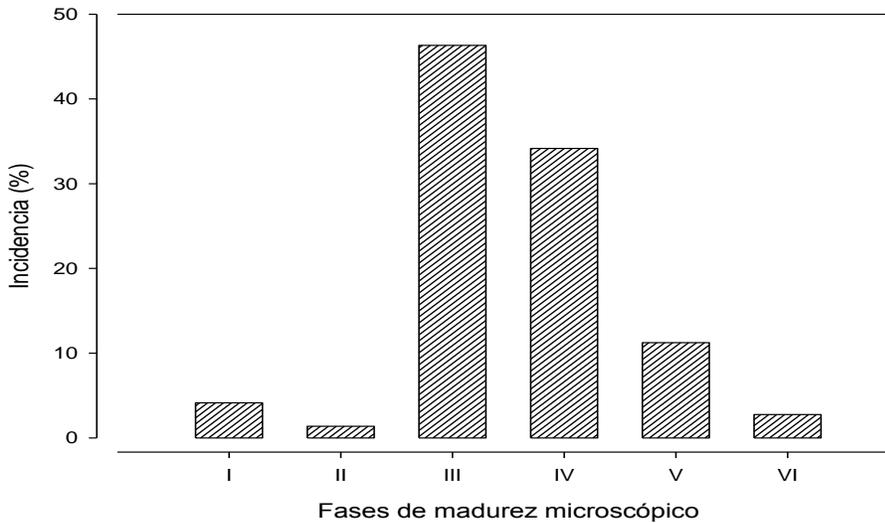


Figura 28. Incidencia de fases de madurez macrosc3picas en hembras.

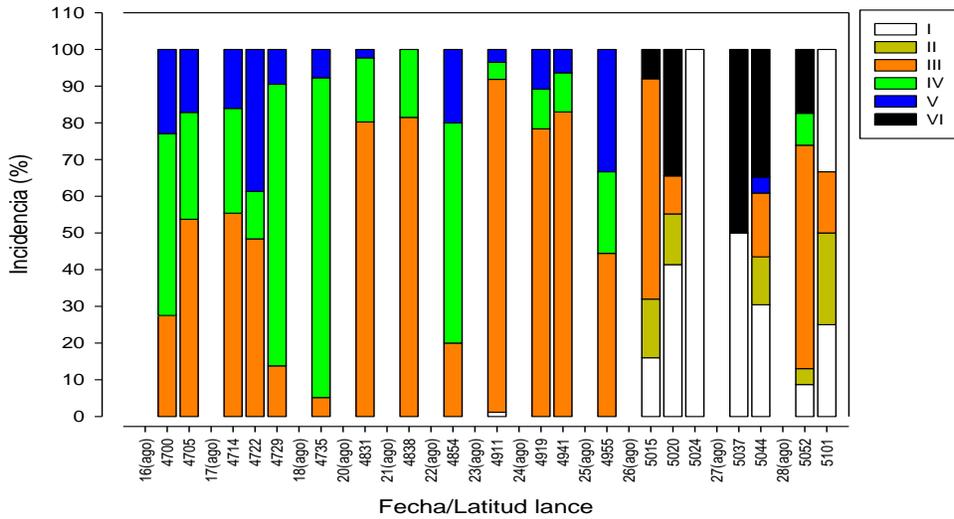


Figura 29. Incidencia de fases de madurez microsc3picas por lance.

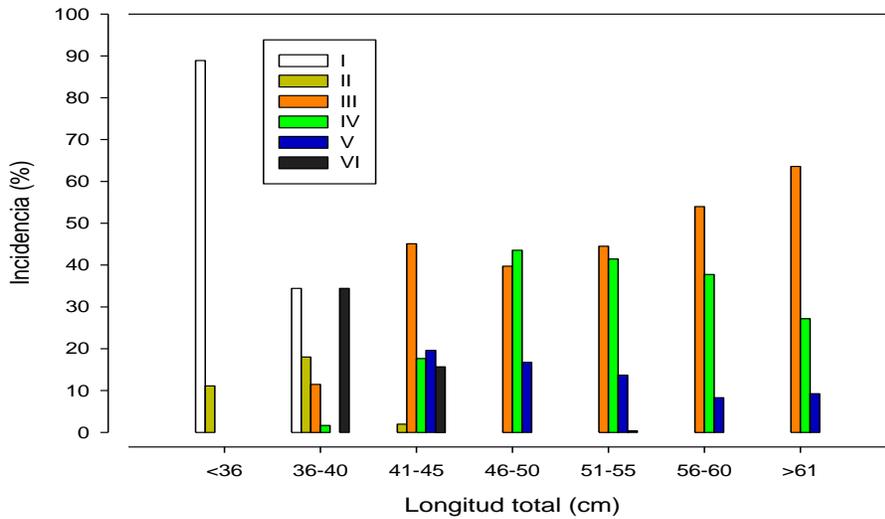


Figura 30. Incidencia de fases de madurez microsc3picas por grupos de tama1os en hembras.

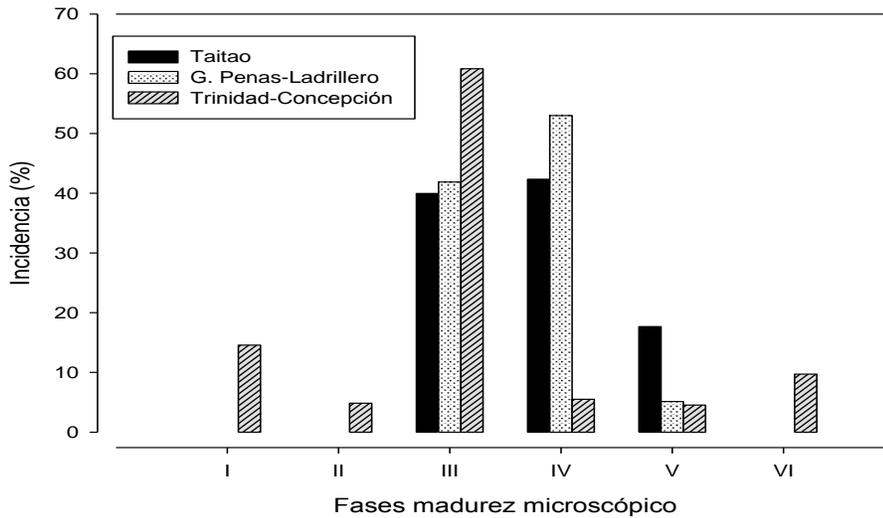


Figura 31. Incidencia de fases de madurez microsc3picas por zonas de: Taitao, Golfo de Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepci3n.

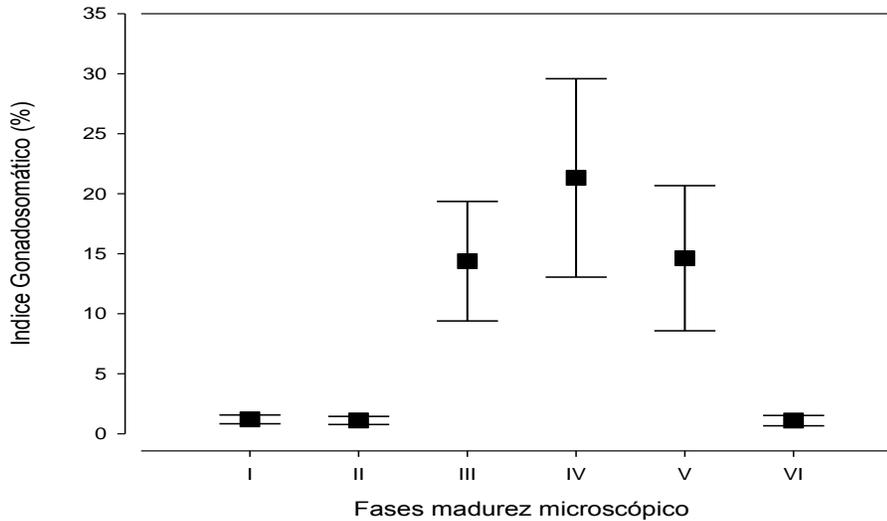


Figura 32. Distribuci3n del Índice Gonadosomático medio por fases de madurez microsc3picas.

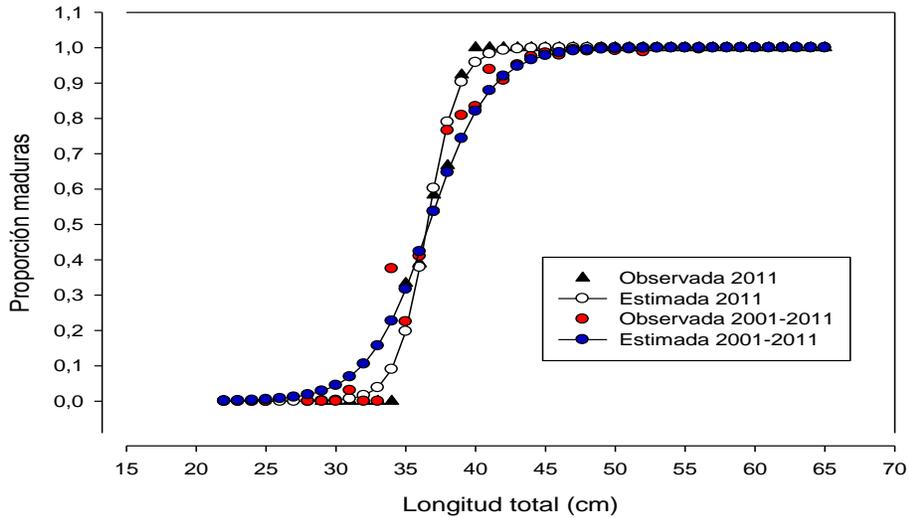


Figura 33. Proporción de hembras maduras a la talla y ajuste de la ojiva de madurez sexual, año 2011 y periodo 2001-2011.

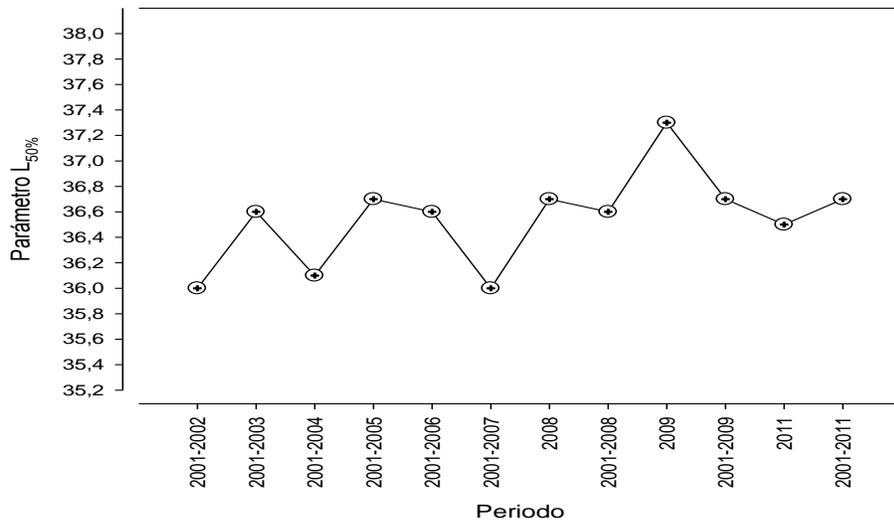


Figura 34. Estimados del parámetro de madurez sexual ($L_{50\%}$) de la merluza de tres aletas en investigaciones acústicas entre el 2001 y 2011.

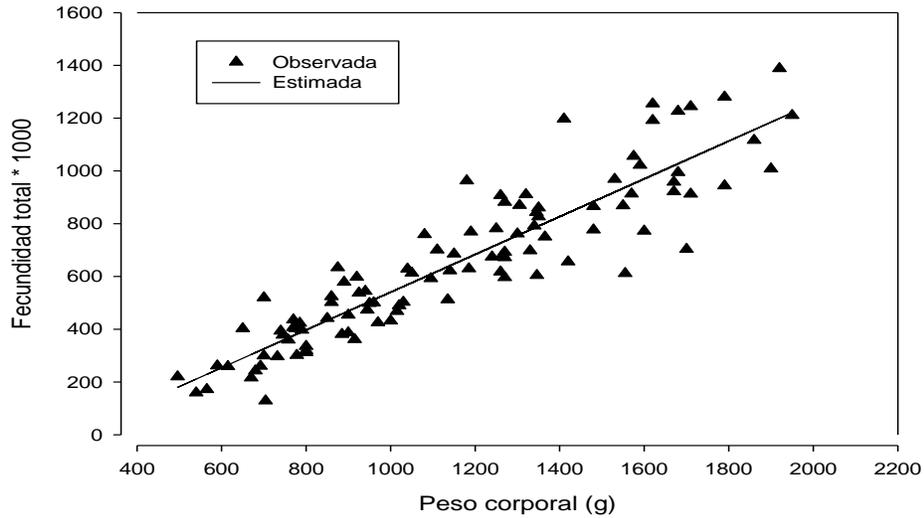


Figura 35. Distribuci3n de la fecundidad en funci3n del peso corporal de los ejemplares.

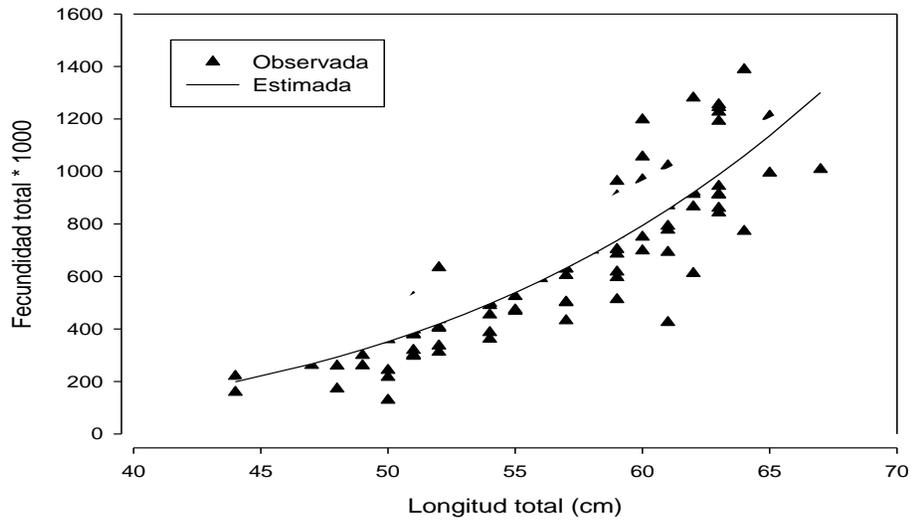


Figura 36. Distribuci3n de la fecundidad en funci3n de la longitud total de los ejemplares.

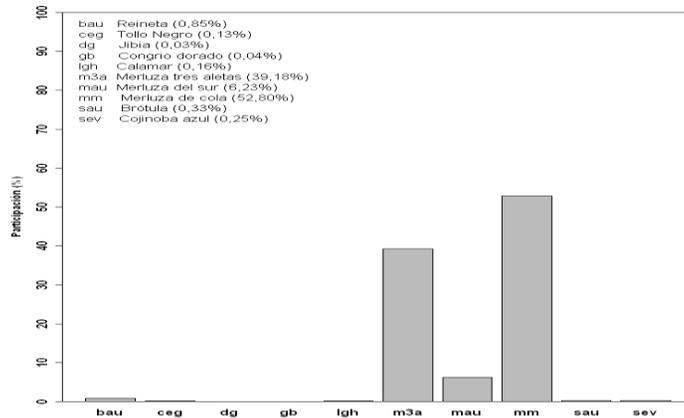


Figura 37. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n efectuados en el 3rea total de estudio, crucero 2009.

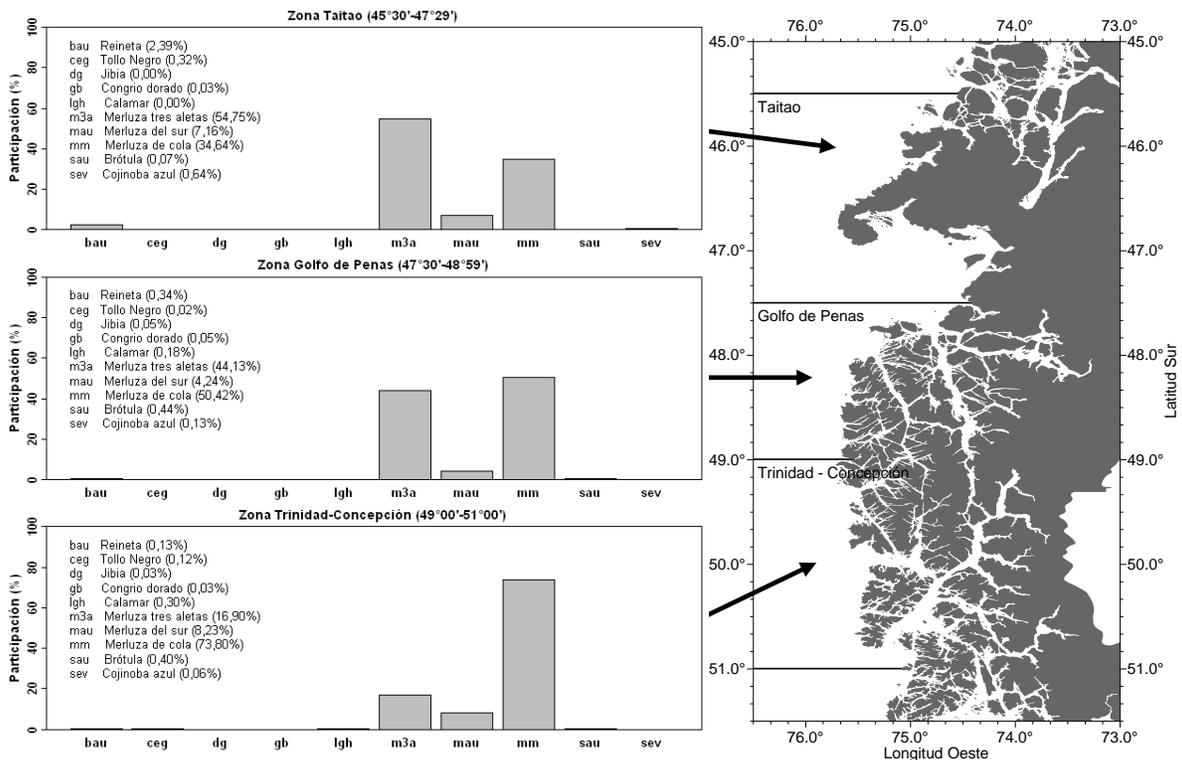


Figura 38. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por zona, crucero 2011.

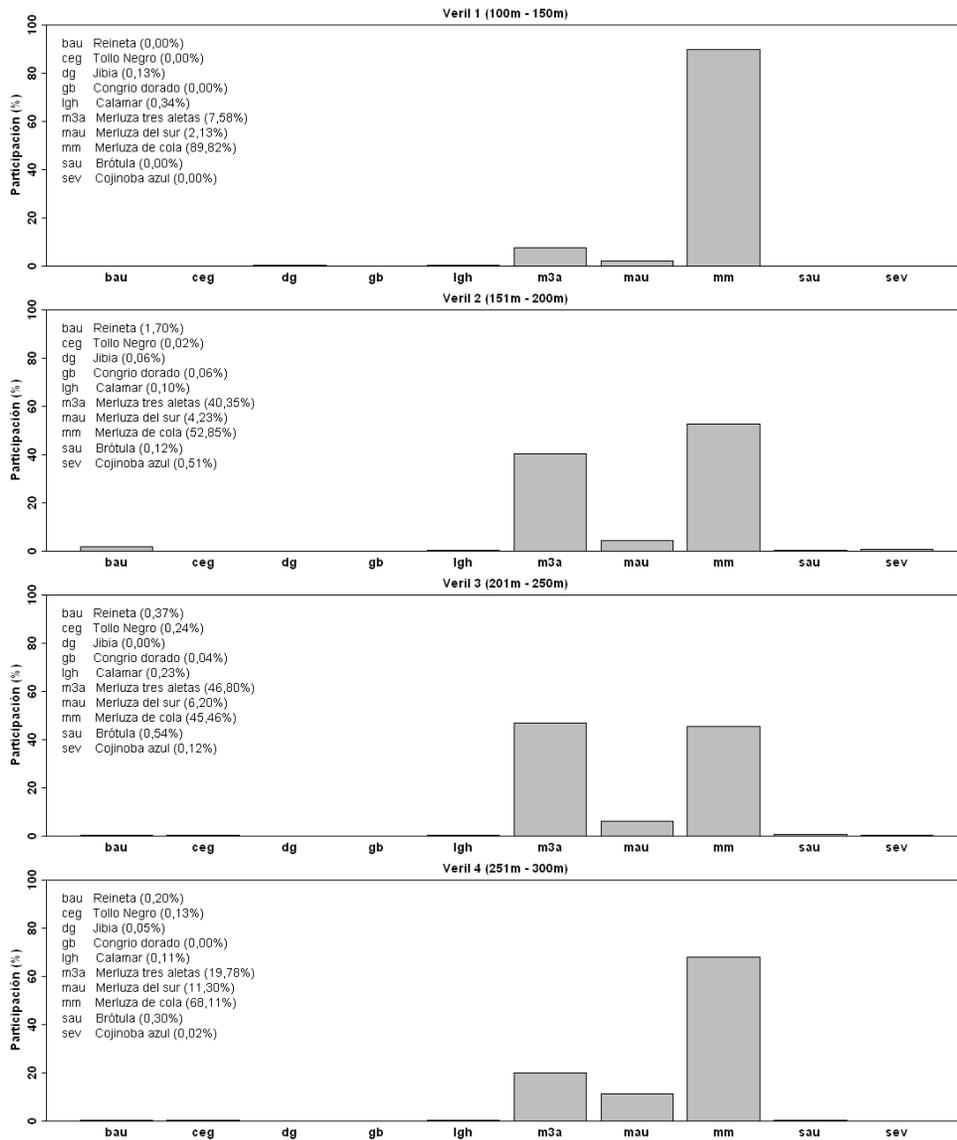


Figura 39. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por veril de profundidad, crucero 2011.

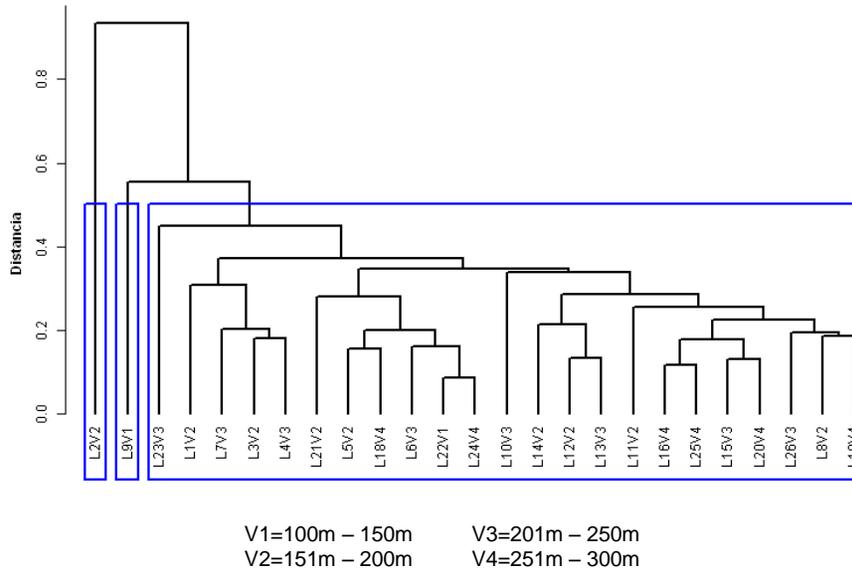


Figura 40. Resultado del an3lisis de clasificaci3n de los lances de identificaci3n realizados durante el crucero 2011.

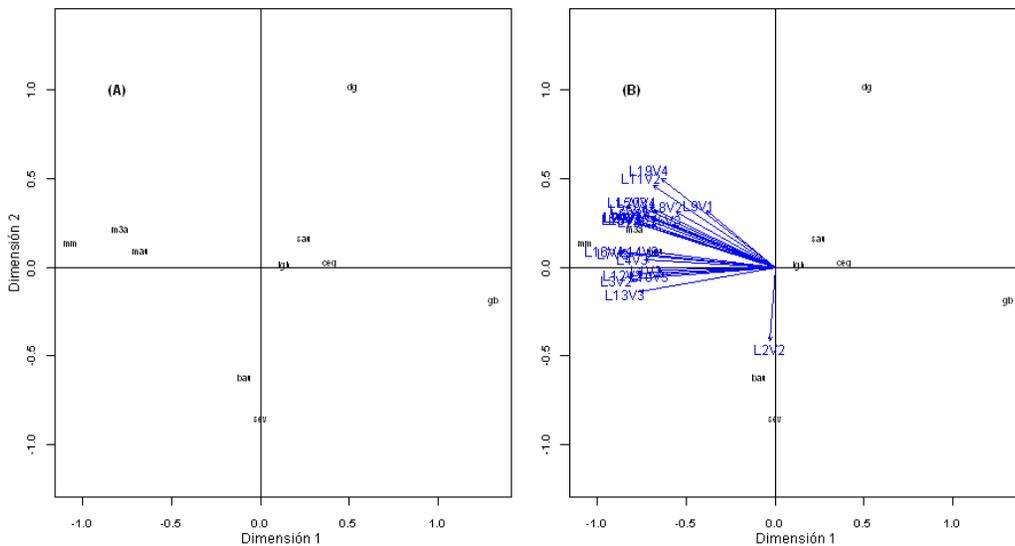


Figura 41. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los lances de identificaci3n realizados durante el crucero 2011.

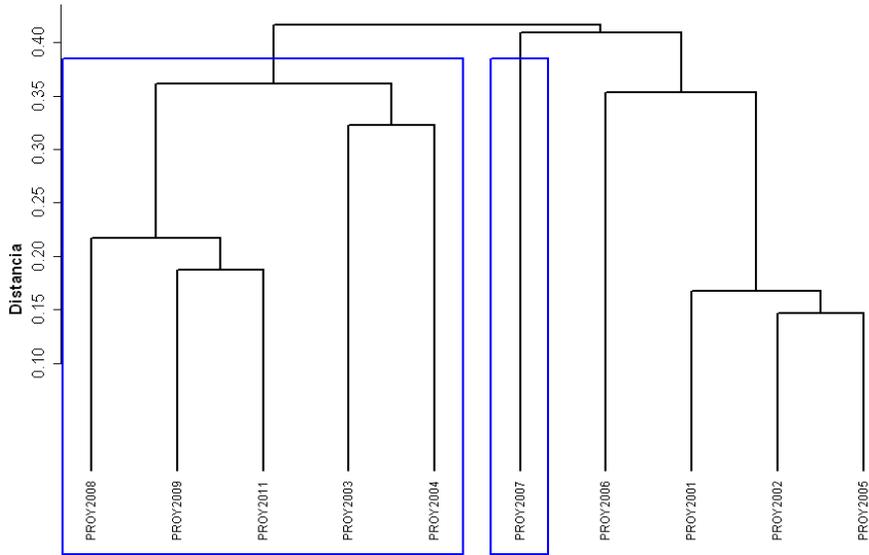


Figura 42. Resultado del an3lisis de clasificaci3n de los cruceros realizados entre el 2001 y 2011.

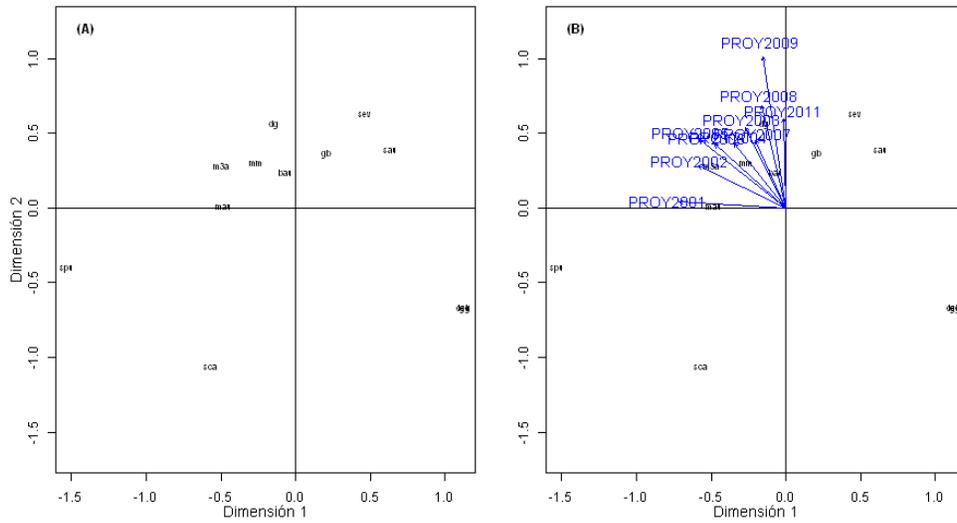


Figura 43. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los cruceros realizados 2001 y 2011.

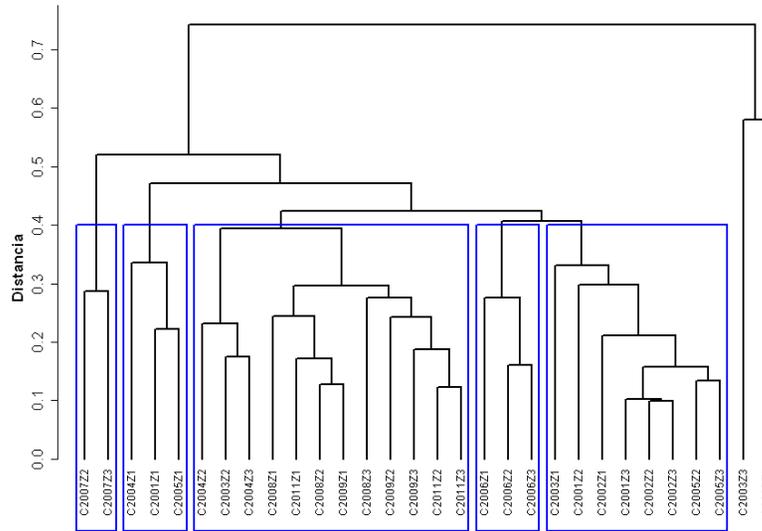


Figura 44. Resultado de los an3lisis de clasificaci3n de los cruceros por zona, realizados entre el 2001 y 2011.

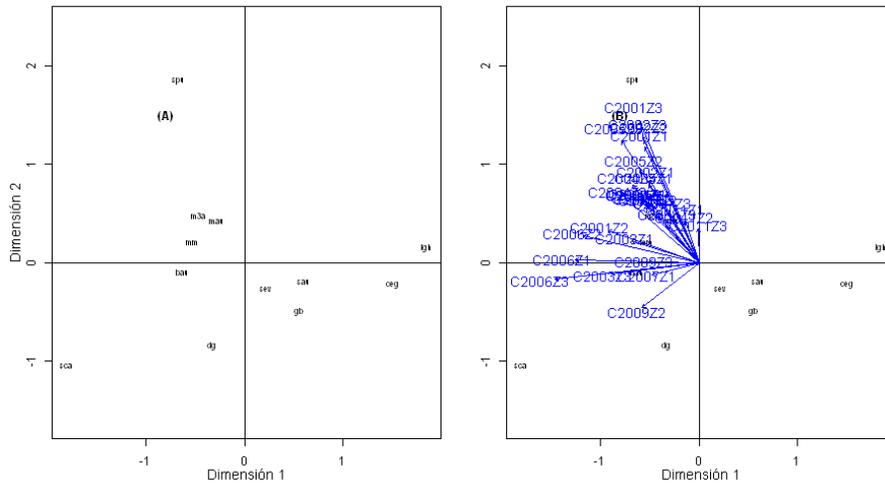


Figura 45. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los cruceros por zona, realizados 2001 y 2011.

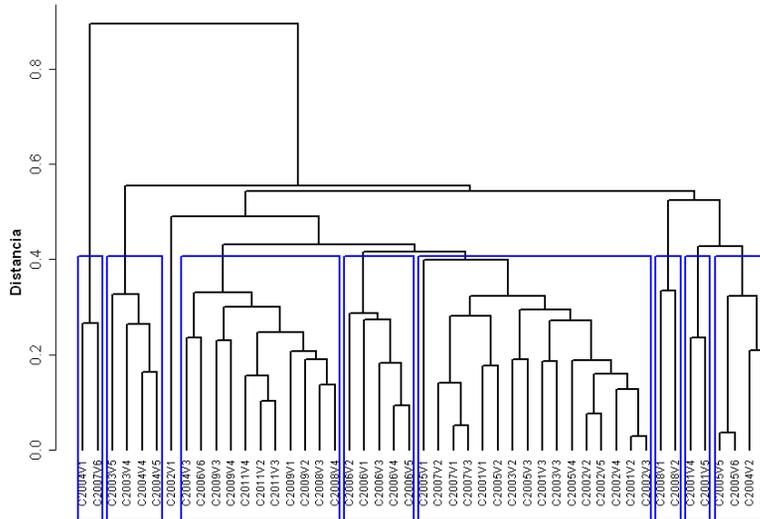


Figura 46. Resultado de los análisis de clasificaci3n de los cruceos por veril, realizados entre el 2001 y 2011.

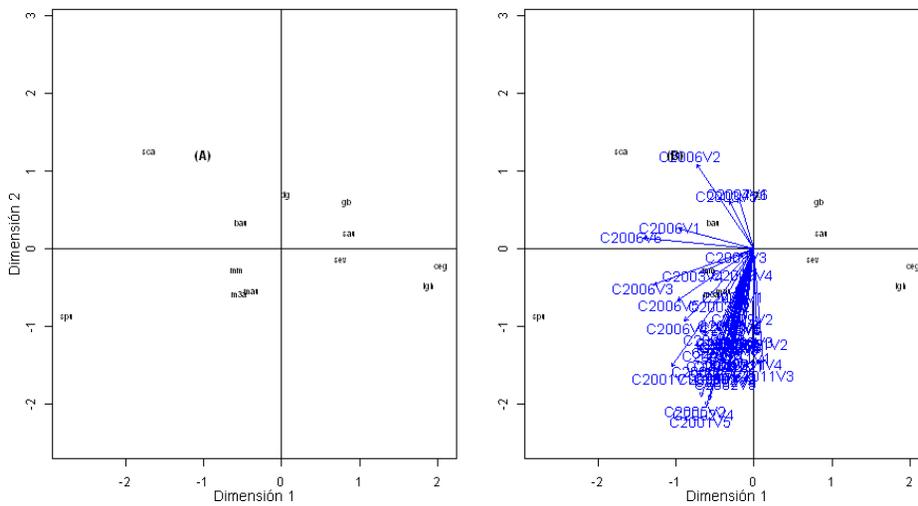


Figura 47. Resultado del análisis de ordenaci3n de los cruceos por veril, realizados 2001 y 2011.

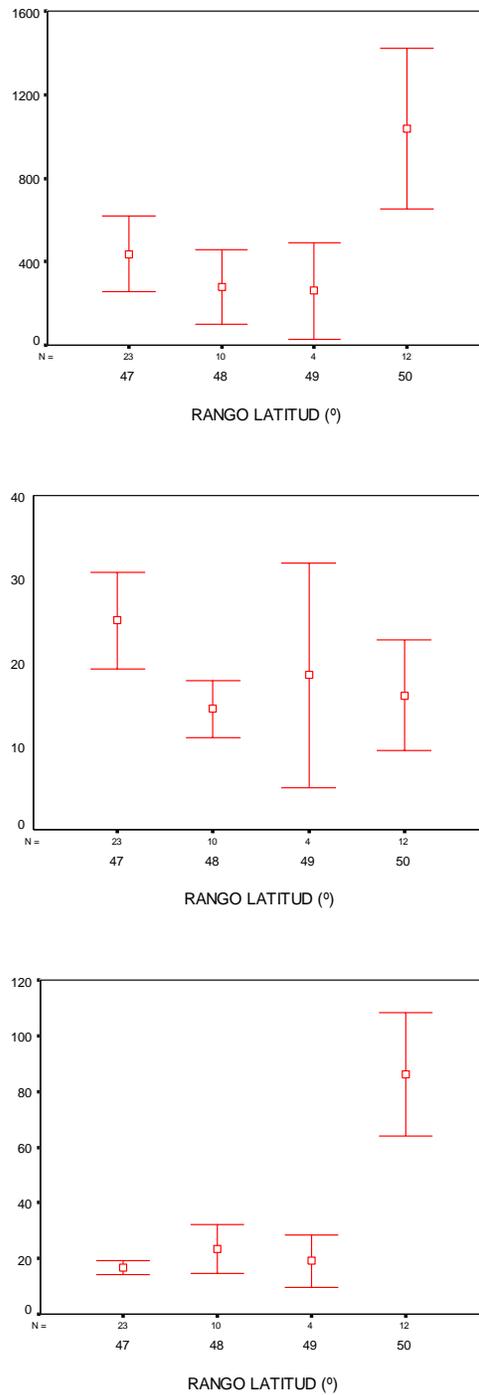


Figura 48. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n latitud.

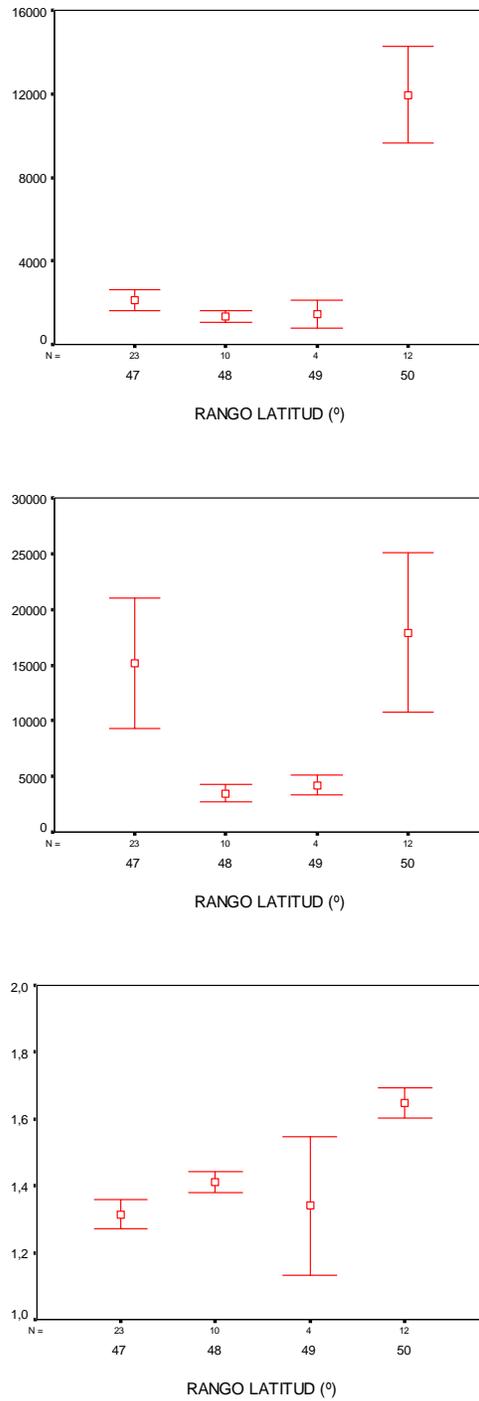


Figura 49. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perímetro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n latitud.

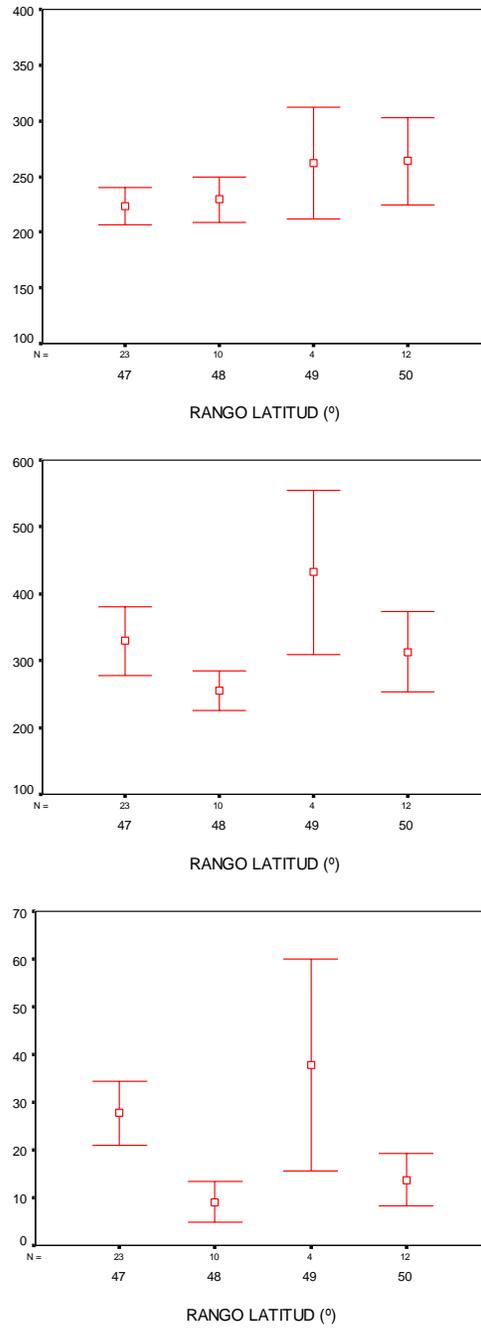


Figura 50. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.

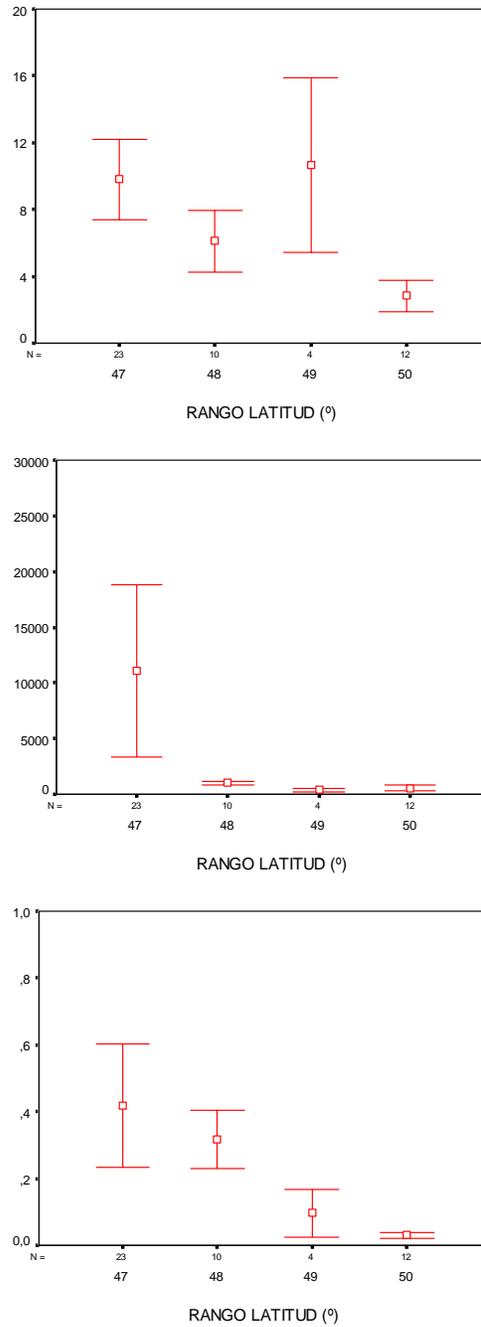


Figura 51. Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energa acstica, densidad acstica de agregaciones segun latitud.

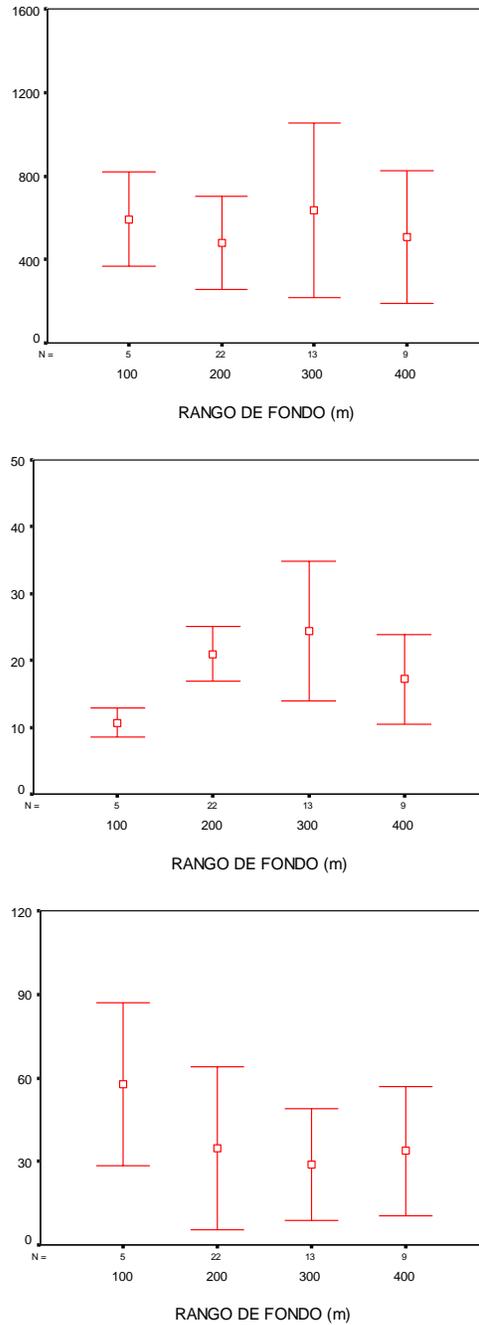


Figura 52. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de fondo.

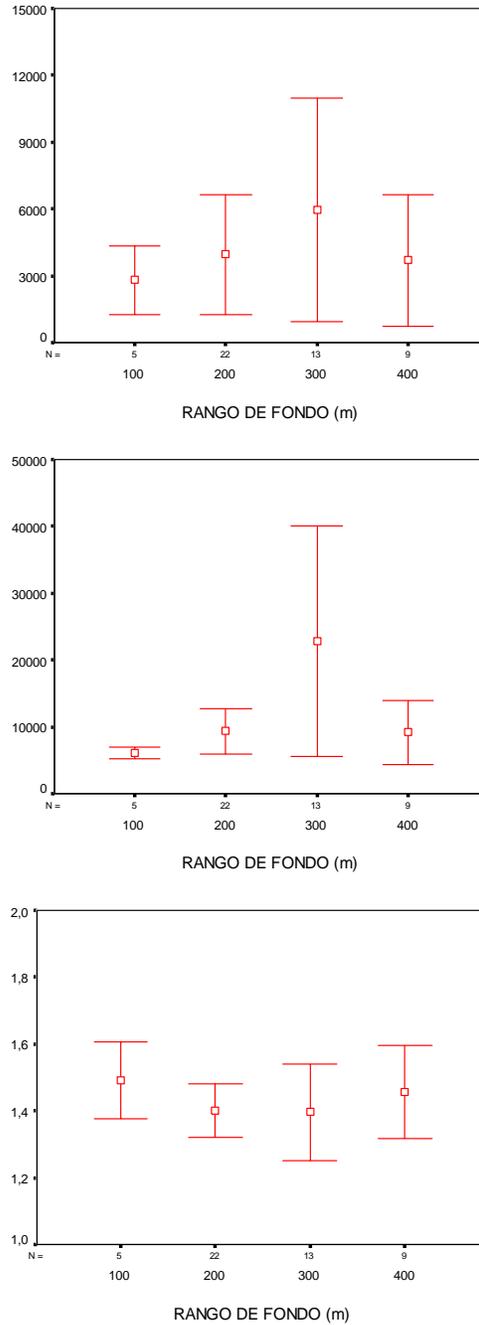


Figura 53. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.

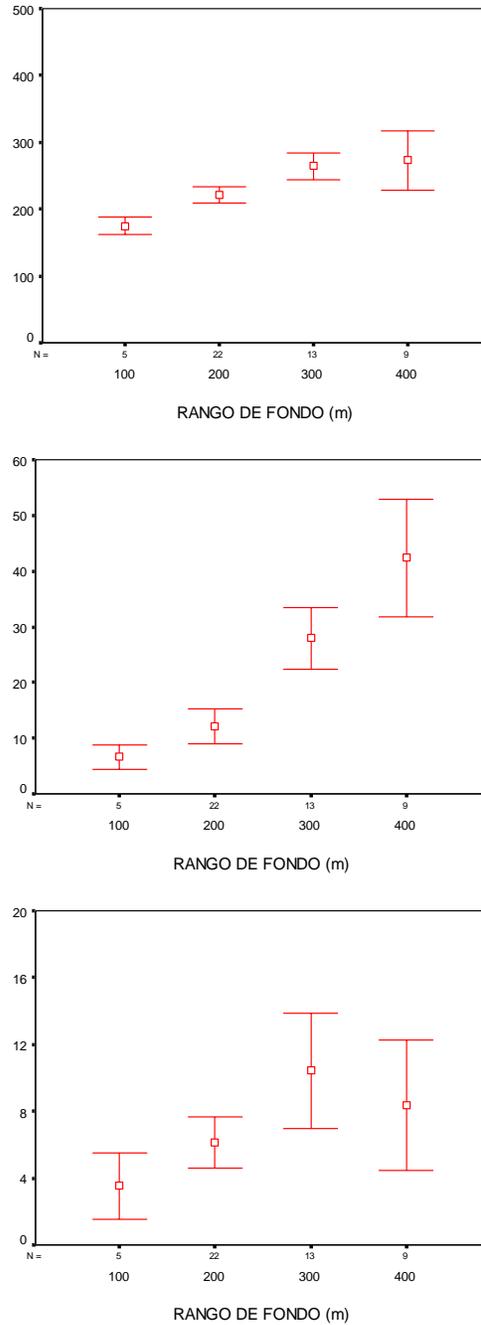


Figura 54. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones, 6ndice de altura y pendiente del fondo seg6n rango de fondo.

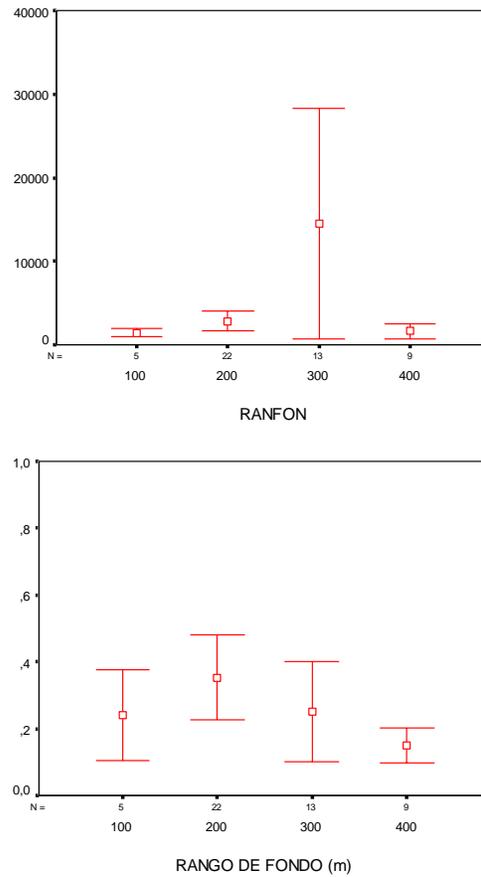


Figura 55. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad acstica segn rango de fondo.

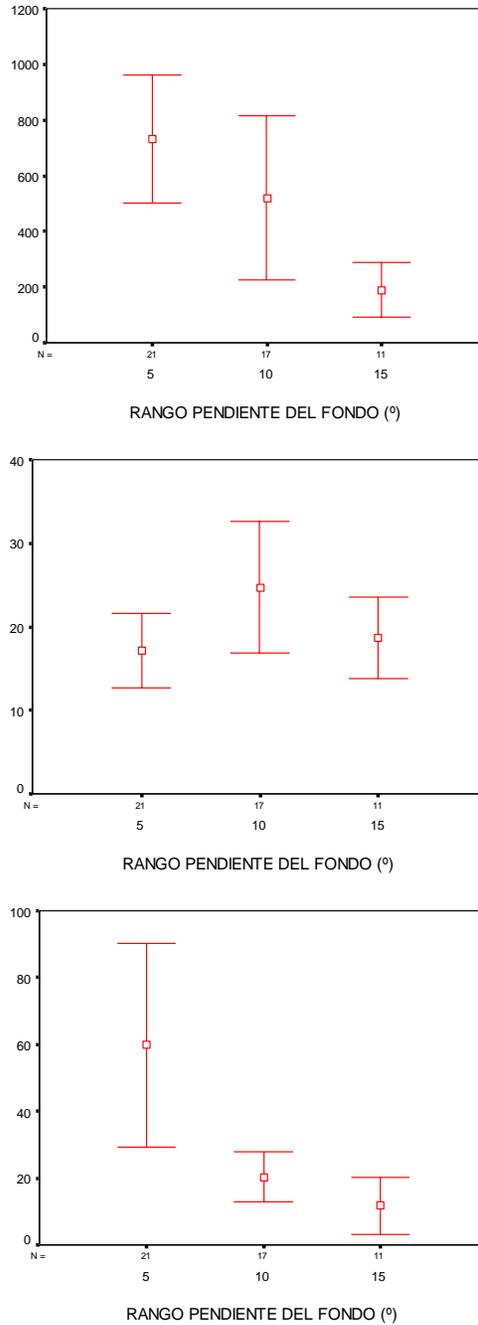


Figura 56. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n pendiente del fondo.

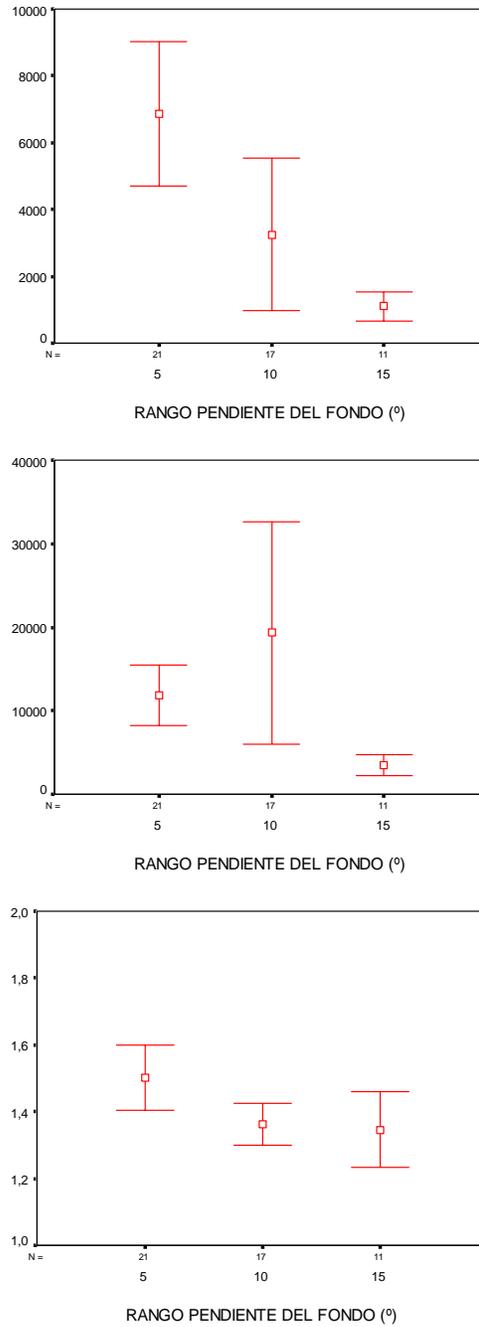


Figura 57. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n pendiente del fondo.

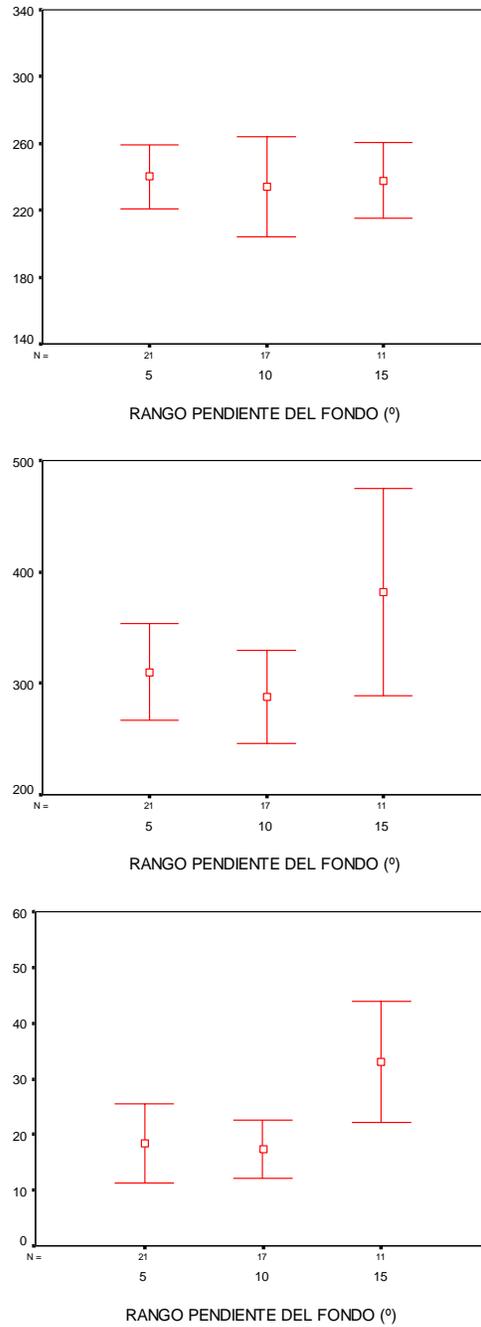


Figura 58. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores profundidad de agregaciones, fondo índice de altura según pendiente del fondo.

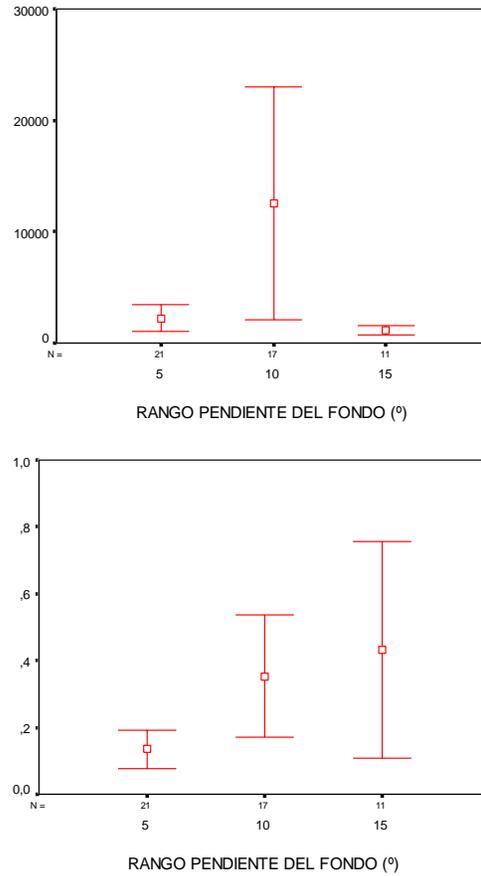


Figura 59. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.

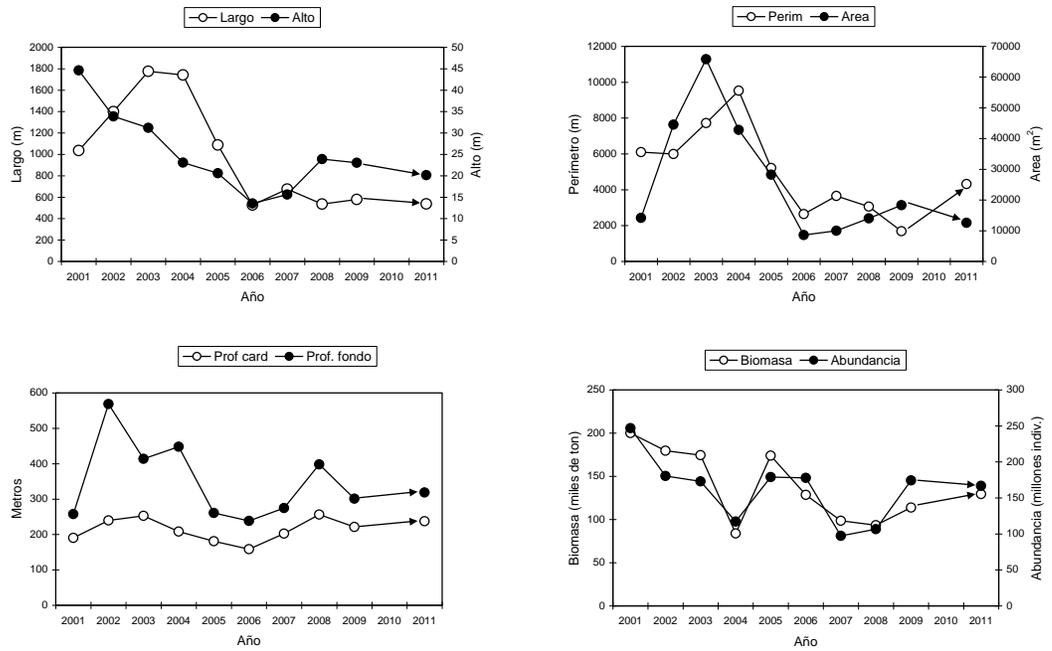


Figura 60. Variaci3n de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa a3os 2001-2011

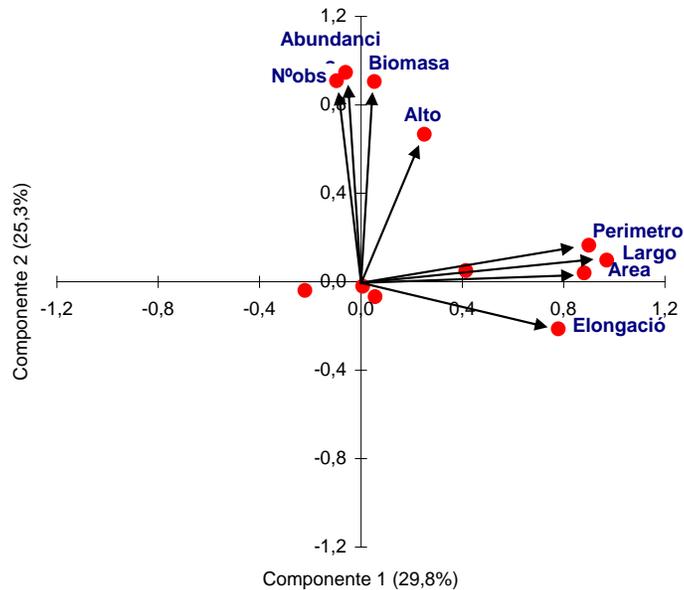


Figura 61. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, serie 2001-2011

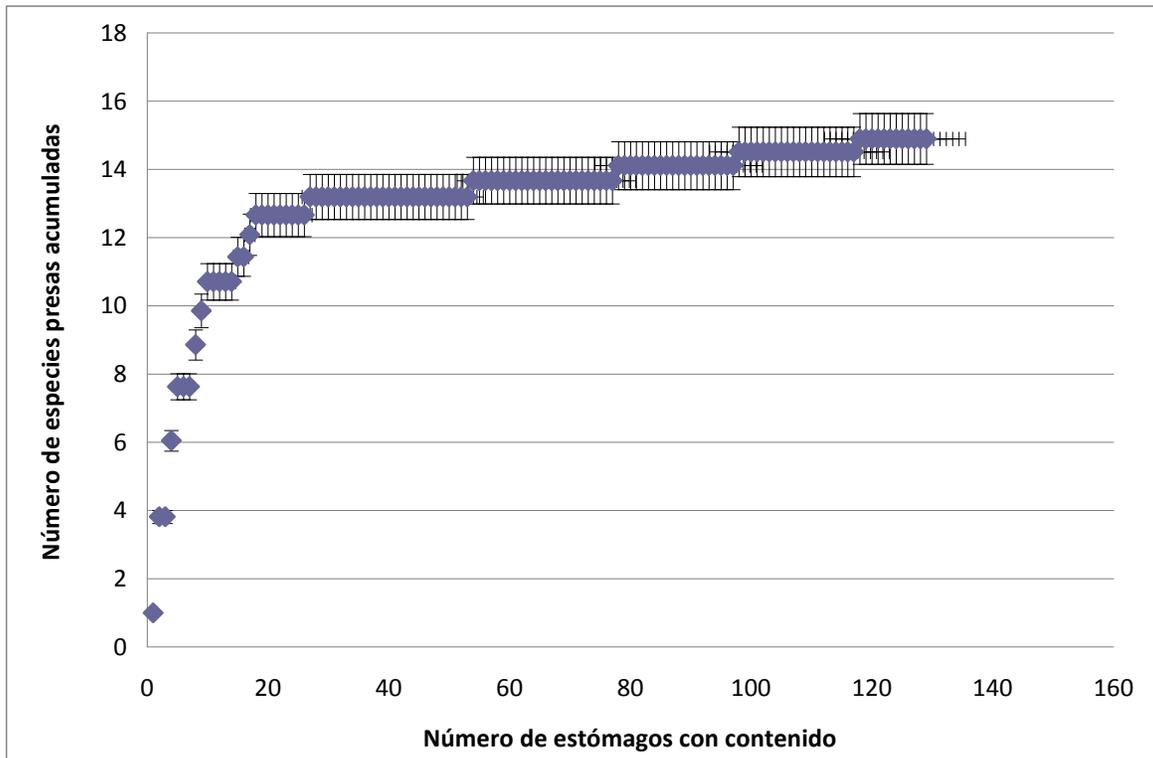


Figura. 62. Curva tr3fica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de est3magos, provenientes del crucero realizado en agosto de 2011 en aguas exteriores de la X y XI Regi3n de Chile.

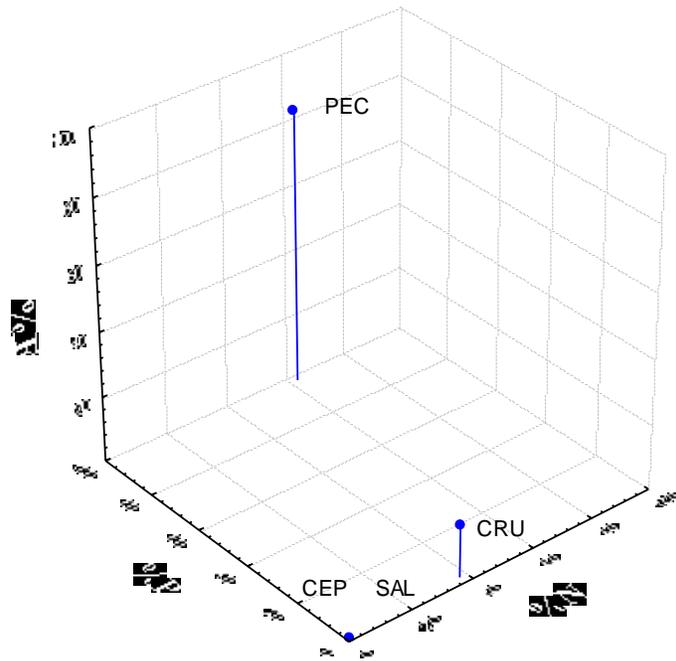


Figura. 63. Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de *Micromesistius australis* en agosto de 2011, capturadas en aguas exteriores de la X y XI Regi3n de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA).

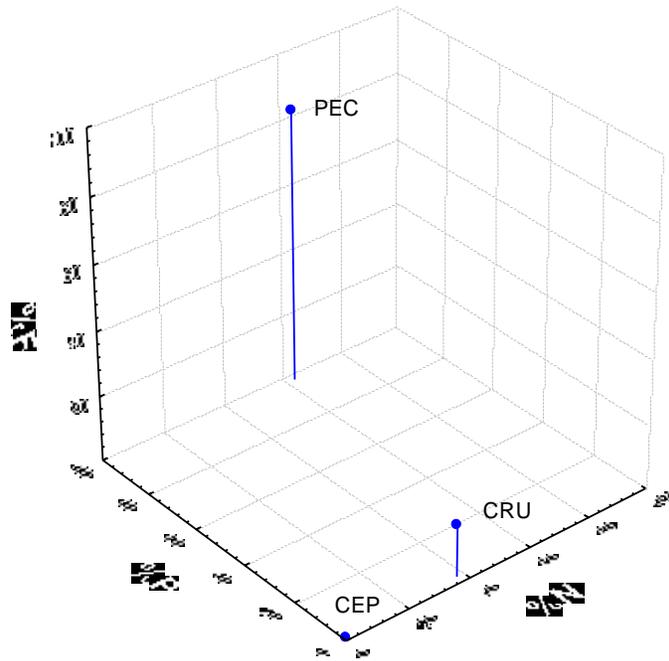


Figura.64. Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares machos de *Micromesistius australis* en agosto de 2011, capturadas en aguas exteriores de la X y XI Regi3n de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA).

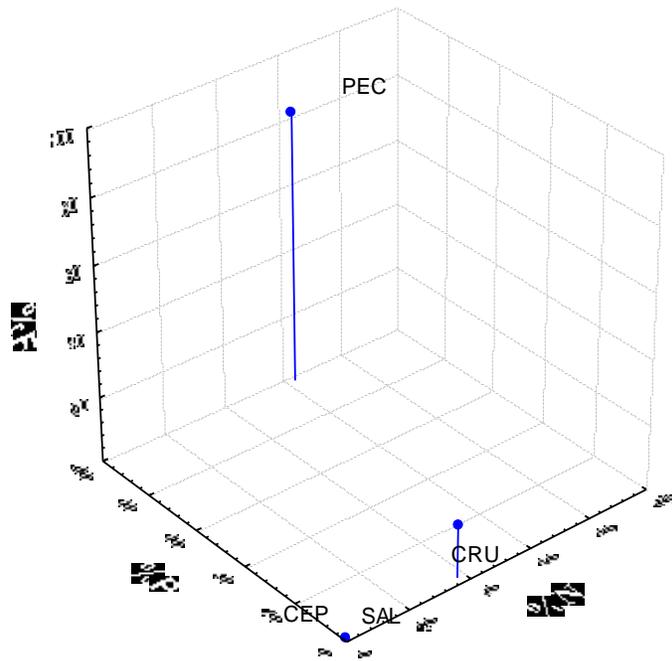


Figura 65. Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* en abril de 2011, capturadas en aguas exteriores de la X y XI Regi3n de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA).

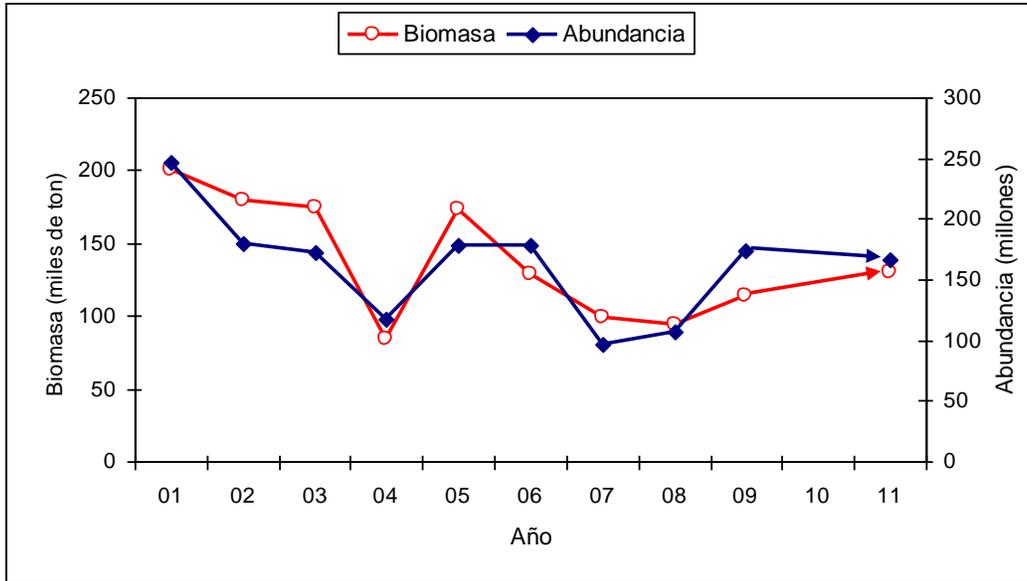


Figura 66. Estimados de Biomasa y Abundancia años 2001-2011.

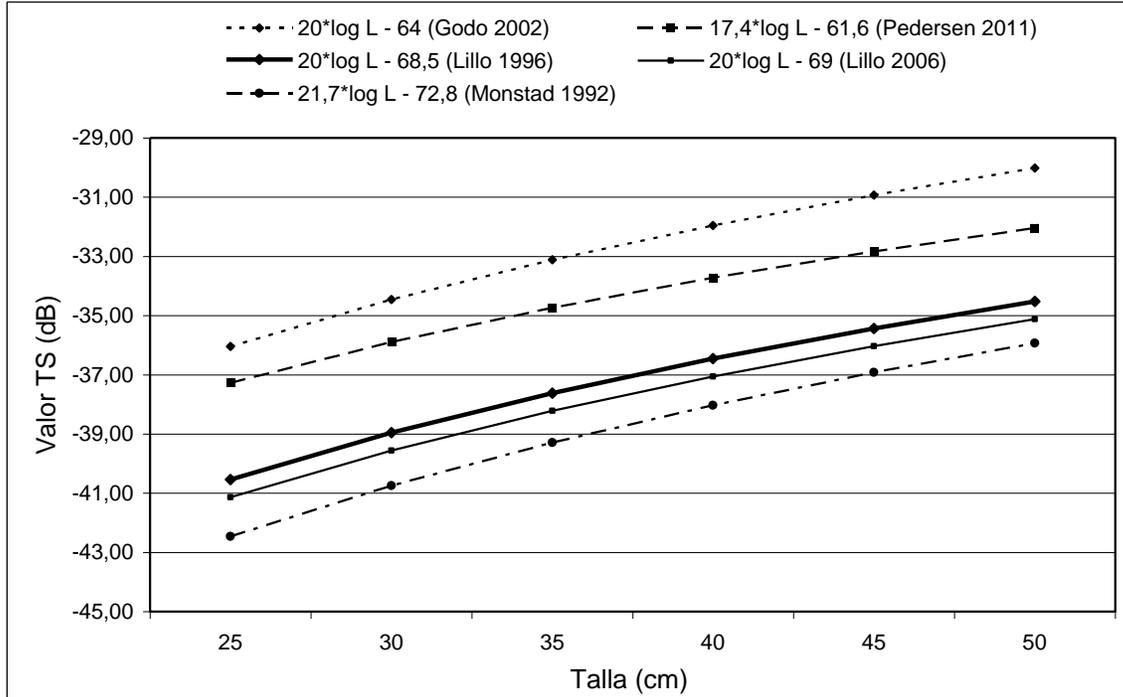


Figura 67. Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.

A N E X O S

A N E X O 1

**Resolución Exenta N°2.149
y captura de las naves asociadas
al proyecto de Investigación**



Resolución Exenta N°2.149



AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE
INDICA

VALPARAISO, 11 AGO. 2011

R. EX N° 2149

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2011/PGE/222/DIR/ 484, de fecha 14 de julio de 2011, C.I. SUBPESCA N° 8379-2011, complementado mediante Oficio IFOP/2011/PGE/235/DIR/ 502, de fecha 25 de julio de 2011, C.I. SUBPESCA N° 8921-2011; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) N°350-2011, de fecha 03 de agosto de 2011; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **FIP N° 2011-09** denominado **"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011"**, 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, N° 245 de 1990 y N° 461 de 1995 y el Decreto Exento N° 140 de 1996, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el Decreto Exento N° 1453 de 2010, 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° 2011-09 denominado **"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011"**.

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) N° 350/2011 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 2012.



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. Nº 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. Nº 61.310.000-8, domiciliado en Blanco Nº 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP Nº 2011-09 denominado **"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011"**, 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 16 de agosto y el 31 de diciembre de 2011, ambas fechas inclusive.

4.- En la pesca de investigación que se autoriza, participarán en el área marítima antes individualizada las naves hieleras **"FRIOSUR VIII"** y **"FRIOSUR X"** y los buques fábrica **"UNZEN"** y **"UNIONSUR"**, cuyas características náuticas son las siguientes:

Nombre	FRIOSUR VIII	FRIOSUR X	UNZEN	UNIONSUR
Matrícula	2861	2965	2587	3112
Estora de arquero	47,80	44,79	85,39	97,62
TRG (Internacional)	930	902	2985,48	4991

5.- La nave hielera **"FRIOSUR VIII"** operará entre el 16 y el 31 de agosto, ambas fechas inclusive, realizando tareas de prospección hidroacústica y muestreo, quedando sujeta a la siguiente regulación en las actividades de investigación:

- a) Los lances de pesca de identificación con propósitos de muestreo no podrán superar los 30 minutos de arrastre efectivo.
- b) Podrá operar con una red de arrastre de media agua con cubre copo de 50 mm de tamaño de malla en el copo, quedando exceptuada de la norma de conservación establecida en esta materia en el D.S. Nº 144 de 1980 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- c) Deberá dedicarse exclusivamente a las labores de investigación autorizadas mediante la presente resolución, debiendo respetar el plan, la ruta y los procedimientos de muestreos que establezca el Instituto de Fomento Pesquero, en conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del presente estudio.



d) Deberá cumplir con las obligaciones establecidas en el numeral 8º de la presente resolución.

El Instituto de Fomento Pesquero deberá registrar las capturas y velar por el cumplimiento de las obligaciones antes señaladas.

Las naves **"FRIOSUR X"**, **"UNZEN"** y **"UNIONSUR"**, operarán entre el 01 de septiembre y el 31 de diciembre, con la finalidad de apoyar el monitoreo biológico y cumplir con el muestreo de la segunda etapa del proyecto, sujetos a las siguientes limitaciones:

- a) Sólo podrán operar en aquellas unidades de pesquería señaladas en sus respectivas autorizaciones de pesca.
- b) Deberán dar cumplimiento a las normas de conservación de las especies en estudio contenidas en los D.S. Nº 144 de 1980 y Nº 245 de 1990 y el Decreto Exento Nº 140 de 1996, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- c) Deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en el numeral 8º de la presente resolución.

6.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, las naves participantes podrá extraer un máximo de 750 toneladas de Merluza de tres aletas *Micromesistius australis*, fraccionadas de la siguiente manera: 50 toneladas para la nave **"FRIOSUR VIII"** y 700 toneladas a distribuir entre las naves **"FRIOSUR X"**, **"UNZEN"** y **"UNIONSUR"**.

Sin perjuicio de lo anterior y una vez finalizado el cruce de evaluación, en el caso que se produzcan saldos en la cuota de pesca autorizada para la nave hielera **"FRIOSUR VIII"**, éstas podrán adicionarse a la cuota autorizada de las naves **"FRIOSUR X"**, **"UNZEN"** y **"UNIONSUR"**.

Las toneladas antes señaladas se imputarán a la fracción de la cuota global anual de captura de dicha especie reservada para fines de investigación, establecida mediante Decreto Exento Nº 1453 de 2010, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- Los titulares de las naves participantes en la presente pesca de investigación, podrán 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.- Las naves participantes 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.

Asimismo, el Instituto de Fomento Pesquero deberá entregar, en formato electrónico, un reporte con los registros de sondas, conforme las exigencias establecidas en la Publicación Náutica SHOA N° 3101 "Instrucciones Hidrográficas N° 1- Líneas de Sondas para Completar Sondaje de Cartas Náuticas". El reporte antes señalado deberá ser entregado al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile para fines de administración pesquera.

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 Resoluci3n podr3 ser impugnada por la interposici3n del recurso de reposici3n contemplado en el art3culo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretar3a y dentro del plazo de 5 d3as h3biles contados desde la respectiva notificaci3n, sin perjuicio de la aclaraci3n del acto dispuesta en el art3culo 62 del citado cuerpo legal y de las dem3s acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

18.- Transcrib3se copia de esta Resoluci3n a la Direcci3n General del Territorio Mar3timo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y a la Divisi3n Jur3dica de esta Subsecretar3a de Pesca.

ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DEL INTERESADO.

(Firmado) PABLO GALILEA CARRILLO, SUBSECRETARIO DE PESCA
Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.

ROBINSON QUIERO ZARATE
Jefe Departamento Administrativo (S)



REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA
CASILLA 100 - V
VALPARAISO



**AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.**

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta N° **2149 11 AGO. 2011**
de esta Subsecretaría, autorizase a Instituto de Fomento Pesquero para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP N° 2011-09 denominado **"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011"**.

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.

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 16 de agosto y el 31 de diciembre de 2011, ambas fechas inclusive.

En la pesca de investigación que se autoriza, participarán en el área marítima antes individualizada las naves hieleras **"FRIOSUR VIII"** y **"FRIOSUR X"** y los buques fábrica **"UNZEN"** y **"UNIONSUR"**, las que deberán respetar las indicaciones señaladas en la resolución extractada.

En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, las naves participantes podrán extraer un máximo de 750 toneladas de Merluza de tres aletas, las que se imputarán la fracción de la cuota global anual de captura de dicha especie reservada para fines de investigación.

El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación a su Director Ejecutivo don Jorge Toro Da Ponte.



PABLO GALILEA CARRILLO
Subsecretario de Pesca

VALPARAÍSO,

11 AGO. 2011



Capturas y per3odos de operaci3n de las naves participantes en la Pesca de Investigaci3n

En la Resoluci3n exenta N3 2.149 se autoriz3 la operaci3n de las naves B/H Friosur X, B/F Unzen y B/F Union Sur.

La funci3n de estas naves fue apoyar el muestreo biol3gico de la captura o reemplazo de la nave Friosur VIII, en el caso que 3sta no pudiera cumplir con el programa de trabajo establecido para el crucero de prospecci3n. En atenci3n a que el Friosur VIII cumpli3 cabalmente con las actividades programadas, no fue necesario el reemplazo o apoyo biol3gico en el 3rea de estudio, sin embargo en las naves indicadas se realiz3 el muestreo biol3gico comprometido y adem3s se colectaron muestras de est3magos de merluza austral, merluza de cola y merluza de tres aletas para el posterior estudio tr3fico post-desove. Los datos de captura de las naves se3aladas se entregan en la **Tabla 1**, las caracter3sticas de las redes utilizadas se entregan en la **Tabla 2** y **Figura 1**.

Tabla 1
Captura (toneladas) de merluza de tres aletas por mes
de las naves asociadas al proyecto

Mes	Buque		
	Friosur X	Unzen	Union Sur
Agosto	107,8	0,1	6978,1
Septiembre	0,0	464,6	2839,4
Octubre	0,9	553,5	1425,1
Noviembre	4,3	273,9	1929,6
Diciembre	9,2	58,5	0,0

Fuente: IFOP



Tabla 2
Características redes utilizadas.

Buque	Friosur X	Unzen	Union Sur
Tipo red	mediagua	mediagua	mediagua
Modelo	Gloria 1408*	FT-2044S**	UT-2644NZ***
Long relinga Sup.	128 m	132 m	201 m
Long relinga Inf.	128 m	132 m	201 m
Tamaño # copo	135 mm	150 mm	150 mm
Altura boca	70-80 m	80 m	134 m

Fuente: Friosur, Emdepes.

*modelo red utilizada por friosur VIII

**Se entrega plano

***Plano no disponible

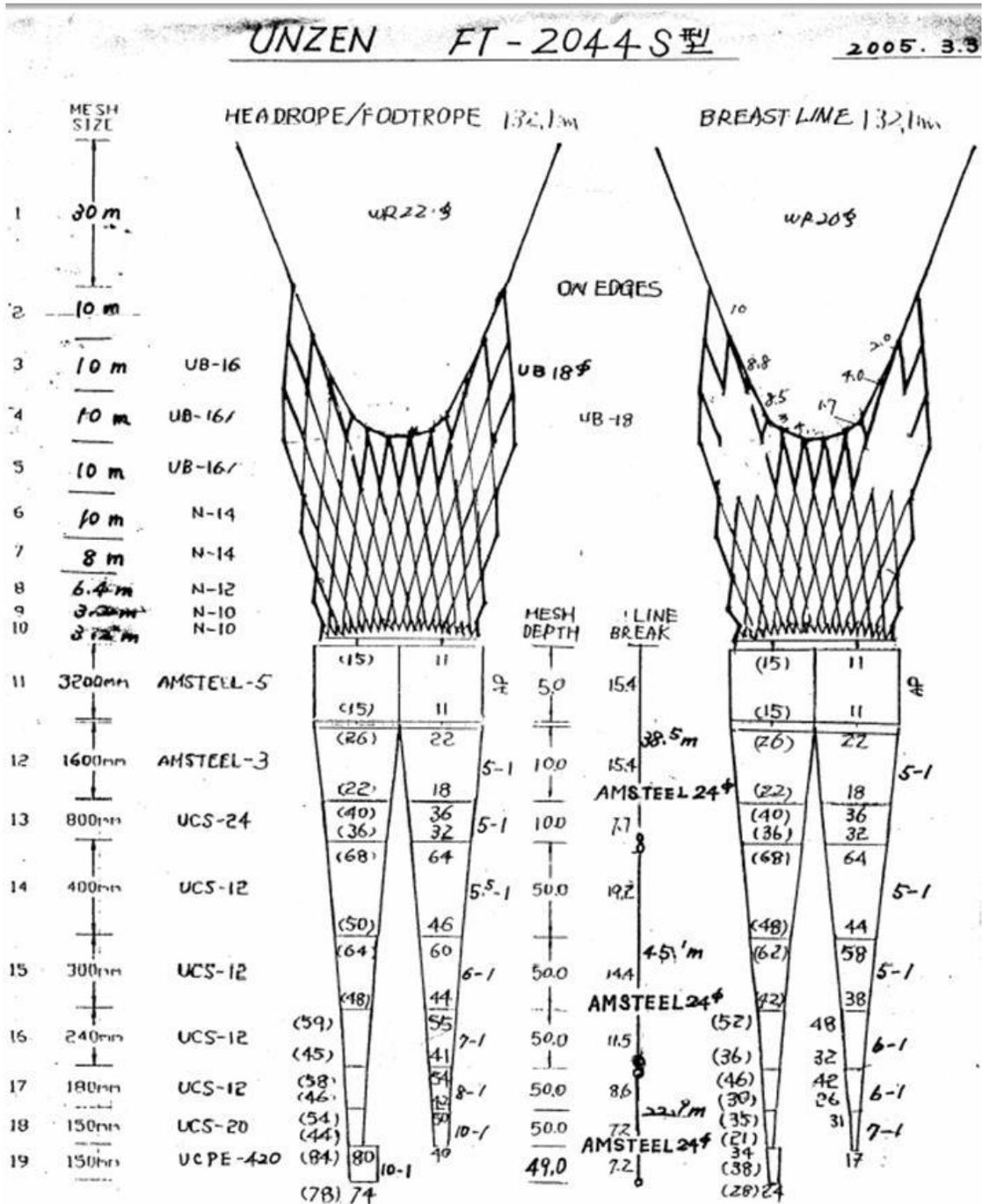


Figura 1. Plano red FT-2044S utilizada por BF Unzen.

A N E X O 2

“Determinación de la composición trófica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, entre septiembre y diciembre de 2011”

Requirente: Instituto Fomento Pesquero

Ejecutado por: Universidad Arturo Prat

Autoras:

Marianela Medina
Liliana Herrera

Colaboradoras:

Jeannelle Jaque
Natalia Pizarro



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL MAR



INFORME FINAL

**DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TRÓFICA DE MERLUZA
DEL SUR, MERLUZA DE COLA Y MERLUZA DE TRES ALETAS,
ENTRE SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DE 2011**

Mayo, 2012



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

REQUIRENTE
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

SUBCONTRATADO
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

AUTORES
MARIANELA MEDINA F.
LILIANA HERRERA C.

COLABORADORES
JÉANNELLE JAQUE B.
NATALIA PIZARRO L.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	1
INDICE DE FIGURAS	2
INDICE DE TABLAS	3
OBJETIVOS	4
MATERIAL Y METODOS	4
RESULTADOS	8
DISCUSION Y CONCLUSIONES	15
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24
ANEXO 1. Figuras	31
ANEXO 2. Tablas	41



RESUMEN EJECUTIVO

Se analizó la composición alimentaria de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas, a partir de muestras de estómagos provenientes de pescas de investigación realizadas en las áreas de distribución de las pesquerías, durante el periodo comprendido entre septiembre y diciembre de 2011.

Los resultados evidenciaron que las tres especies de merluza presentan una conducta estenofágica y especialista al predar sobre un estrecho espectro trófico, con dietas que, si bien presentan una composición taxonómica similar, se diferencian en los ítemes presas de mayor importancia relativa que dominan la composición alimentaria. La dieta de la merluza de cola tendría características carcinófagas e ictiófagas, predando preferentemente sobre el crustáceo *Munida gregaria*, pero con un importante aporte nutricional del grupo de los peces como *Sprattus fuegensis*. La merluza del sur sería mayoritariamente ictiófaga, constituyendo *Macruronus magellanicus* el alimento principal, seguido de *Micromesistius australis* y *Sprattus fuegensis*. Mientras que para la merluza de tres aletas, se reafirma la característica zooplanctófaga y secundariamente ictiófaga, con el grupo de los crustáceos dominando en la dieta, específicamente eufáusidos, copépodos y anfípodos.

El análisis de la alimentación por sexo exhibió un patrón similar en las tres especies predatoras, no encontrándose diferencias en la dieta entre machos y hembras.

Los resultados de la composición alimentaria por estratos de talla, revelaron un alto grado de similitud trófica en merluza de cola y merluza de tres aletas, no evidenciándose la conformación de unidades tróficas ontogenéticas en el rango de tallas analizadas. Sin embargo, en merluza del sur, se observó una tendencia a la segregación de los ejemplares <40 cm L.T. respecto de los de mayor tamaño, probablemente por efecto del tamaño de muestra analizado.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se puede inferir que no habría competencia intra e interespecífica por el alimento, ya sea porque el recurso alimento se encuentra con niveles de abundancia suficiente como para que las tres especies puedan acceder a ellos, y/o porque han adquirido estrategias que les permite segregarse y repartirse los recursos dentro de su dinámica espacial y temporal.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Curvas de diversidad tr3fica acumulada por estratos de talla de merluza de cola.
- Figura 2. Curvas de diversidad tr3fica acumulada por estratos de talla de merluza del sur.
- Figura 3. Curvas de diversidad tr3fica acumulada por estratos de talla de merluza de tres aletas.
- Figura 4. Composici3n de la dieta en machos y hembras de merluza de cola, expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.
- Figura 5. Composici3n de la dieta por estratos de talla de merluza de cola expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.
- Figura 6. Dendrograma de similitud tr3fica entre estratos de talla de merluza de cola. La l3nea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).
- Figura 7. Composici3n de la dieta en machos y hembras de merluza del sur, expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.
- Figura 8. Composici3n de la dieta por estratos de talla de merluza del sur expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.
- Figura 9. Dendrograma de similitud tr3fica entre estratos de talla de merluza del sur. La l3nea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).
- Figura 10. Dendrograma de similitud tr3fica mensual de merluza de tres aletas. La l3nea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).
- Figura 11. Composici3n de la dieta en machos y hembras de merluza de tres aletas, expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.
- Figura 12. Composici3n de la dieta por estratos de talla de merluza de tres aletas expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.
- Figura 13. Dendrograma de similitud tr3fica entre estratos de talla de merluza de tres aletas. La l3nea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).
- Figura 14. Dendrograma de similitud tr3fica entre merluza de cola (MC), merluza del sur (MS) y merluza de tres aletas (M3A) para el periodo analizado. La l3nea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Número total de est3magos analizados por especie, estratos de talla y sexo. MC: merluza de cola; MS: merluza del sur; M3A: merluza de tres aletas.
- Tabla 2. Estado de condici3n de los est3magos analizados por especie de merluza. MC: merluza de cola; MS: merluza del sur; M3A: merluza de tres aletas.
- Tabla 3. Composici3n tr3fica de merluza de cola expresada en porcentaje num3rico (%N), peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice de importancia relativa (IIR) por ítem presa. H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S: riqueza de presas.
- Tabla 4. Riqueza de ítems presas (S) y diversidad tr3fica por estrato de talla en merluza de cola (MC), merluza del sur (MS) y merluza de tres aletas (M3A).
- Tabla 5.- Comparaci3n de la composici3n de la dieta por estrato de tallas de merluza de cola utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).
- Tabla 6. Composici3n tr3fica de merluza del sur expresada en porcentaje num3rico (%N), peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice de importancia relativa (IIR) por ítem presa. H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S: riqueza de presas.
- Tabla 7. Comparaci3n de la composici3n de la dieta por estrato de tallas de merluza del sur utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).
- Tabla 8. Comparaci3n de la composici3n de la dieta mensual de merluza tres aletas utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).
- Tabla 9. Composici3n tr3fica de merluza de tres aletas expresada en porcentaje num3rico (%N), peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice de importancia relativa (IIR) por ítem presa. H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S: riqueza de presas.
- Tabla 10. Comparaci3n de la composici3n de la dieta por estrato de tallas de merluza de tres aletas utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).
- Tabla 11. Comparaci3n de la composici3n de la dieta entre merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).



OBJETIVO GENERAL

Determinar la composici3n de los principales ítemes alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, entre septiembre y diciembre de 2011.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la composici3n tr3fica por clase de talla y sexo en las tres especies de merluza.

Determinar la riqueza de especies y diversidad tr3fica en las tres especies de merluza.

Determinar la sobreposici3n tr3fica intra e interespecífica entre las tres especies de merluza.

MATERIAL Y METODOS

Área y época de estudio

El estudio del contenido estomacal comprendió la toma de muestras mensuales desde septiembre a diciembre del 2011, a partir de una pesca de investigaci3n realizada en las especies de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), en el área de distribuci3n de la pesquería.

Muestreos y tamaño muestral de est3magos

Los est3magos analizados se obtuvieron a partir de los muestreos biológicos que se realizaron a las tres especies de merluza, a bordo de las embarcaciones



participantes de la pesca de investigación. En cada muestreo se registró el lugar de procedencia (zona de pesca), fecha y hora de captura.

Cada ejemplar fue medido en su longitud total (L.T; cm), pesado (g) y sexado. Los estómagos fueron extraídos y conservados en bolsas plásticas perforadas, debidamente rotulados y depositados en bidones con formalina al 10%, siendo posteriormente enviados para su análisis, al Departamento Ciencias del Mar de la Universidad Arturo Prat en Iquique.

Se determinó *a priori* un tamaño mínimo de muestra para un análisis cualitativo y cuantitativo de la composición trófica de cada especie de merluza por clase de talla, utilizando información correspondiente al primer mes. Para ello se confeccionaron curvas de diversidad trófica acumulada, donde se asume que cuando se logra la asíntota la dieta está bien caracterizada con ese número total de estómagos, ya que nuevos ítemes presas son cada vez menos frecuentes (Mode & Ross, 1983; Arancibia, 1987; Fasola *et al.*, 1997; Quijada & Cáceres, 2000 y Letelier *et al.*, 2009).

Análisis en laboratorio

Los estómagos fueron analizados individualmente, siendo pesados previamente y eliminando el exceso del preservante. Las presas contenidas en los estómagos fueron identificadas, al nivel taxonómico más bajo posible, contadas y pesadas (peso húmedo, $\pm 0,0001$ g) después de remover el exceso de formalina con papel absorbente. En la identificación de las especies presas se utilizó literatura especializada (Retamal, 1981; Palma y Kaiser, 1993; Cousseau, 1993; Boltovskoy, 1999; Rocha, 2003; Aranís *et al.*, 2007). En el caso de los peces, además, se solicitó al Instituto de Fomento Pesquero muestras de otolitos de las especies de merluzas, congrio, brótola entre otros, para complementar la identificación en



peces presas en estado de digestión avanzada. Las presas en estado avanzado de digestión, fueron clasificadas como restos según su taxa más elevada (Lillo *et al.*, 2009) Para las presas pequeñas como el zooplancton, se confeccionaron curvas de calibración para el número y el peso, con ejemplares no digeridos (Medina y Arancibia, 1992; Cubillos *et al.*, 1998). Los estómagos se clasificaron en vacíos (1), con escamas (2), digeridos (3) y con contenido.

Análisis de la información

El estudio del contenido estomacal se realizó agrupando la información mensual en un solo periodo considerado como una estación. Esta base de tiempo ha revelado ser la más adecuada, al menos para jurel (*Trachurus murphy*) (Medina y Arancibia, 2002), para merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) (Cubillos *et al.*, 1998), y para el “cod” *Gadus morhua* (Pennington *et al.*, 1982). Para la merluza de tres aletas, y por solicitud de la unidad ejecutora, se realizó además, un análisis exploratorio de la composición de la dieta mensual dado el comportamiento migratorio que presenta esta especie descrito en diversos estudios (Payá *et al.*, 2002; Saavedra *et al.*, 2007; Niklitschek *et al.*, 2009).

En el análisis del contenido estomacal realizado por rango de tallas y sexo para cada especie, fueron empleados los descriptores propuestos por Hyslop (1980), siendo éstos el método gravimétrico, numérico y de frecuencia de ocurrencia, expresados en porcentaje. La importancia relativa de cada taxón de presa en la dieta del predador se determinó con el Índice de Importancia Relativa (Pinkas *et al.*, 1971 en Hyslop, 1980). Para disminuir las excesivas diferencias numéricas entre valores, se utilizó la expresión modificada a la forma logarítmica por Arancibia *et al.* (1995), cuya expresión es:

$$IIR = \ln[(N + P) * F + 1]$$



Donde: IIR es el 3ndice de importancia relativa, N es el n3mero de presa de cada tax3n en los est3magos del predador, P es el peso, F es la frecuencia de ocurrencia, expresados en porcentaje.

La diversidad tr3fica se calcul3 mediante el 3ndice de diversidad de Shannon y Wiener (H'), cuya expresi3n es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i * \log_2 P_i$$

Donde: P_i es la proporci3n de biomasa del i-esimo tax3n de presa y S es el n3mero de taxa de presas.

El 3ndice de diversidad entrega la informaci3n de cu3n heterog3nea u homog3nea es la dieta de cada depredador y, siguiendo el criterio de Berg (1979), altos valores de H' revelan un car3cter eurif3gico (gran amplitud tr3fica) de los predadores, mientras que bajos valores reflejan un car3cter estenof3gico (estrecha amplitud tr3fica).

La similitud tr3fica intra e interespec3fica se estim3 a trav3s del 3ndice de Similitud de Bray-Curtis (Bloom, 1981), siendo la variable utilizada en este an3lisis el IIR de las presas (en porcentaje), cuya expresi3n est3 definida por:

$$IS = \frac{2 \sum_{i=1}^m \min(X_{ij}, X_{kj})}{\sum_{i=1}^m (X_{ij} + X_{kj})}$$



Donde: \min es el menor IIR entre X_{ij} y X_{kj} , X_{ij} es la ocurrencia (%IIR) del j-ésimo tax3n de presa en el i-ésimo grupo de tama1o del predador; X_{kj} es la ocurrencia (%IIR) del mismo tax3n de presa en el k-ésimo grupo de tama1o del predador.

El criterio de enlace es el de pares no ponderados, utilizando promedios aritméticos (UPGMA). La significancia de la sobreposici3n tr3fica y como criterio de separaci3n de grupos se us3 el valor de similitud de $\geq 60\%$ (Zaret y Rand, 1971; Wallace, 1981). Los rangos de IS van de 0 (sin presas en com3n) hasta 1 (superposici3n completa 100%).

Para el an3lisis de similitud tr3fica intraespecífica los ejemplares de cada especie de predador fueron agrupados arbitrariamente cada 10 cm de longitud total (L.T.) (Paya, 1992; Cubillos *et al.*, 1998).

Finalmente, para comparar la alimentaci3n entre especies de merluza, por talla y sexo se utiliz3 el índice de correlaci3n de Spearman (r_s) (Fritz, 1974; Letelier *et al.*, 2009), el cual se bas3 en la contribuci3n de cada presa en la dieta expresada como %IIR. Todos los an3lisis se realizaron en el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Se analiz3 un total de 901 est3magos correspondiendo el 43% a merluza de cola, el 33% a merluza del sur y el 24% de merluza de tres aletas (Tabla 1). Cabe se1alar que no se cont3 con muestras merluza de tres aletas del mes de diciembre.

El n3mero total de est3magos analizados por estratos de talla y por sexo para las tres especies de merluza se presenta en la Tabla 1. De acuerdo con las curvas de diversidad tr3fica acumulada, obtenidas por estratos de talla para cada especie, se



consideró suficiente un número de 20 estómagos por estrato mensual para representar la dieta (Figuras 1, 2 y 3). Sin embargo, no se pudo construir curvas de diversidad para todos los estratos, debido a la falta de estómagos muestreados. El número mínimo de estómagos establecido, no se completó en todos los estratos por falta de muestras (Tabla 1).

El estado de condición de los estómagos analizados en el laboratorio arrojó que en la merluza de cola un 85% contenía alimento, en merluza del sur un 95% y en merluza de tres aletas sólo el 45%. En esta especie un 42% de estómago se encontró con escamas. El restó de estómagos de las tres especies se encontraron vacíos y digeridos en bajos porcentajes (Tabla 2).

Composición de la dieta por especie, estratos de talla y sexo

Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)

La composición de la dieta para el periodo analizado estuvo compuesta de 15 ítemes presas (considerando los restos) con un valor de diversidad trófica de 0,39, lo que indicó una dieta homogénea con tendencia a la estenofagia. El crustáceo *Munida gregaria*, en términos numéricos contribuyó con un 71%, correspondiendo a la vez, la presa de mayor importancia relativa en la dieta (%IIR=20,2). Sin embargo, en términos de la contribución en peso, el teleósteo *Sprattus fuegensis* aportó con el 40,4% seguido de restos de teleósteos con un 27,5% ocupando ambos el segundo lugar en importancia alimentaria (17,5 y 18,8 %IIR, respectivamente). Se destaca un canibalismo que representó un 5,4% de importancia relativa en la dieta. En general el grupo de los teleósteos sería el de mayor importancia alimentaria agrupando el 65,3%, considerando también los restos de teleósteos (Tabla 3).



El análisis por sexo mostró que tanto en machos como hembras, *Munida gregaria* es la presa principal (19% y 20,9% IIR respectivamente), seguido de *Sprattus fuegensis* y restos de teleósteos (Figura 4). La diferencia estaría dada por la presencia de cefalópodos y el teleósteo *Micromesistius australis* en hembras y *Merluccius australis* en machos, pero serían alimento accidental por el bajo aporte en número y su importancia relativa en la dieta. El análisis de correlación de Spearman indicó que no habría diferencias en la dieta entre ambos sexos ($r_s=0,69$; $p<0,05$).

La composición de la dieta por grupos de talla mostró que en los 6 estratos el alimento principal fue *Munida gregaria* con valores que oscilaron entre 18,8%, en el grupo 41-50 cm, hasta 37% IIR en el grupo 31-40 cm (Figura 5). Dentro del grupo de los teleósteos *Sparattus fuegensis* junto con restos de teleósteos ocuparon el segundo lugar. El canibalismo se presentó en ejemplares sobre los 71 cm de L.T. La riqueza de ítems presas (S) varió entre 4 y 11, con valores de diversidad trófica entre 0,36 y 0,71 indicando una tendencia estenofágica por grupo de talla (Tabla 4).

La similitud trófica intraespecífica reveló un alto grado de similitud entre grupos de talla, conformando un solo grupo trófico al unirse los grupos, con un valor promedio de $IS=77\%$, por sobre el nivel significancia de la similitud ($\geq 60\%$) (Figura 6). Esta significativa asociación estaría dada por el aporte del crustáceo *Munida gregaria* como del grupo teleósteos en todos los grupos de talla. Los valores del análisis de correlación de Spearman (r_s) (Tabla 5) muestran que el grupo de talla >80 cm presentó baja correlación con ejemplares entre 41 a 70 cm de L.T., diferencia dada probablemente por el aporte de los principales ítems presas y la riqueza de éstas. Esta diferencia estaría parcialmente reflejada en el dendrograma de similitud trófica en que el grupo >80 tiende a segregarse del resto.



Merluza del sur (*Merluccius australis*)

La dieta de merluza del sur estuvo conformada por 14 ítemes presas, siendo más bien homogénea y con una clara tendencia a la estenofagia ($H' = 0,37$). Los teleósteos fueron altamente dominantes en la dieta concentrando el 92% de importancia relativa. Dentro de los teleósteos, *Macruronus magellanicus* se presentó con los mayores aportes en número (31%), peso (48,8%) y frecuencia de aparición (34%) constituyéndose en el alimento principal en la merluza del sur (%IIR=19,7). Le siguen en importancia relativa *Micromesistius australis* (%IIR=16,6), resto de teleósteos (%IIR=17,6) y *Sprattus fuegensis* (%IIR=8,7) (Tabla 6).

El análisis por sexo mostró que en machos el alimento principal lo constituyeron *Micromesistius australis* y *Macruronus magellanicus* (22,9% y 22,6 %IIR, respectivamente) seguido de restos de teleósteos (18,3%) y *Sprattus fuegensis* (15,7%). En el caso de las hembras, *Macruronus magellanicus* se constituye como el alimento más importante (19,7 %IIR), dominando en número, peso y frecuencia de aparición, seguido de restos de teleósteos (17,8% IIR) y *Micromesistius australis* (16,1% IIR) (Figura 7).

El análisis de correlación de Spearman arrojó que no habrían diferencias en la dieta entre ambos sexos ($r_s=0,77$; $p<0,05$).

La composición de la dieta por estratos de talla mostró que en ejemplares <41 cm de L.T. sólo dos ítemes presas, Myctophidae y restos de teleósteos, se presentaron con baja contribución en número, peso y frecuencia de ocurrencia. El valor de diversidad trófica fue de 0,18 (Tabla 4) y con importancias relativa de 36% y 61%, respectivamente (Figura 8). Cabe destacar que solamente se analizaron 10 estómagos en este estrato.



En ejemplares de merluza del sur entre 50 y 70 cm de L.T. el alimento dominante en número, peso y frecuencia de aparición fue *Micromesistius australis*, con valores de importancia en la dieta sobre el 18%, seguido de restos de teleósteos. En ejemplares sobre los 71 cm L.T., *Macruronus magellanicus* fue la presa con mayor importancia relativa en la dieta, con valores sobre el 20%, seguido de *Micromesistius australis* y restos de teleósteos (Figura 8). La riqueza de ítems presas estuvo entre 6 y 11, con valores de H' entre 0,59 y 0,69, mostrando una dieta con carácter estenofágico (Tabla 4).

El dendrograma resultante del análisis de similitud trófica entre estratos de talla reveló la conformación de un grupo trófico por sobre el nivel de similitud significativa ($\geq 60\%$), conformada por ejemplares entre 51 y >80 cm de L.T. El estrato de talla <41 cm muestra una alta segregación dietaria separándose del resto muy por debajo del nivel de similitud significativa ($IS=21\%$) (Figura 9). Esta segregación estaría asociada al bajo número de estómagos analizados en este estrato. Los valores del análisis de correlación de Spearman (r_s) (Tabla 7) corroboran esta segregación al mostrar que el grupo de talla <41 cm presenta valores bajos de correlación ($p>0.05$) con el resto de los estratos de talla.

Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*)

El análisis de la composición de la dieta en la merluza de tres aletas comprendió primero un análisis mensual con la finalidad de explorar, a través del índice de similitud trófica (IS), si existían diferencias en la dieta, dado el carácter migratorio de tipo trófico y reproductivo que presenta esta especie en la zona sur austral de Chile y sector Atlántico. Sin embargo, se debe considerar que sólo se contó con muestras desde septiembre a noviembre, no se tuvieron muestras de todos los estratos de talla y no se dispuso del tamaño mínimo de estómagos por estratos de talla preestablecidos.



El dendrograma resultante del IS mensual reveló un alto grado de similitud trófica con un nivel de similitud promedio de un 70%, valor que está por sobre el nivel de similitud significativa (Figura 10), por lo que se consideró agrupar la información mensual en un solo periodo para los análisis respectivos. Al igual que en el dendrograma de similitud trófica, una alta correlación (r_s) entre las dietas se dio entre octubre y noviembre, siendo menor entre estos dos meses con septiembre (Tabla 8).

La dieta de la merluza de tres aleta presentó un carácter estenofágico, con un valor de $H'=0,26$ y una riqueza de ítems presas de 11, distribuidos en cefalópodos, crustáceos y peces. El grupo de los crustáceos dominó ampliamente, concentrando sobre el 50% de importancia relativa en la dieta. Dentro de este grupo los eufáusidos presentaron la mayor contribución en número, peso y frecuencia de aparición. El IIR reveló que este grupo sería el alimento principal con un valor de 21%, seguido de copépodos (17%) y amphipoda (11,2%). Los ítems Myctophidae y restos de teleósteos concentraron el 30% de importancia alimentaria (Tabla 9).

El análisis por sexo reveló un patrón similar, no encontrándose diferencias en la dieta entre machos y hembras ($r_s=0,76$; $p<0,05$). En ambos sexos el alimento principal lo constituyeron eufáusidos y copépodos con valores de IIR sobre un 16% (Figura 11).

Los resultados de la composición trófica por estratos de talla mostraron que los eufáusidos fueron el alimento principal en ejemplares entre 31 y 60 cm L.T., con valores sobre 24% IIR, mientras que en el grupo de talla 61-70 cm L.T., los peces mictófidos se presentaron con la mayor contribución en número, peso y frecuencia de ocurrencia, alcanzando en importancia relativa en la dieta un 31% (Figura 12).



En los resultados de la similitud tr3fica entre estratos de talla (Figura 13), se identific3 la conformaci3n de un grupo tr3fico al unirse los grupos de talla entre 31 cm a 60 cm L.T., por sobre el nivel de significancia de la similitud (60%) y una evidente segregaci3n de ejemplares entre 61-70 cm, a pesar de que el nivel de similitud (IS=57%) est3 muy cercano al nivel de similitud significativa.

En el an3lisis de correlaci3n de Spearman (r_s) (Tabla 10) este estrato present3 valores bajos de correlaci3n ($p > 0.05$) con el resto de los estratos de talla. La diversidad tr3fica de Shannon-Wiener arroj3 una estrecha amplitud tr3fica en todos los estratos, encontr3ndose en el estrato de 61-70 cm el valor m3s bajo de riqueza de ítems presas ($S=3$) (Tabla 4).

Comparaci3n tr3fica interespecífica

El an3lisis de la similitud tr3fica interespecífica revel3 un considerable grado de separaci3n tr3fica entre las tres especies de merluza, con una similitud promedio de 39,9%, valor que est3 por debajo del nivel de similitud significativa (Figura 14). La dieta entre las tres especies sería diferente durante el periodo considerado, arrojando el an3lisis de correlaci3n de Spearman (r_s) bajos valores ($p > 0,05$) (Tabla 11).



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tamaño mínimo de muestras por estrato de talla

El tamaño mínimo de estómagos por estrato de talla mensual, determinado a partir de las curvas de diversidad trófica en las tres especies de merluza analizadas, no fue posible completarlo en todos los estratos de talla preestablecidos. Sin embargo, con la cantidad de estómagos analizados se logra una buena descripción de la dieta en las tres especies. Lillo *et al.* (2011) determinaron un tamaño de muestra de 60 estómagos en total para merluza del sur, con el cual obtuvieron una buena representación de la dieta analizada por estrato de talla, sexo, profundidad y región. En tanto que Saavedra *et al.* (2008) analizaron 248 estómagos de merluza de tres aletas, no señalando el número mínimo de estómagos comprometidos. Sin embargo, consideraron que el número analizado fue representativo de la dieta de la merluza de tres aletas, al confirmar y coincidir con lo encontrado en estudios anteriores.

No obstante, sería necesario en futuras investigaciones cuyo objetivo principal sea dilucidar el comportamiento trófico de estas especies, contar con un mayor número de muestras para cubrir todos los estratos de talla, y en particular para la merluza de tres aletas. Lo anterior porque (1) en este estudio se analizaron estómagos de ejemplares que corresponderían principalmente a la fracción adulta considerada sobre los 35 cm de L.T. (Lillo *et al.*, 2005; Saavedra *et al.*, 2008), por lo que no hay una clara evidencia de que la alimentación cambie con la ontogenia; (2) no se contó con estómagos del mes de diciembre lo que ayudaría de cierta manera, a clarificar si la dieta cambia durante sus procesos migratorios; y (3) la baja presencia de estómagos con contenido, situación que ha sido registrada en varios estudios realizados en esta misma especie entre los años 2001 y 2005 (Saavedra *et al.*, 2008) y que se explica como una respuesta al proceso



reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria o a la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies de zooplancton (Saavedra *et al.*, 2008). Cabe hacer notar que en este estudio, un 42% de los estómagos se encontraron con escamas y no vacíos, como se señala en los estudios anteriores. La alta presencia de escamas en los estómagos también ha sido señalada en especies pelágicas como jurel (*Trachurus murphy*) y caballa (*Scomber japonicus*) de la zona norte de Chile (Medina, 1990; Medina 2010), lo cual sería atribuido a la maniobra de extracción del recurso.

Composición de la dieta por especie

Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)

Los resultados del contenido estomacal de merluza de cola identifican al crustáceo *Munida gregaria* como la presa dominante en términos numéricos y frecuencia de ocurrencia, alcanzando el valor más alto de importancia relativa en la dieta. Cabe destacar, que en general el grupo de los teleósteos sería el de mayor importancia alimentaria agrupando el 65,3% y dentro de estos *Sprattus fuegensis* con el mayor aporte en peso a la dieta. De acuerdo con el índice de diversidad, sería una especie con una conducta estenofágica y especialista con características carcinófaga e ictiófaga, en que los crustáceos aportan a la dieta en número y los teleósteos en peso. Esta situación también ha sido descrita en *Micromesistius australis* por Lillo *et al.* (2009), quienes señalan que el aporte en número de los crustáceos puede reflejar la abundancia o el tamaño de la población de las presas en el ambiente, mientras que el aporte en peso del grupo de los peces refleja una importancia en términos energéticos siendo superior al de los crustáceos y por lo tanto el grupo de los peces sería dominante en la dieta.



La comparaci3n de la dieta entre sexos revel3 un patr3n similar, compartiendo ambos la oferta ambiental de presas como *Munida gregaria*, *Sprattus fuegensis* y restos de teleosteos, las cuales se presentaron con los mayores valores importancia relativa en la dieta.

La composici3n de la dieta por estrato de talla revel3 un alto grado de similitud tr3fica con *Minuda gregaria* como alimento principal, seguido de *Sprattus fuegensis* en todos los estratos de talla. Sin embargo, el grupo de talla >80 cm de L.T. mostr3 baja correlaci3n con el resto de los estratos de talla, lo cual se debera al aporte de los principales itemes presas, as3 como a la riqueza de estas. El canibalismo se present3 en ejemplares sobre los 71 cm de L.T. y no ser3 relevante en la dieta, ya que s3lo alcanz3 una importancia de 5,4% IIR en el periodo analizado. Estos resultados difieren con lo descrito por Pool *et al.* (1997) quienes comunican que merluza de cola fue el principal item alimentario seguido del pejerrata (*Coelorhyncus fasciatus*), presentando una clara tendencia ictiofaga y un alto grado de canibalismo. Cubillos *et al.* (1998) sealan que merluza de cola present3 una dominancia de euf3usidos en su dieta durante todo el periodo de estudio, disminuyendo esta dominancia en los individuos mayores a 61 cm L.T., los que presentaron una tendencia ictiofaga al predar sobre mict3fidos, sardinas y anchovetas.

Cambios en la dieta con la talla tambi3n han sido descritos para la merluza de cola del Oci3no Atl3ntico, alrededor de las Islas Malvinas, por Brickle *et al.* (2009). Ellos, analizando la repartici3n de recursos entre la merluza de cola y la merluza tres aletas, consideradas ambas como planct3voras, determinaron para merluza de cola un total de 21 itemes presa, siendo el anf3podo pel3gico *Thermisto gaudichaudii* y Euphausiacea las presas de mayor importancia en la dieta, disminuyendo su importancia al incrementarse el tamao del pez, y destacando



que el galateido *Munida* sp. increment3 su contribuci3n en n3mero y peso al incrementarse la longitud del predador (rango analizado entre <23 y ≥ 35 cm). En este estudio, *Munida gregaria* se present3 como la presa dominante en todos los estratos de talla (31 a > 80 cm L.T).

Clark (1985) encontr3 un patr3n similar en *Macruronus novaezelandiae* del Campbell Plateau en Nueva Zelandia, comunicando la disminuci3n, en importancia relativa, de los anf3podos pel3gicos e increment3ndose dec3podos natantia (*Pasiphaea* sp.) y peces al aumentar el tama3o del predador.

Ha sido bien documentado que peces de mayor tama3o consumen presas m3s grandes, como una estrategia para satisfacer sus mayores necesidades energ3ticas, en comparaci3n con el consumo de presas de peque3o tama3o, en donde el costo metab3lico de predar presas de peque3o tama3o pero m3s abundantes, puede ser mayor que el de buscar presas grandes (Keast, 1977; Tyler, 1978; Kerr, 1971 en Clark, 1985).

Las diferencias en las presas dominantes en la dieta de merluza de cola, comunicadas por los diferentes autores, indicar3an que merluza de cola ser3a en cierta forma oportunista en su comportamiento tr3fico, ya que sus presas depender3an de la oferta de alimento que est3 presente en forma espacial y temporalmente.

Merluza del sur (*Merluccius australis*)

Los resultados obtenidos en merluza del sur, reafirman una conducta estenof3gica y especialista con caracter3sticas icti3faga, al dominar ampliamente los peces en la alimentaci3n. Dentro de este grupo *Macruronus magellanicus* constituy3 el alimento principal, seguido de *Micromesistius australis*, resto de tele3steos y



Sprattus fuegensis. Esta conducta trófica ya ha sido reportada en varios estudios (Paya, 1992; Pool *et al.*, 1997; Cordova *et al.*, 2006; Lillo *et al.*, 2009; Lillo *et al.*, 2011, entre otros) que señalan que la dieta es dominada ampliamente por *Macruronus magellanicus*. Cabe destacar que, a diferencia de los estudios mencionados, en éste no se registró ninguna especie de crustáceo en la dieta. En ellos se señala que, en términos del aporte numérico, los crustáceos fueron el grupo principal, destacándose por ejemplo *Pasiphaea dofleini* (Lillo *et al.*, 2009), o *Sergestes articus* (Lillo *et al.*, 2011) y por tanto, al igual que en merluza de cola, estos autores consideran al grupo de los peces como el principal alimento por el mayor aporte nutricional a la dieta. Al igual que en Lillo *et al.* (2009) y Lillo *et al.* (2011), diferencias significativas entre la dieta de machos y hembras no fueron encontradas durante el periodo analizado.

El análisis de la composición trófica por estrato de talla reveló diferencias en la dieta, en particular entre ejemplares de <41 cm y >50 cm de L.T. *Micromesistius australis* fue el alimento dominante en ejemplares entre 50 y 70 cm, para luego incrementarse la importancia de *Macruronus magellanicus* en ejemplares sobre los 71 cm. Sin embargo, ejemplares sobre los 50 cm habrían conformado un grupo trófico, segregándose aquellos <41 cm, lo cual estaría asociado al bajo número de ejemplares analizados.

En Lillo *et al.* (2011), analizan la dieta de merluza del sur agrupando los ítemes presas en grupos mayores y reafirman su conducta estenófaga y especialista, donde de los peces dominan, tanto en ejemplares juveniles como en categorías mayores, quedando el grupo de los crustáceos en segundo lugar. Esta conducta también es descrita respecto de la profundidad de proveniencia de los ejemplares (entre 150 y >350 m) y de la región (X y XI Región).



Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*)

La composición alimentaria de la merluza de tres aletas presentó una amplitud trófica de 11 ítemes presas, distribuida en cefalópodos, crustáceos y peces, siendo catalogado con una conducta estenofágica. El grupo de los crustáceos fue dominante en la dieta, siendo los eufáusidos el alimento de mayor importancia relativa, seguidos de copepoda y amphipoda. Estos resultados reafirman la característica zooplanctófaga, de tipo carcinófaga, y secundariamente ictiófaga que ha sido señalada en estudios de alimentación efectuados en cruceros de investigación entre los años 2001 al 2007 (Saavedra *et al.*, 2008). En ellos se describe que la dieta estuvo dominada por eufáusidos dentro de los cuales se destaca a *Euphausia vallentini*, *Thysanoessa gregaria* y *Nematoscelis megalops*, y con presencia de otros crustáceos como *Pasiphaea*. Otros ítemes presas que han sido descritos en forma secundaria son peces del género *Maurolicus*, (Saavedra *et al.* 2006), huevos de crustáceos, salpas y sifonóforos (Lillo *et al.*, 2002; Saavedra *et al.*, 2008).

La comparación de la dieta entre sexos, al igual que en la merluza de cola y merluza del sur, no reveló diferencias significativas, constituyendo los eufáusidos y copépodos el alimento principal.

La composición alimentaria por estratos de talla, reveló una alta similitud trófica entre ejemplares de 31 cm hasta 60 cm de L.T., conformando un grupo trófico. La similitud trófica estaría dada por la similar contribución de los principales ítemes presa como eufáusidos, copépodos y anfípodos. Sin embargo, la importancia de estos ítemes presa disminuiría con la talla, al aumentar la contribución del grupo peces, como mictófidios y teleósteos indeterminados en ejemplares mayores a 60 cm.



En el an3lisis de la dieta de la merluza de tres aletas del Océano Atl3ntico, Brickle *et al.* (2009) describieron una dieta conformada por 28 ítemes presa, en la cual, al igual que merluza de cola, el anfípodo *Themisto gaudicahudii* y Euphausiacea fueron las presas de mayor importancia en todas las talla analizadas (rango analizado entre <40 cm y ≥55 cm L.T.). Ellos indican, adem3s, que aunque la composici3n de las especies presas no cambi3, s3 ocurrieron cambios en la contribuci3n en peso de éstas con la talla, y se±alaron que los peces mict3fidos habr3an sido m3s importantes en peces peque±os (<40 cm) disminuyendo su contribuci3n en peso al incrementarse el tama±o de los peces.

Variaciones estacionales y regionales en la dieta de la merluza de tres aletas del Océano Atl3ntico tambi3n fueron analizadas por Brickle *et al.* (2009), se±alando que las presas de mayor importancia cambiaron su contribuci3n en peso estacional y regionalmente. Las variaciones estacionales reflejar3an la abundancia estacional de las presas alrededor de las Islas Malvinas y las variaciones regionales estar3an determinadas por la estructura de las agua en las dos regiones ecol3gicas establecidas para la toma de las muestras (zona noreste de las Islas Malvinas dominada por la corriente de deriva Argentina y zona sur oriental dominada por aguas subant3rticas de la corriente fr3a de las Malvinas).

Comparaci3n de la dieta entre merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas.

El an3lisis de similitud tr3fica interespec3fico revel3 un considerable grado de separaci3n tr3fica entre las tres especies de merluza, es decir la dieta de las tres especies ser3 diferente durante el periodo considerado, en t3rminos de la importancia relativa de las presas.



Los resultados obtenidos en este estudio dejan en evidencia que las tres especies de merluza presentan una conducta estenofágica y especialista al preñar sobre un estrecho espectro trófico, conducta que ya ha sido comunicada en varios estudios (Paya, 1992; Pool *et al.*, 1997; Córdova *et al.*, 2006; Saavedra *et al.*, 2008; Lillo *et al.*, 2009; Lillo *et al.*, 2011, entre otros), donde la dieta, a pesar que la composición taxonómica sería un tanto similar, se diferencia en los ítemes presas de mayor importancia relativa y que dominan en la composición alimentaria. La merluza de tres aletas, tendría características zooplanctófaga y secundariamente ictiófaga, mientras que en la merluza de cola la dieta tiene características carcinófaga e ictiofaga y que en la merluza del sur sería mayoritariamente ictiófaga. Cabe destacar la tendencia ictiófaga de merluza de cola y merluza del sur al preñar sobre sí misma la primera, y ambas especies sobre la merluza de tres aletas, predación que podría llegar a tener un impacto significativo en el tamaño de las poblaciones de estos recursos en determinadas épocas del año (Paya, 1992; Pool, *et al.* 1997).

En relación a esto, sería interesante conocer cuáles son las tallas que están siendo efectivamente consumidas por merluza de cola y merluza del sur, cuantificar esta mortalidad por predación y si se corresponden con los tamaños que están siendo capturados por la pesquería. Estas estimaciones podrían ser complementarias en las evaluaciones de stock realizados en estos recursos pesqueros, como también para un futuro manejo ecosistémico de estas pesquerías.

De acuerdo con los resultados se puede inferir que no habría competencia interespecífica por el alimento, y que las especies pueden coexistir sin causar efectos negativos una sobre las otras. Si el recurso alimento es limitado, la coexistencia puede darse si los predadores difieren en su comportamiento



alimentario o son morfol3gicamente diferentes. En caso contrario, la coexistencia tambi3n puede darse si el recurso alimento se encuentra con niveles de abundancia suficiente como para que todas las especies de predadores puedan acceder a ellos. Al respecto, Arancibia (1989) plantea que en 3reas donde el alimento se presenta con grandes niveles de abundancia, las diferencias intra e interespec3ficas en la similitud tr3fica parecen ser no significativas. Shoener (1974) y Ross (1986) citados por Brickle *et al.* (2009), sostienen que la repartici3n del recurso alimento puede producirse por la segregaci3n dentro de los tres ejes de recursos principales: el alimento, el espacio y el tiempo, y que ha sido reportado en varias especies.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arancibia, H. 1987. On the application of multivariate analysis in the determination of "ontogenetic trophic units" in Chilean hake, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848). C.M./G:67 Demersal Fish Cttee., Ref. Statistics Cttee., 19 p.
- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off Central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen (FRG), 221 p.
- Arancibia, H., L. Vilugr3n y D. Arcos. (Eds). 1995. Estudio biol3gico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 018-93. Organismo ejecutor: Instituto de Investigaci3n Pesquera Octava Regi3n, Chile.
- Aranis, A., R. Meléndez, G. Pequeño y F. Cerna. 2007. *Sprattus fuegensis* en aguas interiores de Chiloé, Chile (Osteichthyes: Clupeiformes: Clupeidae). Gayana 71(1): 102-113.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). Mar. Biol. 50:263-273.
- Bloom, S.A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5: 125-128.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicaci3n especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.



- Brickle, P., A. Arkhipkin, V. Laptikhovsky, A. Stocks and A. Taylor. 2009. Resource partitioning by two large planktivorous fishes *Micromesistius australis* and *Macruronus magellanicus* in the Southwest Atlantic. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84: 91-98.
- Clark, M. 1985. The food and feeding of seven fish species from the Campbell Plateau, New Zealand. Vol.19: 339-363.
- Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra, M. A. Barbieri y J. C. Saavedra. 2006. Evaluación de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2005. Informe Final. FIP 2005-04. IFOP, 104 p. (más tablas y figuras).
- Cousseau, M. B. 1993. Las especies del Orden Gadiformes del Atlántico Sudamericano comprendido entre 34° y 55° y su relación con las de otras áreas. *Frente Marítimo*, Vol. 13, Sec. A: 7-108.
- Cubillos L., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Miranda, R. Alarcón, C. Pino, A. Sepúlveda, G. Vásquez. 1998. Estudio biológico-pesquero de merluza de cola en el área de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe Final Proyecto FIP N°96-19. 158 p.
- Fasola, M., L. Canova, F. Foschi, O. Novelli y M. Bressan. 1997. Resource use by a Mediterranean rocky slope fish assemblage. *Mar. Ecol.*: 18(1): 51-66.
- Fritz, E. 1974. Total diet comparison in fishes by Spearman rank correlations coefficients. *Copeia*, 1974: 210-214.



- Hammer Ø, D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4: 1-9.
- Hyslop E.J. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* 17: 411-429.
- Letelier S., R. Meléndez, E. Carreño, S. Lopez y P. Barría. 2009. Alimentaci3n y relaciones tr3ficas del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758), frente a Chile centro-norte durante 2005. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37(1): 107-119.
- Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, E. DÍaz y A. Saavedra. 2005. Evaluaci3n hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2004. Informe Final Proyecto FIP 2004-08-01.
- Lillo S., C. Lang, V. Ojeda, R. C3spedes, L. Adasme, R. Meléndez, E. Molina, M. Rojas, A. Saavedra. 2009. Evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores de la X y XI Regiones. Año 2007. Informe Final FIP N° 2007-14. 105 pag. + Anexo Tablas y Figuras.
- Lillo S., C. Lang, V. Ojeda, R. C3spedes, L. Adasme, R. Meléndez, E. Molina, M. Rojas, A. Saavedra. 2011. Evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores de la X y XI Regiones. Año 2009. Informe Final FIP N° 2009-09. 99 pág. + Anexo Tablas y Figuras.
- Medina, M. 1990. Interacciones tr3ficas entre el jurel (*Trachurus murphyi*, Nichols) y la caballa (*Scomber japonicus*, Jordán y Hubbs) en el ecosistema



pelágico de la zona norte de Chile. Tesis de Biólogo Pesquero. Universidad Arturo Prat, Iquique.

Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*) en el ecosistema pelágico del Norte de Chile. Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 2: 67-78.

Medina, M. y H. Arancibia. 2002. Dinámica trófica del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso. 30(1): 45-55.

Medina, M. 2010. Comportamiento trófico del jurel dentro y fuera de la zona costera-nerítica del norte de Chile. Informe Técnico Final FIC-R. Región de Tarapacá. 62 pág.

Modde, T. y S. T. Ross. 1983. Trophic relationships of fishes occurring within a surf zone habitat in the northern Gulf of México. Northeast Gulf Sci. 6: 109-120.

Niklitschek E.; C. Canales, S. Ferrada, R. Galleguillos, M. George-Nascimento, E. Hernández, C. Herranz, A. Lafon, R. Roa, P. Toledo. 2009. Unidades poblacionales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*).

Informe Final Corregido Proyecto FIP 2006-15. 108 p.

Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino en aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Payá, I. 1992. The diet of patagonian hake *Merluccius australis polylepis* and its daily ration of patagonian grenadier *Macrouronus megellanicus*. In: Benguela Trophic Functioning. Payne, A. I. L., Brink, K. H., Mann, K. H.



and R. Hilborn (Eds.). South African Journal of Marine Sciences, 12:753-760.

Paya, I., P. Rubilar, H. Pool, R. Cespedes, H. Reyes, N. Ehrhardt, L. Adasme & H. Hidalgo. 2002. Evaluación de merluza de cola y merluza de tres aletas. Informe final proyecto FIP 2000-15. IFOP, Valparaiso (Chile). 163 p.

Pennington, M., R. Bowman y R. Langton. 1982. Variability of the weight of stomach contents of fish and its implications for food studies. In: Gutshop 81. Fish food habits studies proceedings of the Third Pacific Workshop. Gregor M. Cacilliet and Charles A. Simenstad (Eds.). A. Washington Sea Grant Publication. University of Washington: 2-7.

Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortés y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas recursos demersales sur austral. Informe final FIP 94-32. IFOP, 75 p. (más tablas y figuras).

Quijada, P. A. y C. W. Cáceres. 2000. Patrones de abundancia, composición trófica y distribución espacial del ensamble de peces intermareales de la zona centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 73: 739-747

Retamal, M. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana Zoológica, Vol 44.

Rocha F, 2003. Biología, ecología, cultivo y pesquerías de cefalópodos. Curso de Postgrado Universidad Austral de Chile, 206 p.

Saavedra A., R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, J. Oliva, E. Molina y P. Rojas. 2007. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de



tres aletas. Informe Final Proyecto FIP N° 2007-15, 144 p. (más tablas, figuras y anexos).

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., R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, J. Oliva, E. Molina y P. Rojas. 2008. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2007. Informe Final Proyecto FIP N° 2007-15. 144 pág. (más tablas, figuras y anexos).

Wallace R. 1981. An assesment of the diet – overlap indexes. Trans. A. Fish. Soc., 110(1):72-76.

Zaret, T. & S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: Support for the competitive exclusion principle. Ecology, 52:336-342





ANEXO 1

FIGURAS



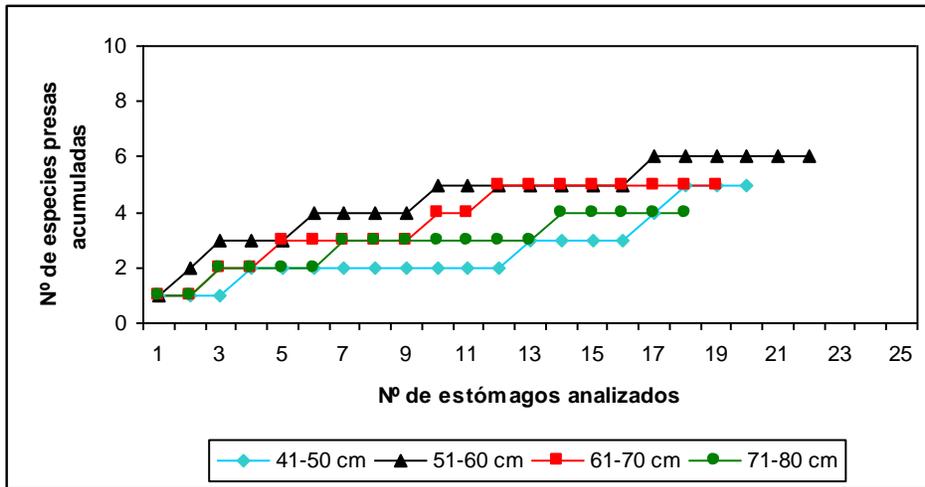


Figura 1. Curvas de diversidad tr3fica acumulada por estratos de talla de merluza de cola.

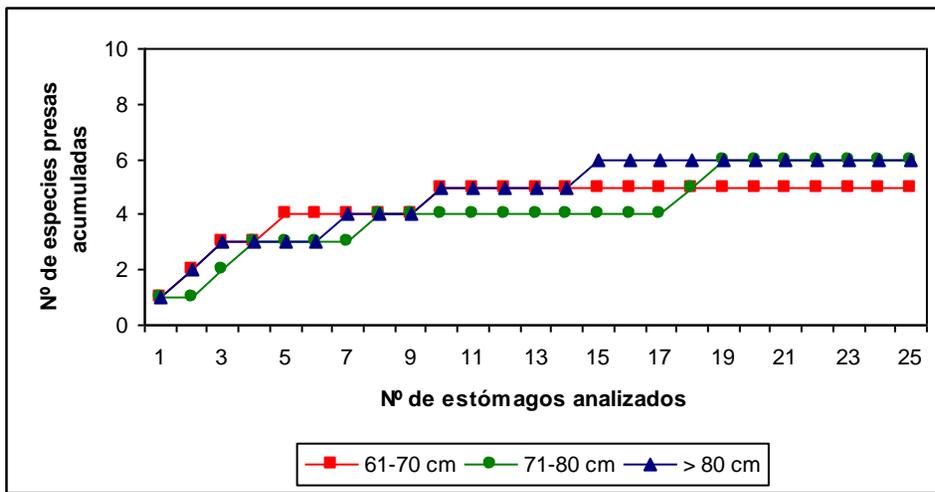


Figura 2. Curvas de diversidad tr3fica acumulada por estratos de talla de merluza del sur.

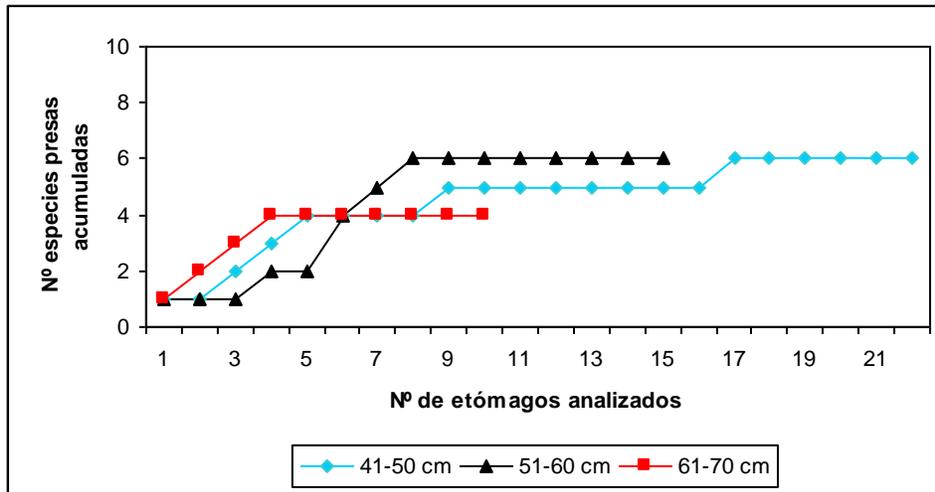


Figura 3. Curvas de diversidad trófica acumulada por estratos de talla de merluza de tres aletas.

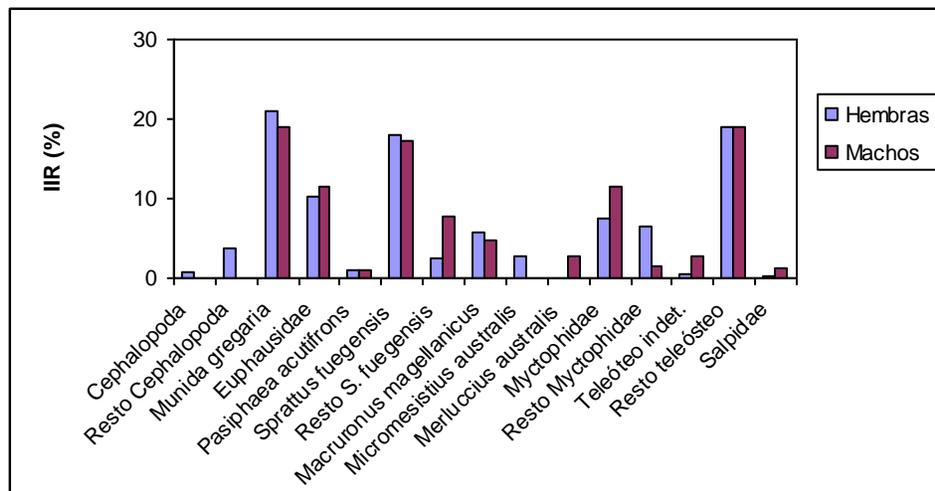


Figura 4. Composición de la dieta en machos y hembras de merluza de cola, expresada en porcentaje del índice de importancia relativa.

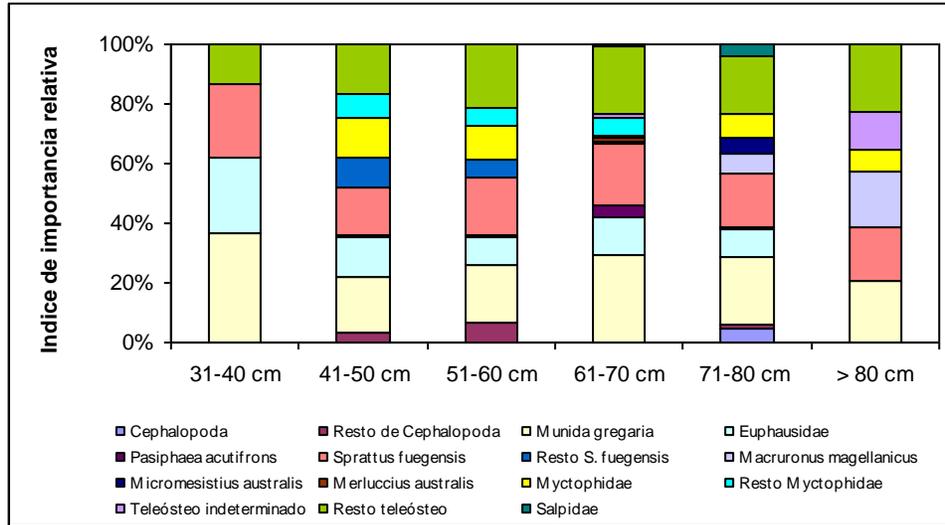


Figura 5. Composici3n de la dieta por estratos de talla de merluza de cola expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.

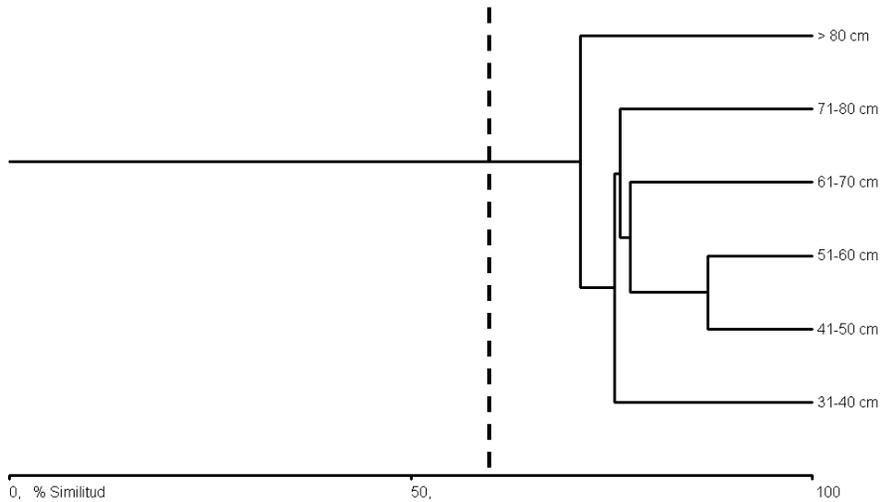


Figura 6. Dendrograma de similitud tr3fica entre estratos de talla de merluza de cola. La l3nea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).

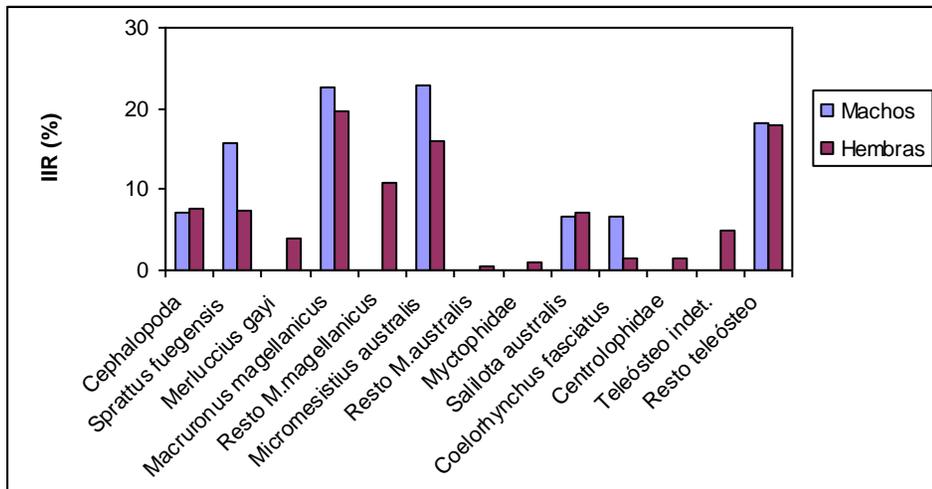


Figura 7. Composición de la dieta en machos y hembras de merluza del sur, expresada en porcentaje del índice de importancia relativa.

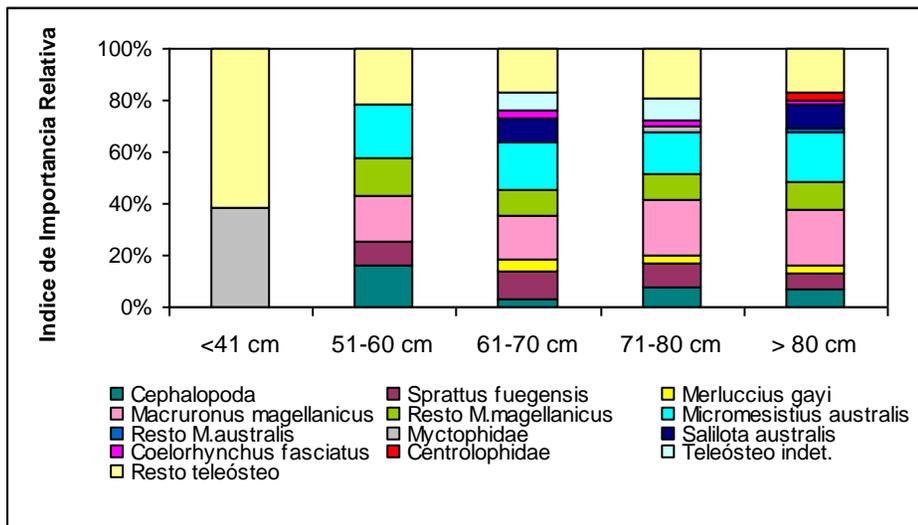


Figura 8. Composición de la dieta por estratos de talla de merluza del sur expresada en porcentaje del índice de importancia relativa.

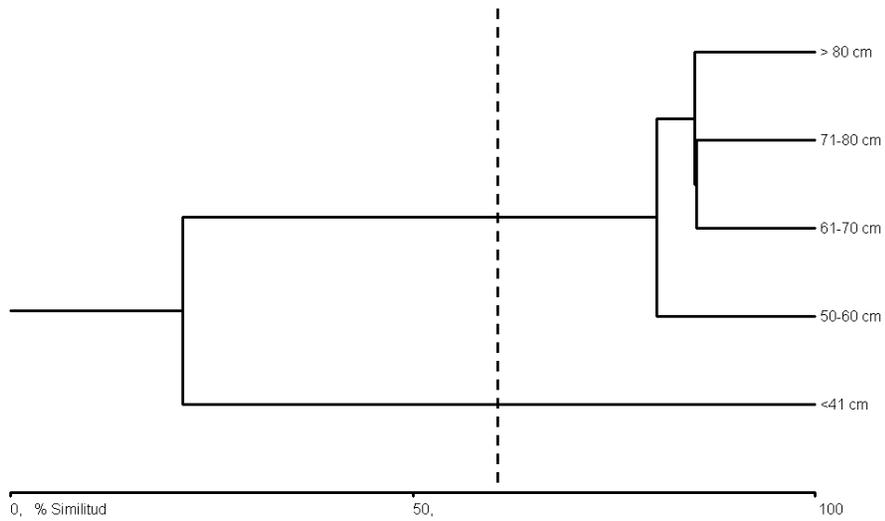


Figura 9. Dendrograma de similitud tr3fica entre estratos de talla de merluza del sur. La lnea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).

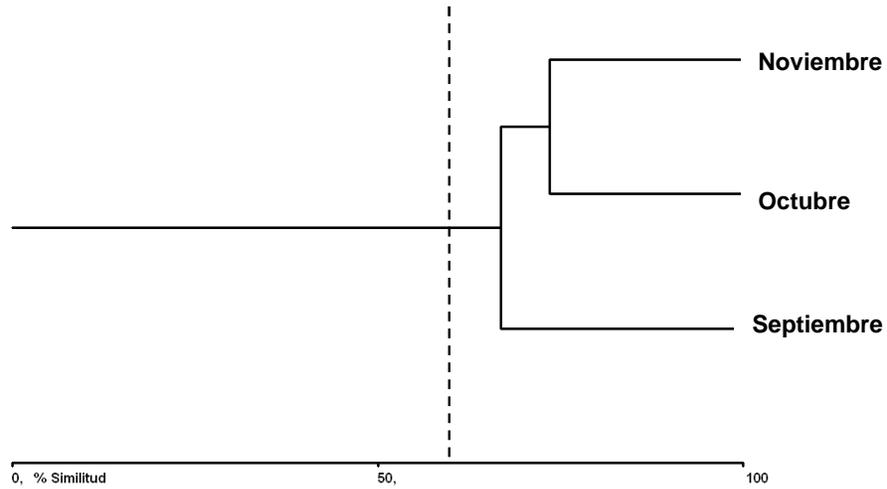


Figura 10. Dendrograma de similitud tr3fica mensual de merluza de tres aletas. La lnea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).

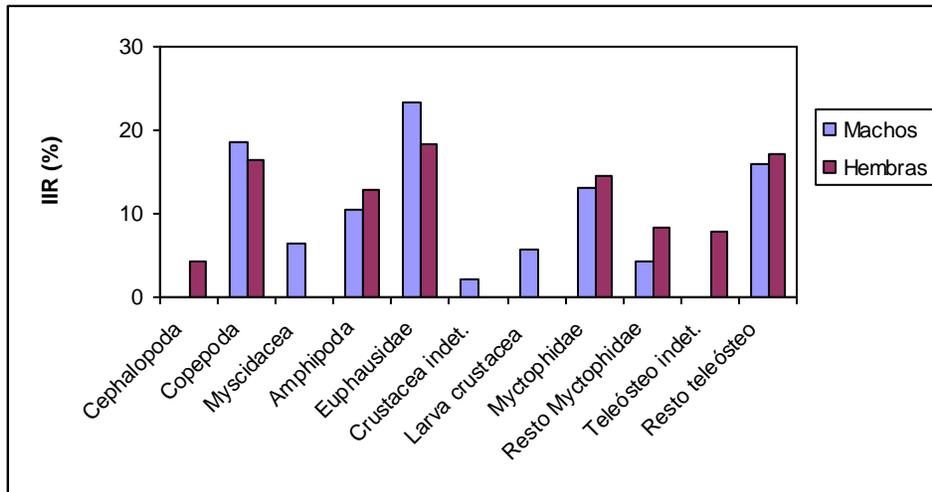


Figura 11. Composici3n de la dieta en machos y hembras de merluza de tres aletas, expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.

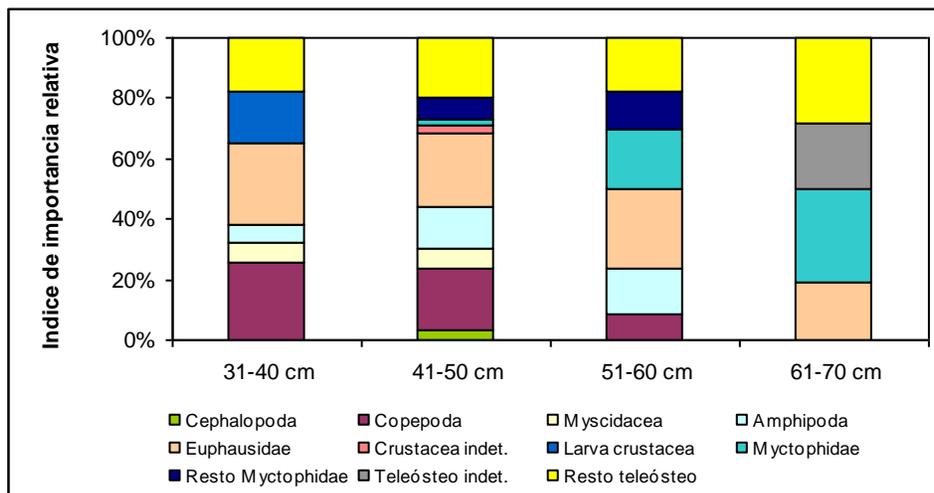


Figura 12. Composici3n de la dieta por estratos de talla de merluza de tres aletas expresada en porcentaje del 3ndice de importancia relativa.

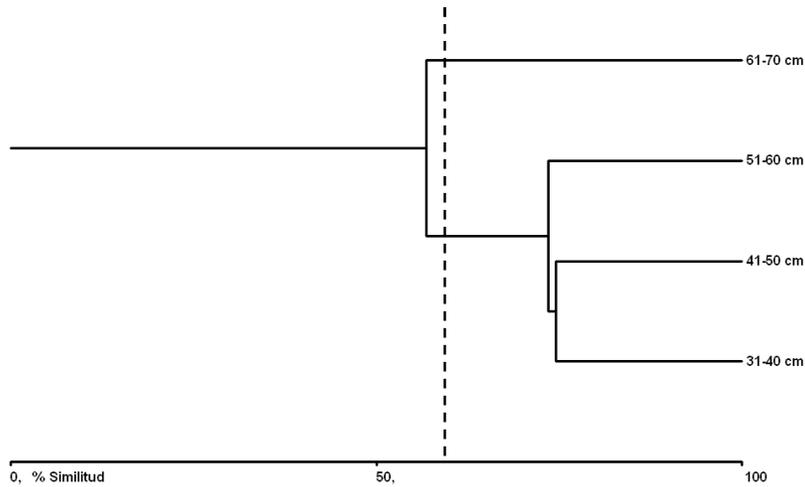


Figura 13. Dendrograma de similitud tr3fica entre estratos de talla de merluza de tres aletas. La lnea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).

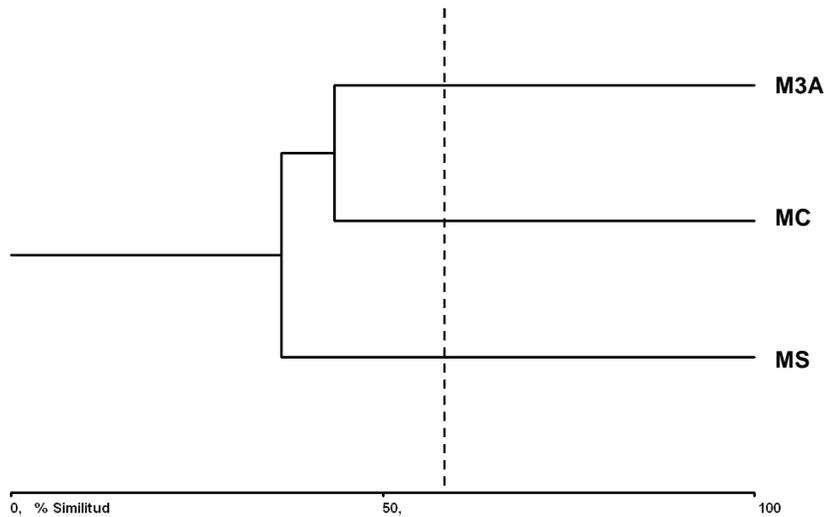


Figura 14. Dendrograma de similitud tr3fica entre merluza de cola (MC), merluza del sur (MS) y merluza de tres aletas (M3A) para el periodo analizado. La lnea punteada indica el nivel de significancia de la similitud ($\geq 60\%$).





ANEXO 2

TABLAS





Tabla 1. Número total de estómagos analizados por especie, estratos de talla y sexo. MC: merluza de cola; MS: merluza del sur; M3A: merluza de tres aletas.

ESTRATOS DE TALLA	MC	MS	M3A
31-40	14	10	18
41-50	94		112
51-60	112	25	55
61-70	90	66	28
71-80	55	96	
>80	25	101	
SEXO			
Hembras	245 (63%)	262 (88%)	96 (45%)
Macho	145 (37%)	36 (12%)	117 (55%)
TOTAL POR ESPECIE	390	298	213
% DEL TOTAL ANALIZADO (N = 901)	43	33	24

Tabla 2. Estado de condición de los estómagos analizados por especie de merluza. MC: merluza de cola; MS: merluza del sur; M3A: merluza de tres aletas.

ESPECIE	MC		MS		M3A	
	N	%	N	%	N	%
ESTOMAGOS						
Analizados	390	100	298	100	213	100
Vacío	17	4	6	2	24	11
Con escamas	22	6	8	3	93	42
Digeridos	10	3	1	0	4	2
Con alimento	341	87	283	95	92	45



Tabla 3. Composición trófica de merluza de cola expresada en porcentaje numérico (%N), peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice de importancia relativa (IIR) por ítem presa. H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S: riqueza de presas.

PRESAS	N	P	F	%N	%P	%F	IIR	%IIR
Cephalopoda	2	16,50	2	0,08	0,21	0,58	0,16	0,41
Resto Cephalopoda	5	64,10	5	0,21	0,80	1,45	0,90	2,35
<i>Munida gregaria</i>	1.707	1.364,63	90	71,69	16,96	26,16	7,75	20,23
Euphausiidae	209	10,31	22	8,78	0,13	6,40	4,06	10,60
<i>Pasiphaea acutifrons</i>	6	3,10	6	0,25	0,04	1,74	0,41	1,07
<i>Sprattus fuegensis</i>	152	3.256,58	62	6,38	40,47	18,02	6,74	17,59
Resto <i>S. fuegensis</i>	9	145,20	8	0,38	1,80	2,33	1,80	4,71
<i>Macrurus magellanicus</i>	4	474,30	4	0,17	5,89	1,16	2,09	5,44
<i>Micromesistius australis</i>	2	114,00	2	0,08	1,42	0,58	0,63	1,64
<i>Merluccius australis</i>	2	51,20	1	0,08	0,64	0,29	0,19	0,50
Myctophidae	66	171,60	23	2,77	2,13	6,69	3,52	9,19
Resto Myctophidae	20	97,00	11	0,84	1,21	3,20	2,02	5,27
Teleósteo indet.	5	59,70	3	0,21	0,74	0,87	0,60	1,58
Resto teleósteo	188	2.214,56	133	7,90	27,52	38,66	7,22	18,85
Salpidae	4	4,00	4	0,17	0,05	1,16	0,23	0,59
S	15							
H'	0,39							

Tabla 4.- Riqueza de ítems presas (S) y diversidad trófica por estrato de talla en merluza de cola (MC), merluza del sur (MS) y merluza de tres aletas (M3A).

ESPECIE	MC		MS		M3A	
	S	H'	S	H'	S	H'
ESTRATO TALLA (cm)						
31-40	4	0,36	2	0,18	6	0,33
41-50	9	0,72			9	0,46
51-60	9	0,54	6	0,66	6	0,51
61-70	11	0,58	10	0,69	3	0,41
71-80	11	0,61	10	0,59		
> 80	6	0,65	11	0,62		



Tabla 5. Comparación de la composición de la dieta por estrato de tallas de merluza de cola utilizando el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).

	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	> 80
31-40	0	0,00051505	0,0018478	0,00069288	0,00083168	0,048395
41-50	0,78581	0	1,24E-10	0,0069533	0,017345	0,086217
51-60	0,73374	0,98095	0	0,016285	0,013376	0,06838
61-70	0,77482	0,66392	0,60757	0	0,067259	0,13954
71-80	0,76775	0,60295	0,62156	0,48442	0	0,011106
> 80	0,51709	0,45774	0,48271	0,40005	0,63423	0

Tabla 6. Composición trófica de merluza del sur expresada en porcentaje numérico (%N), peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice de importancia relativa (IIR) por ítem presa. H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S: riqueza de presas.

PRESAS	N	P	F	%N	%P	%F	%IIR
Cephalopoda	11	1.197,30	10	3,11	2,11	3,53	7,37
<i>Sprattus fuegensis</i>	33	661,80	9	9,32	1,17	3,18	8,79
<i>Merluccius gayi</i>	4	999,20	3	1,13	1,76	1,06	3,48
<i>Macruronus magellanicus</i>	110	27.701,50	99	31,07	48,83	34,98	19,72
Resto <i>M.magellanicus</i>	19	2.955,80	17	5,37	5,21	6,01	10,35
<i>Micromesistius australis</i>	61	12.528,80	58	17,23	22,09	20,49	16,63
Resto <i>M.australis</i>	1	113,80	1	0,28	0,20	0,35	0,39
Myctophidae	2	15,10	2	0,56	0,03	0,71	0,87
<i>Salilota australis</i>	8	2.324,70	7	2,26	4,10	2,47	7,00
<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	3	236,70	3	0,85	0,42	1,06	2,11
Centrolophidae	1	805,80	1	0,28	1,42	0,35	1,17
Teleósteo indeterminado	6	626,30	5	1,69	1,10	1,77	4,43
Resto teleósteo	95	6.563,00	91	26,84	11,57	32,16	17,69
S	13						
H'	0,37						



Tabla 7. Comparación de la composición de la dieta por estrato de tallas de merluza del sur utilizando el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).

	31-40	51-60	61-70	71-80	> 80
31-40	0	0,4539	0,95457	0,62632	0,88718
51-60	0,22792	0	0,0039184	0,00021082	0,00042705
61-70	-0,017568	0,73877	0	0,00033785	0,0022522
71-80	0,14933	0,85289	0,83889	0	0,018048
> 80	-0,043739	0,83141	0,76626	0,64178	0

Tabla 8. Comparación de la composición de la dieta mensual de merluza tres aletas utilizando el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).

	Septiembre	Octubre	Noviembre
Septiembre	0	0,35673	0,30743
Octubre	0,30805	0	0,0038874
Noviembre	0,33925	0,78905	0

Tabla 9. Composición trófica de merluza de tres aletas expresada en porcentaje numérico (%N), peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%F) e índice de importancia relativa (IIR) por ítem presa. H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S: riqueza de presas.

PRESAS	N	P	F	%N	%P	%F	IIR	%IIR
Cephalopoda	9	0,77	1	0,32	0,36	1,01	0,52	1,30
Copepoda	1.234	1,74	22	44,06	0,80	22,22	6,91	17,17
Myscidacea	24	0,13	5	0,86	0,06	5,05	1,73	4,30
Amphipoda	99	2,37	19	3,53	1,10	19,19	4,50	11,19
Euphausidae	1.337	66,04	54	47,73	30,50	54,55	8,36	20,79
Crustacea indet.	1	0,74	1	0,04	0,34	1,01	0,32	0,80
Larva crustacea	46	0,06	2	1,64	0,03	2,02	1,48	3,67
Myctophidae	13	62,43	8	0,46	28,83	8,08	5,47	13,61
Resto Myctophidae	4	6,24	4	0,14	2,88	4,04	2,58	6,42
Teleósteo indet.	1	10,07	1	0,04	4,65	1,01	1,75	4,34
Resto teleósteo	33	65,94	23	1,18	30,45	23,23	6,60	16,42
S	11							
H'	0,26							



Tabla 10. Comparaci3n de la composici3n de la dieta por estrato de tallas de merluza de tres aletas utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).

	31-40	41-50	51-60	61-70
31-40	0	0,020464	0,19842	0,94861
41-50	0,68328	0	0,050008	0,86539
51-60	0,42	0,60205	0	0,071218
61-70	0,022086	-0,058043	0,5632	0

Tabla 11. Comparaci3n de la composici3n de la dieta entre merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas utilizando el coeficiente de correlaci3n de Spearman (r_s) (bajo la diagonal) y el nivel de significancia (p) (sobre la diagonal).

	MS	MC	M3A
MS	0	0,58312	0,31657
MC	0,11284	0	0,60779
M3A	-0,20438	0,10556	0

A N E X O 3

“Características de las agregaciones de merluza de tres aletas *Micromesistius australis* asociado a niveles de biomasa y abundancia en la zona sur austral de Chile en el período 2001-2009

Álvaro Saavedra Godoy

Trabajo presentado en el XXX Congreso de Ciencias del Mar”, Concepción, Chile
19-22 Octubre, 2010



XXX Congreso de Ciencias del Mar – Chile
Concepción - 2010

Características de las agregaciones de merluza de tres aletas *Micromesistius australis* asociado a niveles de biomasa y abundancia en la zona sur austral de Chile en el período 2001-2009.

Saavedra A.¹

¹Instituto de Fomento Pesquero, IFOP
Blanco 839, Valparaíso, Chile
asaavedra@ifop.cl

Introducción

Las agregaciones de peces o cardúmenes se comportan como un superorganismo, el cual permite la defensa de éstos contra predadores, favoreciendo a la vez la alimentación y reproducción de éstos. El conocimiento de la dinámica temporal y espacial de estas agregaciones puede contribuir a explicar el comportamiento del recurso. Merluza de tres aletas presenta un comportamiento que refleja lo anterior, siendo una especie que presenta un comportamiento anual claramente definido, caracterizándose por la presencia de un pulso migratorio de carácter reproductivo, que ingresa, con densas agregaciones, a la zona sur austral chilena a fines del primer semestre proveniente del sector Atlántico, y que se desplaza hacia el norte, asociado a la plataforma y talud continental hacia un área de desove localizada entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S, donde se concentra desde mediados de julio a septiembre, retornando luego hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre en dirección al Atlántico Suroccidental (Lillo *et al.*,1993). La mayor concentración de este recurso se produce durante Agosto, que es cuando, desde el año 2001 al 2009 y mediante fondos del FIP y del BIP (2006), el IFOP ha realizado las evaluaciones hidroacústicas de biomasa y abundancia de merluza de tres aletas. Lo anterior ha permitido además, caracterizar las agregaciones de esta especie, mediante la utilización de descriptores morfométricos, batimétricos y de energía durante la serie de años, observándose algunos años una relación entre disminuciones anuales en los estimados de biomasa con disminuciones en el tamaño de las agregaciones. Es así como el objetivo de este trabajo es asociar las características de las agregaciones de merluza de tres aletas con las estimaciones de biomasa y abundancia en la serie de años 2001-2009.



Materiales y métodos

La base de datos de las agregaciones proviene de los cruceros de evaluación hidroacústica de los años 2001 al 2009 (Lillo *et al* 2002, Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010), realizados a bordo del B/I Abate Molina (2003-2004), B/F Unzen (2001-2002-2005 y 2006), B/F Ocean Dawn (2007) y Friosur VIII (2008 y 2009). Los datos fueron recopilados utilizando el ecointegrador EK-500 y EK60 de Simrad, transductor Simrad split beam de 38 Khz (ES38B) y procesándose mediante el software SonarData Echoview®. Antes de cada crucero los equipos fueron previamente calibrados. Todos los cruceros se realizaron en el área comprendida entre la latitud 47°S y 51°S, durante el período de desove y por ende de máxima agregación durante agosto, excepto los años 2001 y 2004 en que se realizó la primera quincena de septiembre.

Los datos extraídos de las agregaciones están referidos a su morfometría, batimetría y energía, agrupándose en los siguientes descriptores:

Descriptores morfológicos: Dentro de los descriptores morfológicos extraídos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el área transversal (m²), el largo (m) y el perímetro (m), a partir de las cuales se pueden derivar otros descriptores que permiten definir mas características de la agregación, tal como la dimensión fractal (*DFrac*), que 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, y la elongación (*Elon*) que 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.

Descriptores batimétricos: Los descriptores batimétricos extraídos directamente del ecograma fueron la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m) medida desde la superficie hasta el punto medio del alto de la agregación. Indirectamente se calculó el índice de altura (*IndAlt*), el cual es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo, expresándose en forma porcentual, pudiéndose determinar si la especie en cuestión presenta dependencia con el fondo.

Descriptores de energía: Están referidos a la energía retrodispersada de las agregaciones en unidades de s_A (m²/mn²) y a la densidad acústica (*Dens*) de las agregaciones referidas en unidades de s_A por área (s_A/m^2), determinadas de acuerdo a:



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

Donde: $Sv_{prom} = 10 * \text{Log}(E)$ (Db), $E = \sum_{i=1}^N E_i$, $E_i = 10^{\frac{Sv_i}{10}}$

Alto= Altura media (m) de la agregación

N: número de muestras utilizadas para calcular Sv_{prom} en la agregación, y

$$Dens = s_A / Area$$

Donde *Area*: Area transversal (m²) de la agregación.

Los datos fueron tratados mediante estadística descriptiva a fin de determinar sus valores promedio con sus respectivas dispersiones de las variables analizadas. A esta base de datos se le adicionó los valores referidos a biomasa, abundancia y número de observaciones a fin de analizar mediante técnicas multivariadas, específicamente mediante la aplicación del análisis de componentes principales (APC), las tendencias y/o relaciones que interactúan y se agrupan en la nube de puntos. 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. Finalmente 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 la determinación de los componentes seleccionados como principales para su posterior interpretación.

Resultados

Los valores promedio de los descriptores en la serie de años (Tabla 1) reflejan una tendencia de merluza de tres aletas a formar agregaciones de tipo alargadas (estrato), bien definidas en los bordes, altas densidades y con una distribución batimétrica entre los 200 y 300 m principalmente.

Tabla 1. Valores promedio descriptores año 2001-2009

Año	Largo (m)	Alto (m)	Elon (m)	Perim (m)	Area (m2)	Dim.Frac	Prof Card (m)	Fondo (m)	Ind.Alt. (%)	SA (m2/mn2)	Dens (SA/area)	Nº obs	Biomasa (miles ton)	Abund. (millones)
2001	1035	45	27	6095	14152	1,55	190	258	20	5711	0,45	300	200	247
2002	1398	34	40	5990	44516	1,35	240	569	43	4113	0,27	147	180	180
2003	1776	31	56	7722	65831	1,36	253	414	30	9323	0,54	107	174	173
2004	1742	23	80	9530	42787	1,46	208	448	44	11942	0,29	46	84	117
2005	1088	21	53	5214	28226	1,41	181	261	22	10513	0,46	136	174	179
2006	527	14	42	2639	8570	1,39	159	238	22	3573	0,74	181	129	178
2007	675	16	57	3649	9986	1,47	202	275	17	2260	0,68	70	99	97
2008	536	24	23	3057	13994	1,34	256	398	28	2178	0,35	66	93	107
2009	579	23	25	1682	18304	1,29	221	301	23	6506	0,79	79	174	114



La variación de los descriptores morfológicos largo, alto, perímetro y área, especialmente en el período 2003-2006, reflejan una tendencia a la disminución, resultando en promedio en agregaciones de menor tamaño al final de la serie (Fig.1), con un repunte especialmente del alto y del área los años 2007-2009. Los valores de Biomasa y Abundancia presentaron una tendencia a la baja durante el período 2001-2007, presentando una tendencia al alza los años 2008-2009, especialmente de la abundancia. Los descriptores batimétricos reflejaron que durante el período 2002-2006 merluza de tres aletas disminuyó levemente su valor promedio de profundidad de agregaciones, ubicándose también en sectores de menor fondo o mas cercano a la costa. Luego se observa una profundización en general de ambos factores para el año 2009.

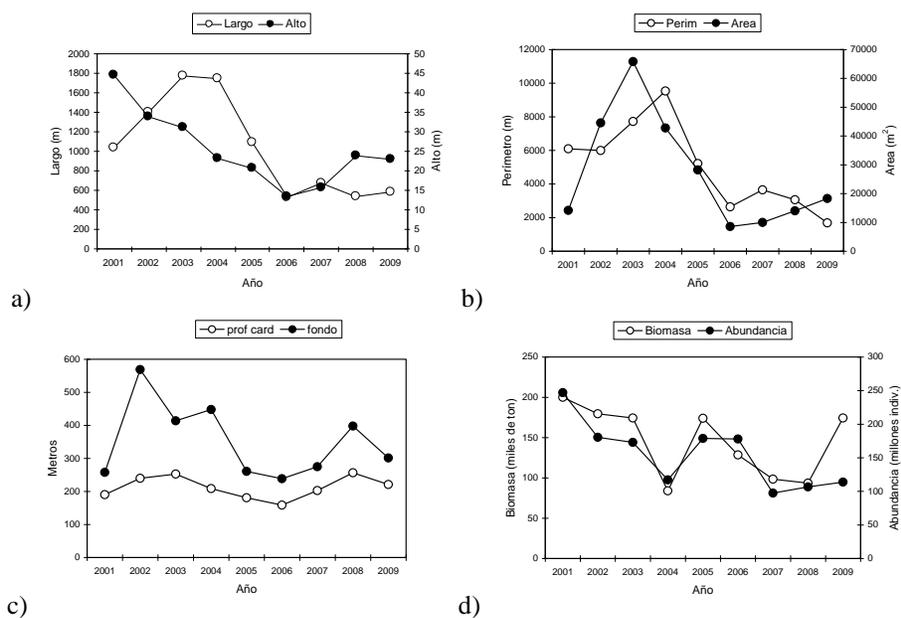


Figura 1. Variaci3n a3os 2001-2009 de los valores promedio de: a) Largo y Alto, b) Per3metro y 1rea, c) Prof. Cardumen y Fondo, d) Biomasa u Abundancia

La matriz de correlaciones present3 sus mejores asociaciones entre los descriptores largo-per3metro (0,88), largo-1rea (0,87), 1rea-per3metro (0,77), largo-elongaci3n (0,75) y per3metro-elongaci3n (0,61). El 3ndice de altura present3 buena asociaci3n con la profundidad del fondo (0,83), mientras que el n3mero de observaciones present3 una fuerte correlaci3n con la abundancia (0,95) y la biomasa (0,67). La correlaci3n entre biomasa y abundancia fue de 0,78. La aplicaci3n del ACP arroj3 cuatro componentes principales explicando en conjunto el 77% de la varianza. El primer componente asoci3 variables morfom3tricas (largo, elongaci3n, per3metro y 1rea), el segundo componente correlacion3 las variables referidas a niveles de biomasa, abundancia y n3mero de detecciones con el alto de las agregaciones, el tercer componente asoci3 variables batim3tricas (profundidad agregaci3n, fondo e 3ndice de altura) mientras que el cuarto componente asoci3 variables de energ3a (s_A y densidad ac3stica)



Conclusiones

El ACP demostr3 que dentro de la amplia gama de variables que podemos utilizar para intentar caracterizar y explicar variaciones en el estado y situaci3n del recurso, en este caso en particular, nos encontramos con que se diferenciaron cuatro directrices o componentes principales, una que asocia espec3ficamente a las variables morfom3tricas (excepto el alto), otra a las variables batim3tricas, otra para las de energ3a y una para las variables referidas a las evaluaciones hidroac3sticas, 3sta 3ltima que fue el segundo componente principal en importancia asoci3 a las variables biomasa, abundancia, n3mero de observaciones y el alto de agregaciones, desprendi3ndose de esto que esta variable morfom3trica en particular puede reflejar en cierta medida la situaci3n del recurso, al ubicarse en mejor asociaci3n con este componente que con el componente morfom3trico. Ante la asociaci3n observada entre la disminuci3n en el tama3o de las agregaciones con los menores estimados de biomasa, es el alto de las agregaciones el que podr3 utilizarse como una primera aproximaci3n o se3al de alarma en el manejo del recurso.



Referencias

- 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.
- Lillo, S., A. Paillamán y S. Pino. 1993. Pesca de investigación de merluza de cola y merluza de tres aletas al sur del paralelo 47° L.S. Informe Final. Requirente SUBPESCA. IFOP, 65 p.
- 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, 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.
- 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, E. Molina y P. Rojas. 2010. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas., año 2009. Informe Final Proyecto FIP 2009-11, IFOP.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile.

hile. 233 p.

A N E X O 4

**Personal participante por actividad y
objetivo específico**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPECÍFICO**
FIP N° 2011-09**Objetivo específico 2.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
A. Saavedra	40	140	160	110	90	540
J Castillo	10	0	0	80	20	110
F. Leiva	30	140	60	20	0	250
M San Martin	0	140	0	0	0	140
C. Lang	0	0	15	10	5	30
Z. Young	10	0	10	10	0	30
JC. Saavedra	20	0	100	50	20	190
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
J. Perez	0	28	0	0	0	28
C. Teiguel	0	28	0	0	0	28
M. Sanchez	0	28	0	0	0	28
TOTAL	110	560	345	280	135	1430

NOTA: Debido a requerimientos operacionales el Sr. Francisco Leiva, es reemplazado en el crucero por el Sr. René Vargas, Biólogo Marino, desempeñándose como Investigador acústico. Los mismos motivos llevan a reemplazar a los señores Mañao y gallardo en el muestreo biológico por los señores Pérez y Teiguel y a incorporar un muestreador extra (Sr. Sánchez) como apoyo en la fauna acompañante.

Objetivo específico 2.2

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
R. Cespedes	10	0	200	160	80	450
L. Adasme	0	0	310	90	10	410
Z. Young	5	0	10	10	0	25
V. Ojeda	10	0	80	100	120	310
M. Miranda	0	0	810	0	0	810
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
J. Perez	0	28	0	0	0	28
C. Teiguel	0	28	0	0	0	28
M. Sanchez	0	28	0	0	0	28
TOTAL	25	140	1,410	360	210	2145

NOTA: La asignación de las horas hombre de los señores Nancul, Cárdenas, Pérez, Teiguel y Sánchez corresponde a horas de crucero como muestreadores, recolectando las muestras que sirvieron para el resto de los objetivos



Objetivo específico 2.3

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración 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
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
J. Perez	0	28	0	0	0	28
C. Teiguel	0	28	0	0	0	28
M. Sanchez	0	28	0	0	0	28
TOTAL	5	112	930	160	130	1337

Objetivo específico 2.4

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Rene Vargas	0	0	130	60	45	235
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
J. Perez	0	28	0	0	0	28
C. Teiguel	0	28	0	0	0	28
M. Sanchez	0	28	0	0	0	28
TOTAL	0	140	130	60	45	375

NOTA: Debido a requerimientos profesionales el Sr. Marcelo San Martín es reemplazado en el desarrollo del objetivo específico 2.4 por el Sr. René vargas, Biólogo Marino, Investigador del Departamento de Evaluaciones Directas.

Objetivo específico 2.5

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
A. Saavedra	0	0	130	70	35	235
JC. Saavedra	0	0	10	30	0	40
TOTAL	0	0	140	100	35	275



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
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
J. Perez	0	28	0	0	0	28
C. Teiguel	0	28	0	0	0	28
M. Sanchez	0	28	0	0	0	28
R. Melendez	0	0	430	80	70	580
TOTAL	0	140	430	80	70	720

A N E X O 5

Presentaciones Taller de difusión y discusión metodológica

- 1) **Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas**
Álvaro Saavedra G. (IFOP).
- 2) **Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas**
Renato Céspedes M. y Vilma Ojeda C. (IFOP).
- 3) **Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas.**
Eduardo Díaz R. (IFOP).
- 4) **Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas**
René Vargas S. (IFOP).
- 5) **Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en le área de estudio.**
Álvaro Saavedra G. (IFOP).
- 6) **Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.**
Roberto Meléndez C. (UNAB).



**Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas
Álvaro Saavedra G. (IFOP).**



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

Proyecto FIP N° 2011-09

**“Evaluación hidroacústica del stock
desovante merluza de tres aletas, año 2011”**

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Marzo del 2012



Antecedentes biológicos *Micromesistius australis* Norman, 1937

Clase	Actinopterigos (peces con aletas radiadas)
Orden	Gadiformes
Familia	Gadidae
Hábitat	Bentopelágico 50-900 m. (250 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 reclutamiento (y/o talla)	3 años (2 años)
Edad de primera madurez (y/o talla)	3-4 años (38 – 44 cm) (36,5 cm)

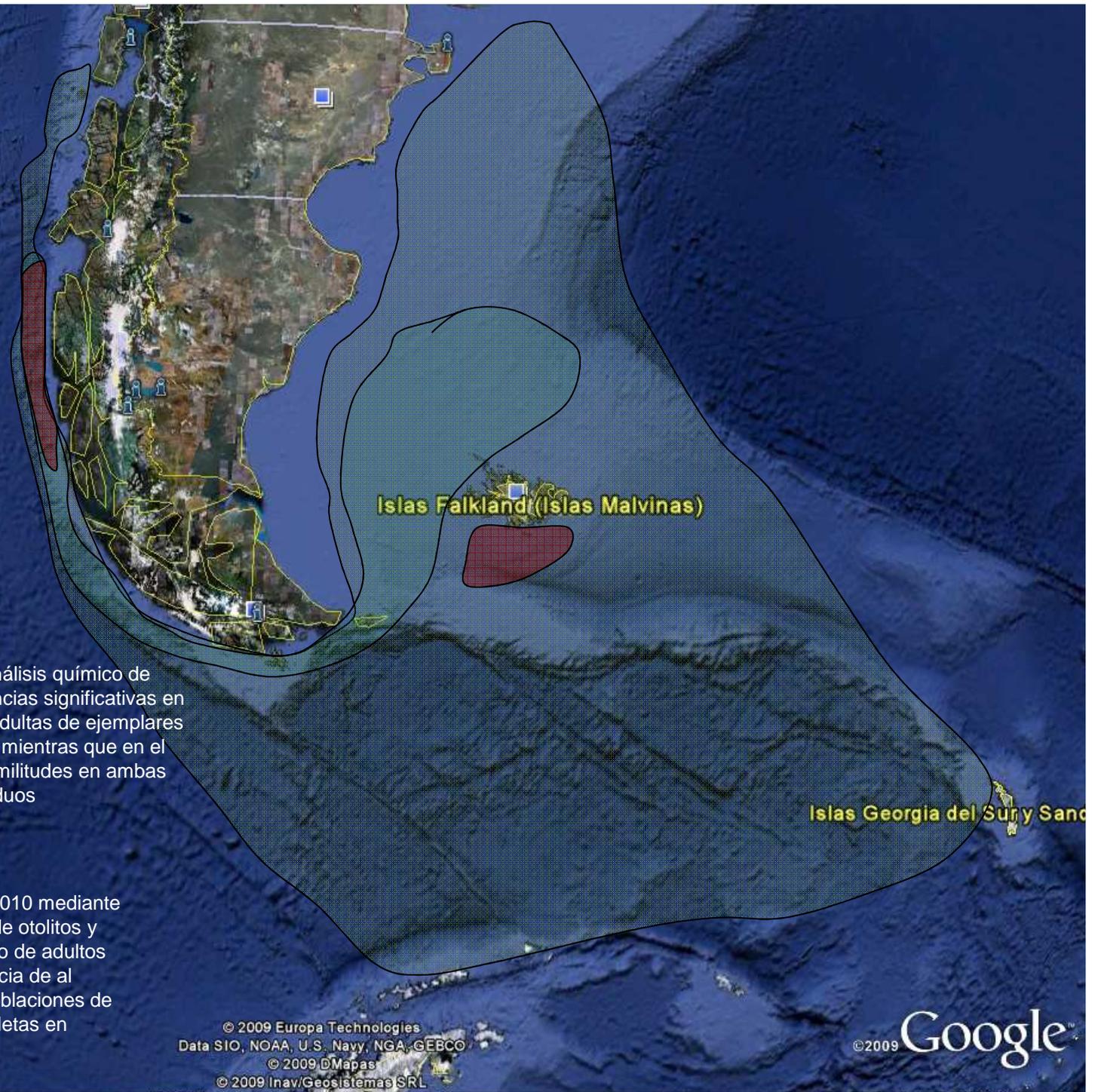
Fuente: SubPesca



Nikltschek *et al*, 2008 no encuentran evidencias de segregación poblacional a escala evolutiva (términos genéticos), pero si sustenta hipótesis de dos poblaciones separadas (segregación ecológica)

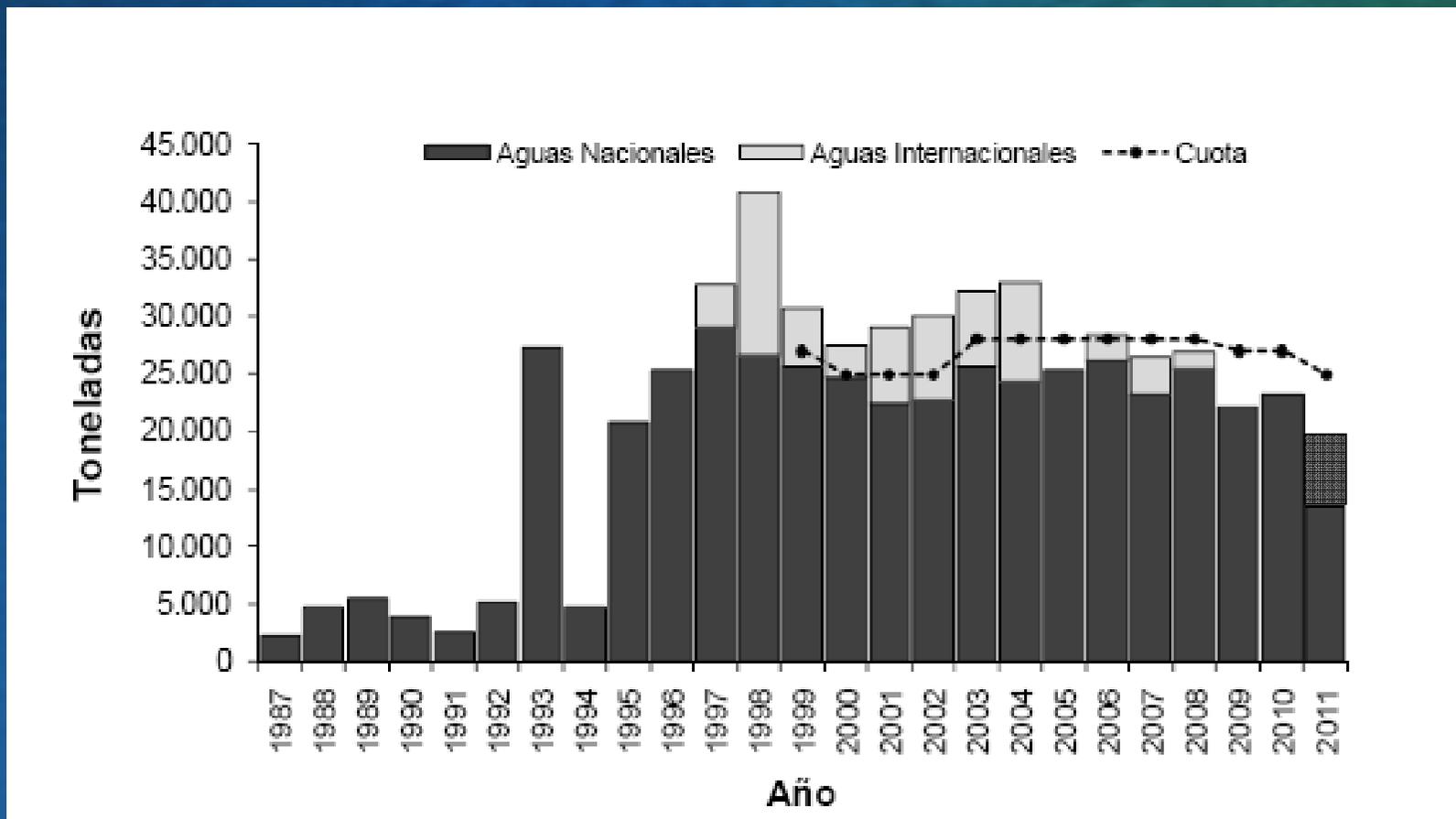
Arkhipkin et al, 2008 mediante análisis químico de otolitos, concluye que hay diferencias significativas en los niveles de Sr en las edades adultas de ejemplares capturados en Argentina y Chile, mientras que en el período mas juvenil encuentra similitudes en ambas muestras en el 20% de los individuos

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





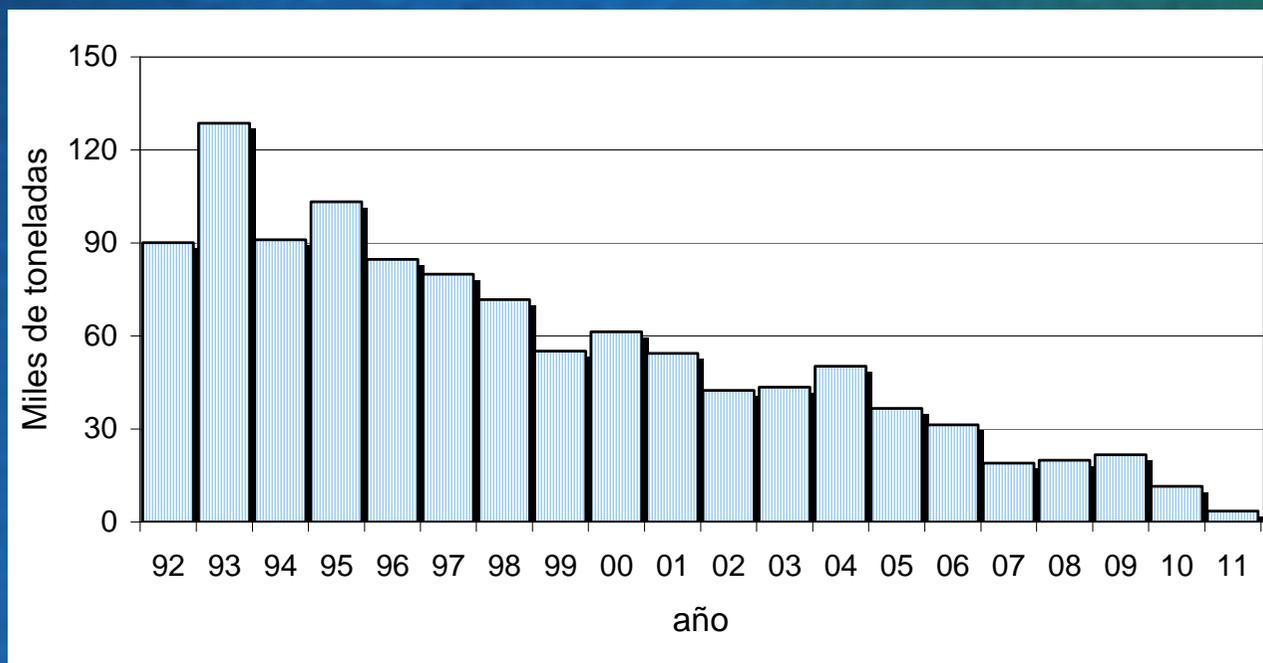
Desembarques merluza de tres aletas, Chile (1987-2011)



Fuente: SubPesca



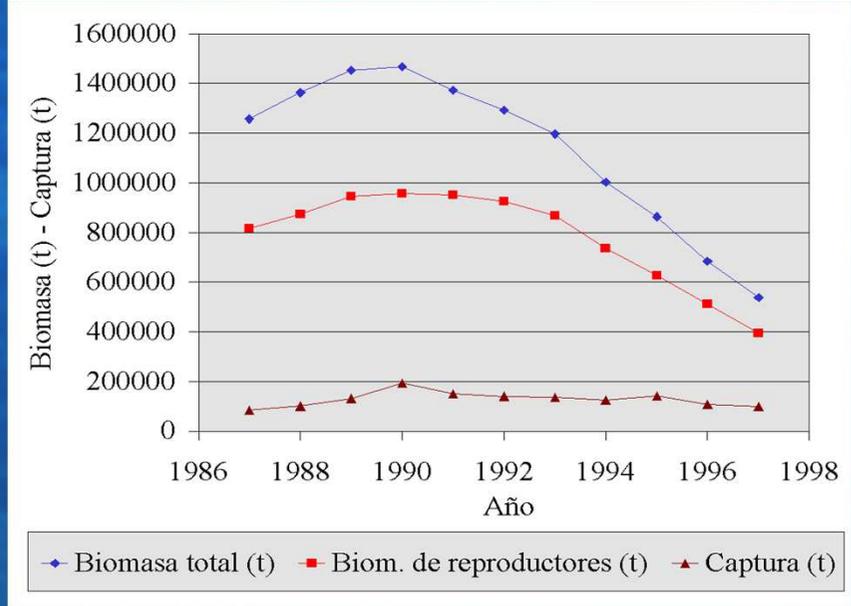
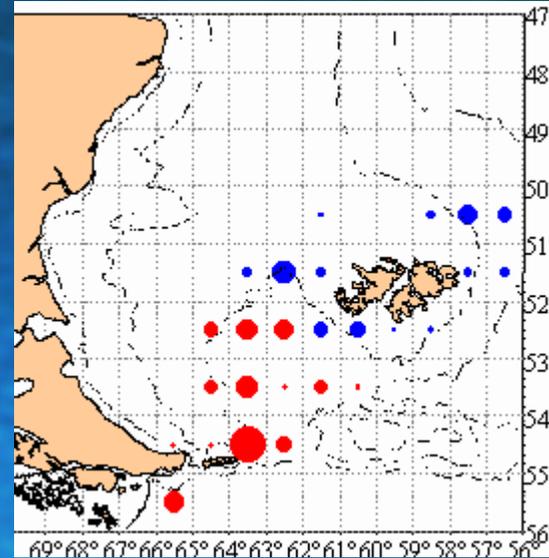
Desembarques merluza de tres aletas, Argentina (1992-2011)



Fuente: SAGPyA, Argentina



En 1998 FUCEMA recomienda una captura máxima de 43.000 ton para la polaca en Argentina (Wöhler, 1999)



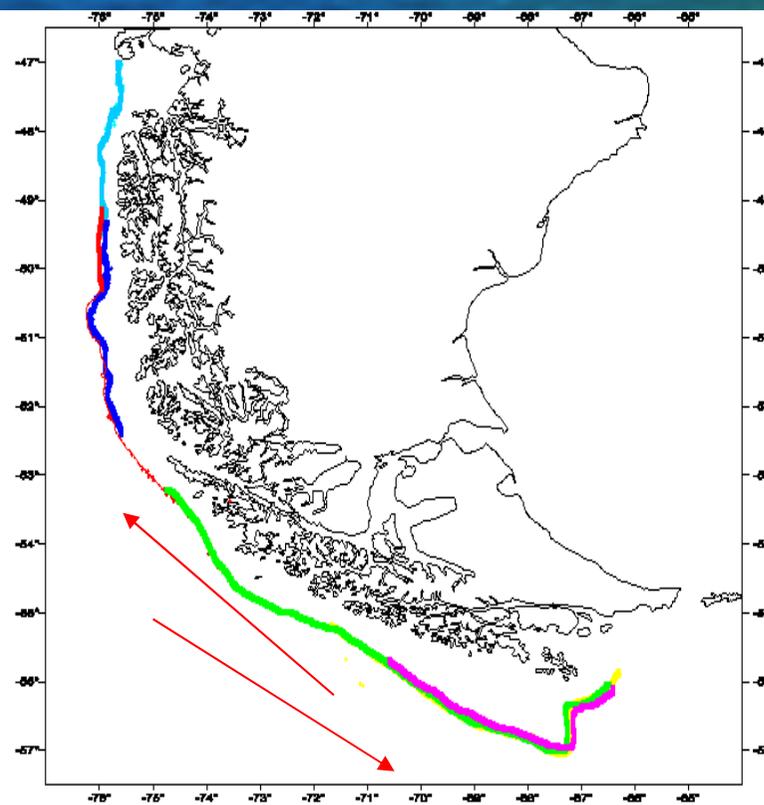


Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2011) zona sur exterior (47°S-57°S)

Mes	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Julio	67	13	31	50	29	28	20	19	18	14	7	11	10	11	7	9	3	10
Agosto	80	59	51	137	62	41	63	43	59	46	54	71	33	35	43	46	41	45
Septiembre	68	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30	31	29	33	29	29	26	15
Octubre	33	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23	18	18	22	16	10	9	7
Noviembre	28	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-	-	-	-	6	7	5	-



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.



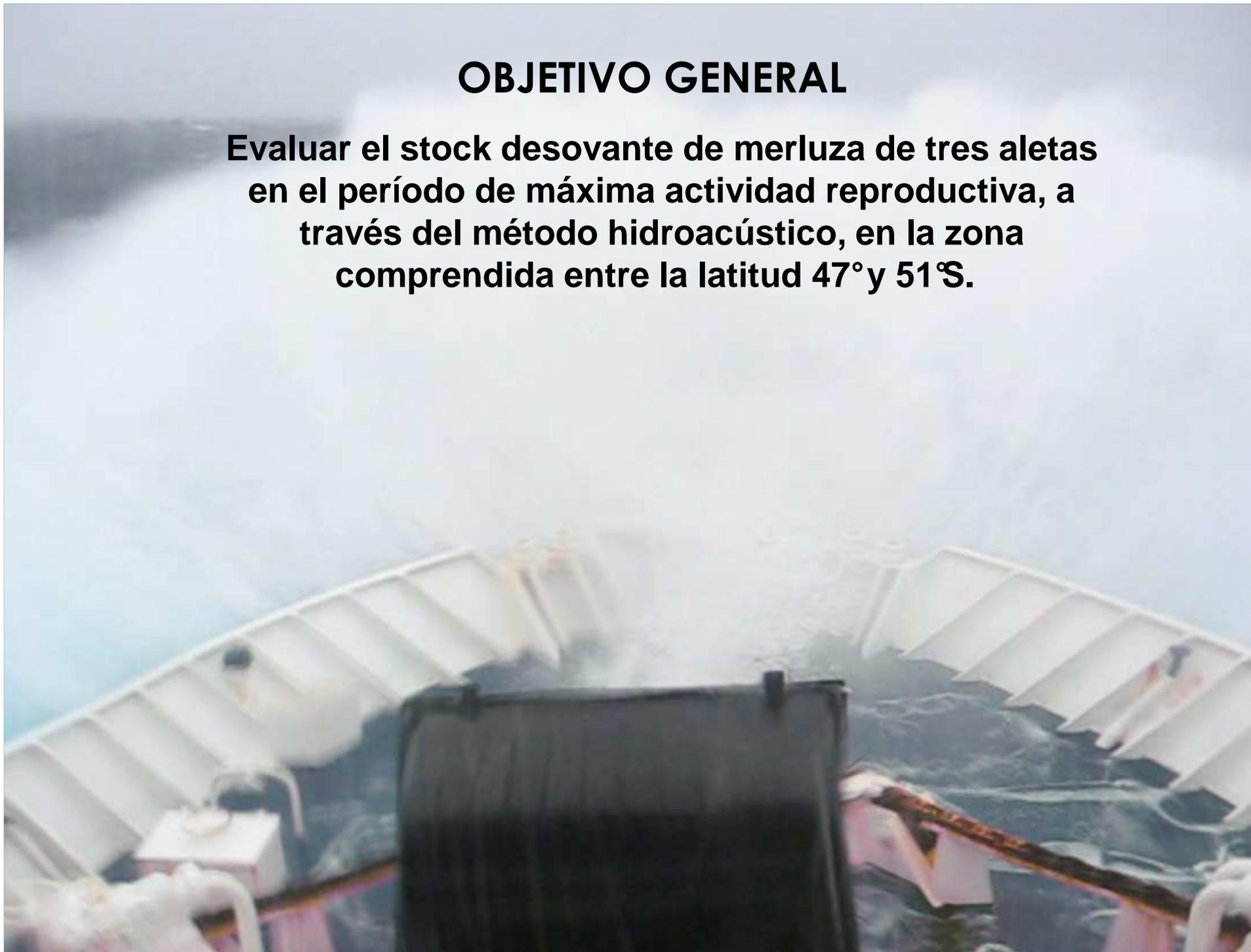
CRUCEROS DE INVESTIGACIÓN

En el período 1993-1998 se efectuaron 5 cruceros de investigación que tuvieron como objetivo estudiar la distribución espacio-temporal de la merluza de tres aletas, la composición de tamaños en talla y edad, como además el comportamiento reproductivo de esta especie

A partir del 2001, el Consejo de Investigación Pesquera ha efectuado diez proyectos de investigación orientados a evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas, nueve mediante el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), y uno (2006) mediante banco integrado de proyectos (BIP), entregándose en este taller los resultados principales del año 2011.

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.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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. 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.
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



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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.
5. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.
6. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.



Para efectuar el estudio, el Instituto de Fomento Pesquero efectuó un llamado a participar a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquería demersal sur austral, obteniéndose respuesta positiva de la empresa Emdepes, quien manifestó su interés en participar con el B/H Friosur VIII



Objetivo N° 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



EMBARCACIÓN (2011, 2009 y 2008)

B/H “Friosur 8”
Eslora : 54 m

Sistema eointegración marca Simrad, modelo EK-60, conectado a transductor ES38B (split-beam) de 38 Khz

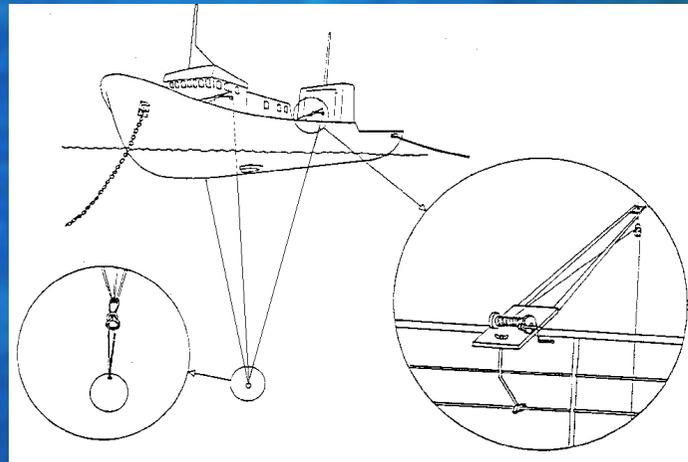


Información respaldada y procesada
mediante software SonarData Echoview®



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	31/07/2011
Buque	Friosur VIII
Ecosonda	Simrad EK 60
Transductor	ES38B
Profundidad esfera	11 m
Profundidad fondo	60 m
Frecuencia	38 KHz
Ganancia fábrica)	26,50 dB
Ganancia (calibración)	26,43 dB
TS esfera	-33,6 dB
Sa corrección	-0,59 dB
Ancho de banda	2,43 KHz
Intervalo de muestreo	0,191 m
Coefficiente de absorción	9,8 dB/km
Velocidad del sonido	1493,9 m/s
2-way beam angle	-20,6 dB



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





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

ÁREA

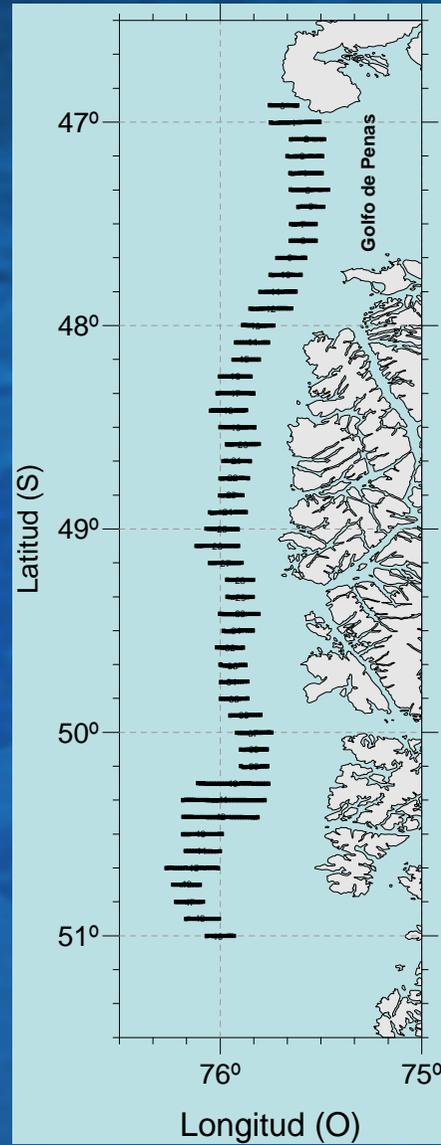
Plataforma y talud continental entre latitudes 47°S . y 51°S

PERÍODO

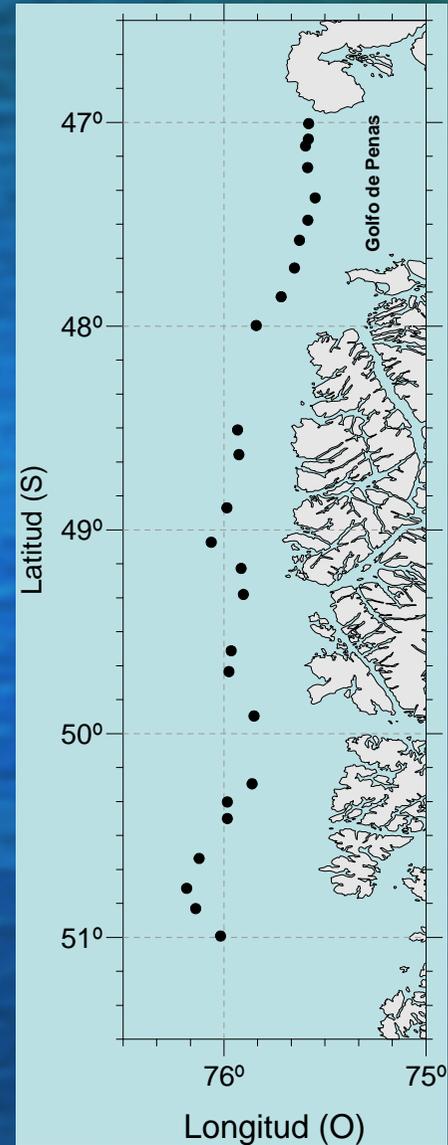
Segunda quincena de agosto



Distribución transectas



Distribución lances





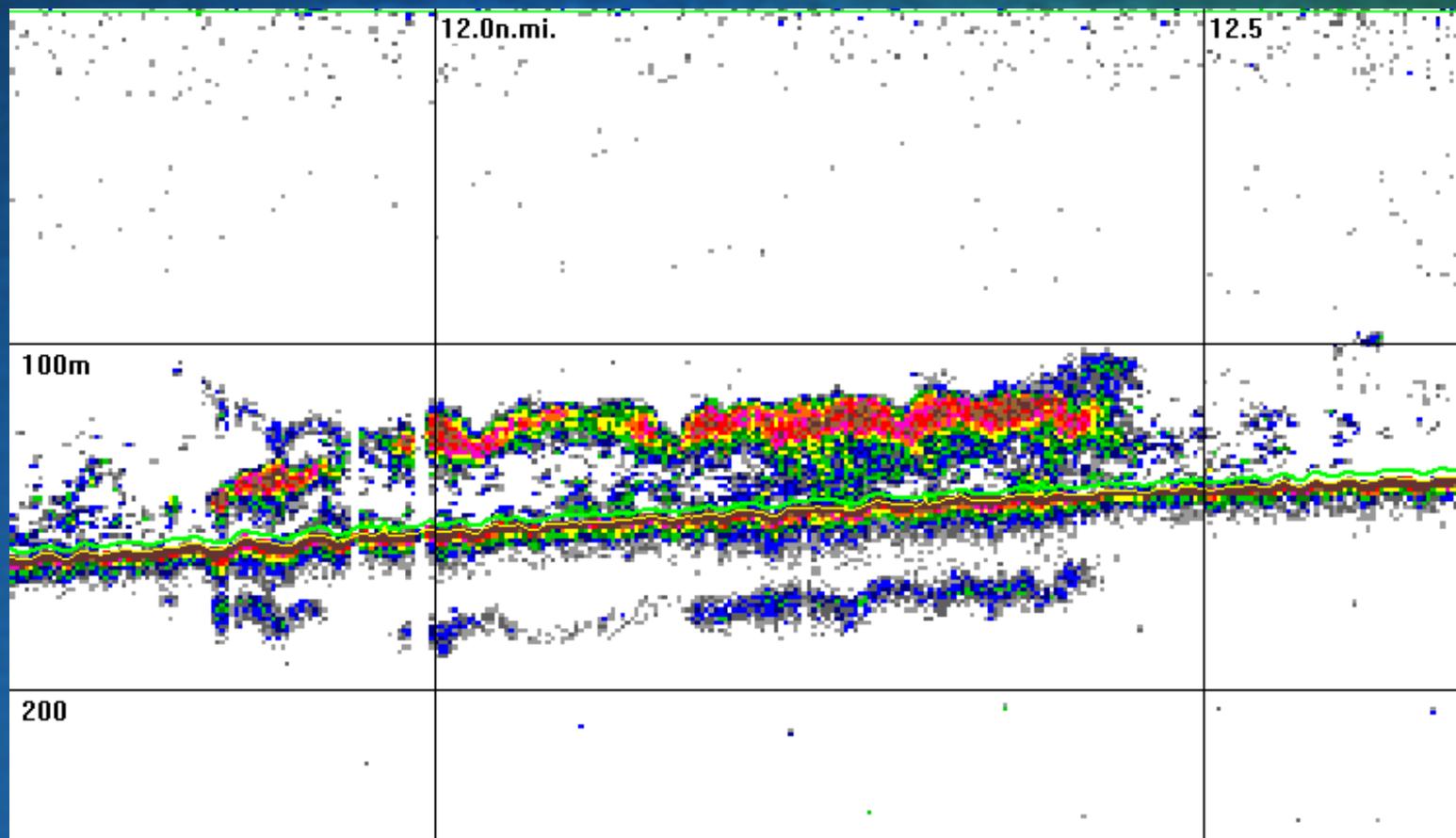
Se realizaron un total de 26 lances de reconocimiento, efectuados lo mas cercano al momento de la detección, a fin de disminuir la variabilidad espacio temporal en la asignación de especies recurrentes al lance



Estimación de Abundancia y Biomasa



IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS





IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS

Se realiza en base a la información extraída de los lances de pesca de reconocimiento, mediante inspección visual de los ecogramas, utilizando el software echoview y considera los siguientes pasos:

1. Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitan las zonas de integración superior e inferior.
2. Revisión y edición de la línea de fondo, la cual es corregida en las zonas en que hay pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confunde con señales de agregaciones muy cercanas a éste, Esta corrección de la señal de fondo genera un límite inferior para el área de integración.

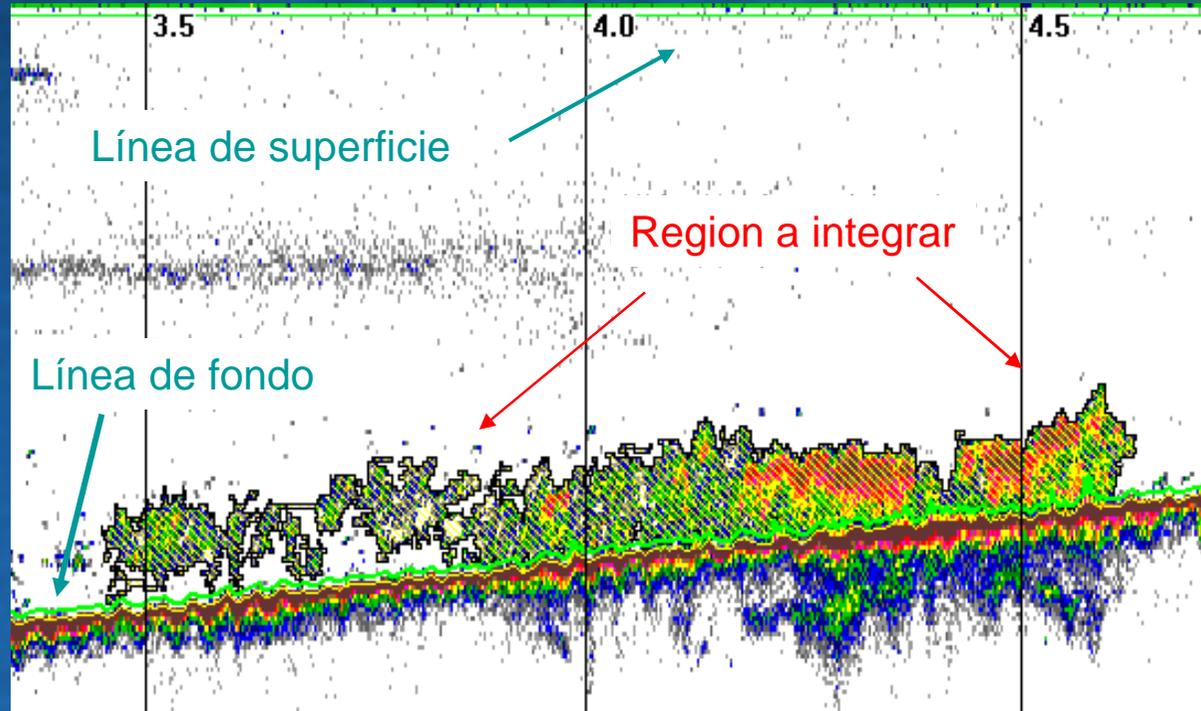


IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS

3. Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debe 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 ubica generalmente 3 metros bajo el transductor.
4. Definición de regiones a integrar, donde se integran positivamente las regiones dentro de cada IBM (Intervalo básico 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



IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS





Asignación unidades de ecointegración

La asignación de las unidades de ecointegración, se realiza 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).

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



Estimación de la Abundancia (Nº) y de la Biomasa (t on)

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



$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \dot{w}_k$$

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

$$C_n = (4\pi \times 10^{\frac{TS}{10}})^{-1}$$

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

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

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



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

- Se estimó a partir de las densidades locales
- Se elaboran cartas de contornos
- Se estimó el centro de gravedad (CG_i) como indicador de la posición media de la distribución del stock de la merluza de tres aletas en el área de estudio.

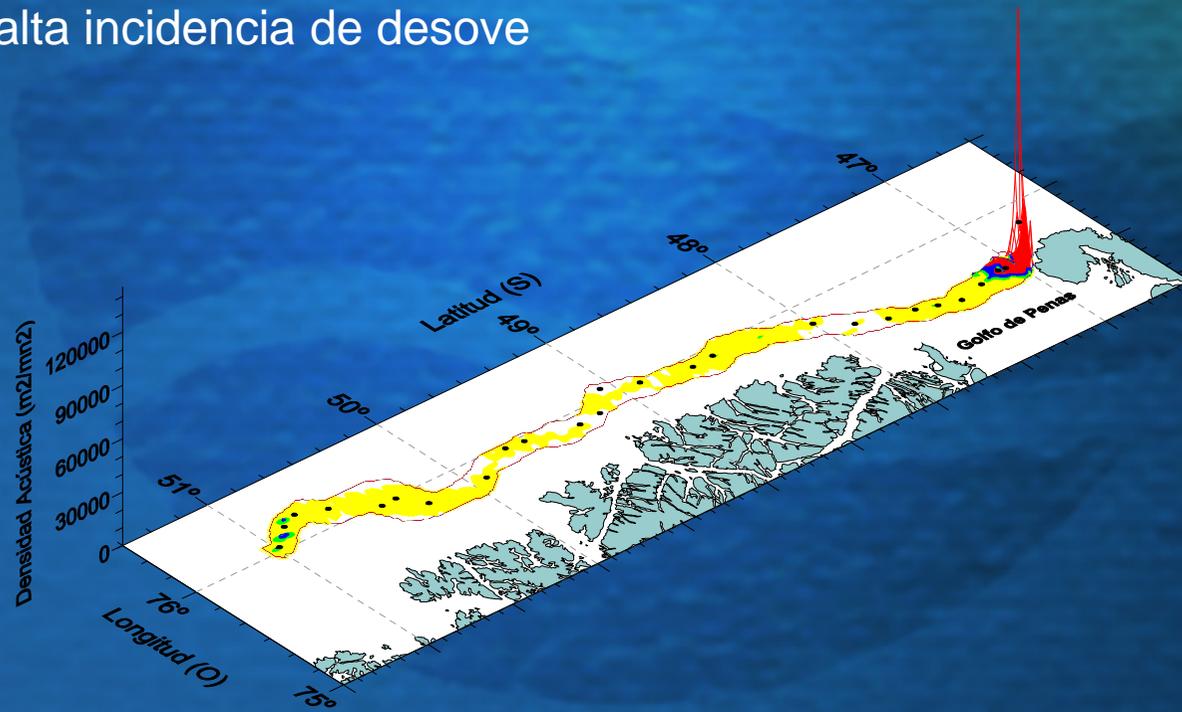
$$CG_i : \frac{\int x_i * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx}$$



RESULTADOS

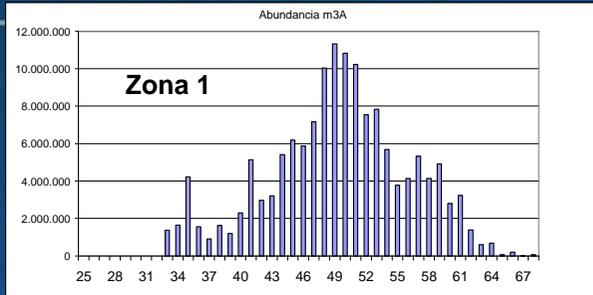
2011
CG: 47°19'S
15 - 28 agosto

Recurso en proceso reproductivo,
 madurez avanzada y
 alta incidencia de desove

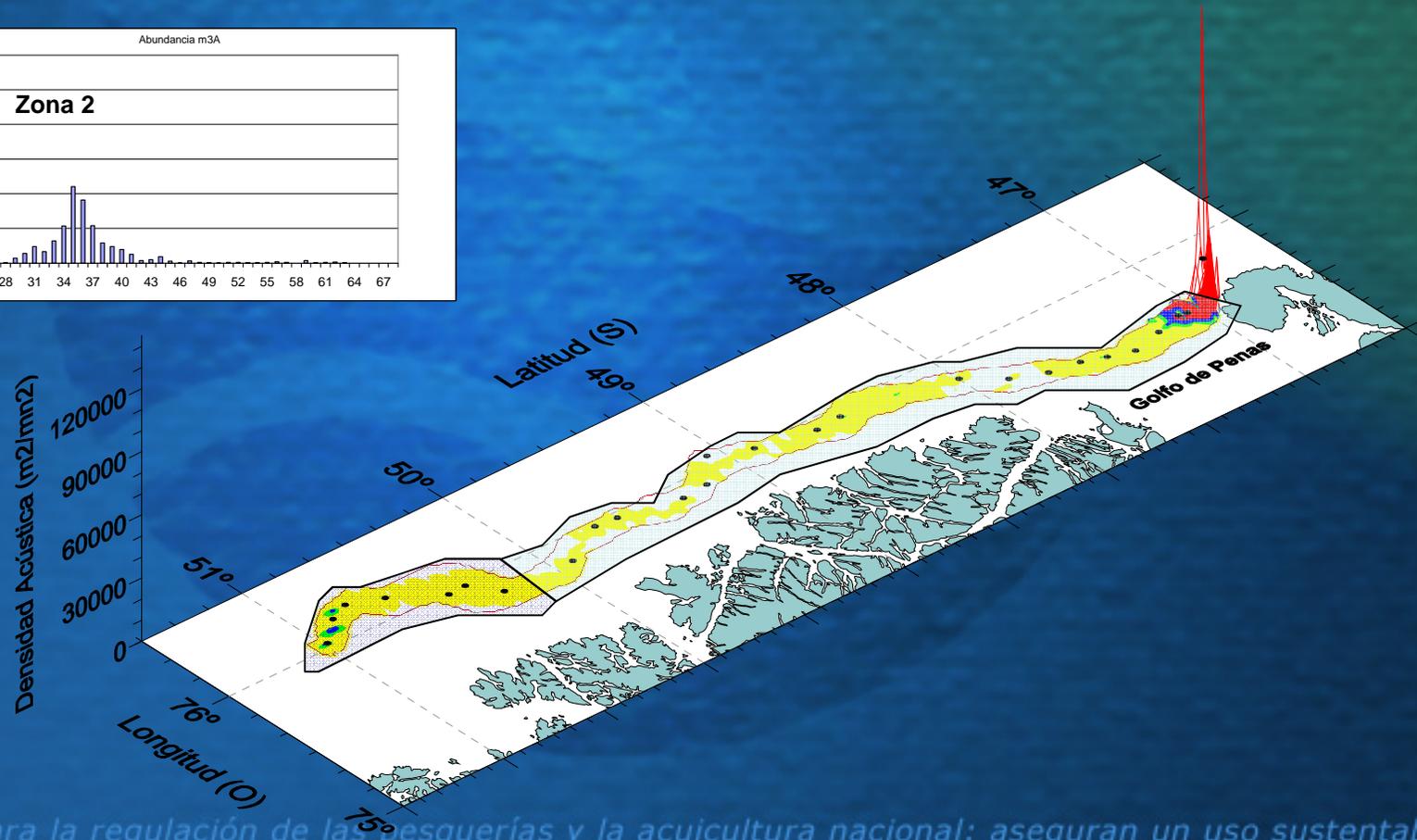
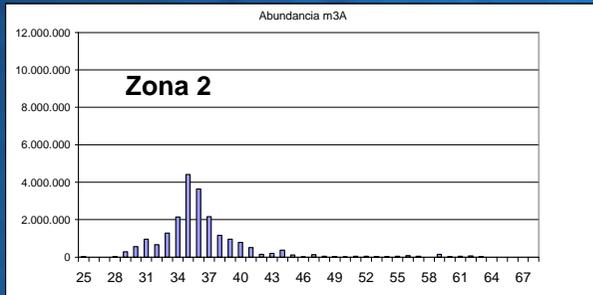




RESULTADOS



	Abundancia	Biomasa)	% Abund	% Biomasa
Zona 1	145,6	123.150	87,3	95,1
Zona 2	21,2	6.277	12,7	4,9
Total	166,8	129.427	100	100





RESULTADOS

- La biomasa de merluza de tres aletas fue estimada en: **129.427 toneladas** con un intervalo de confianza $CV=0,18$ que abarca entre **90.520 y 168.335 toneladas**.
- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en **166,8 millones de ejemplares**, con un intervalo de confianza $CV=0,16$ que implica entre **122,4 y 211,2 millones de ejemplares**.
- Respecto al 2009 (2010 no se realizó crucero), se observó un incremento del **14%** en la estimación de biomasa y una disminución del **4%** en la estimación de la abundancia.

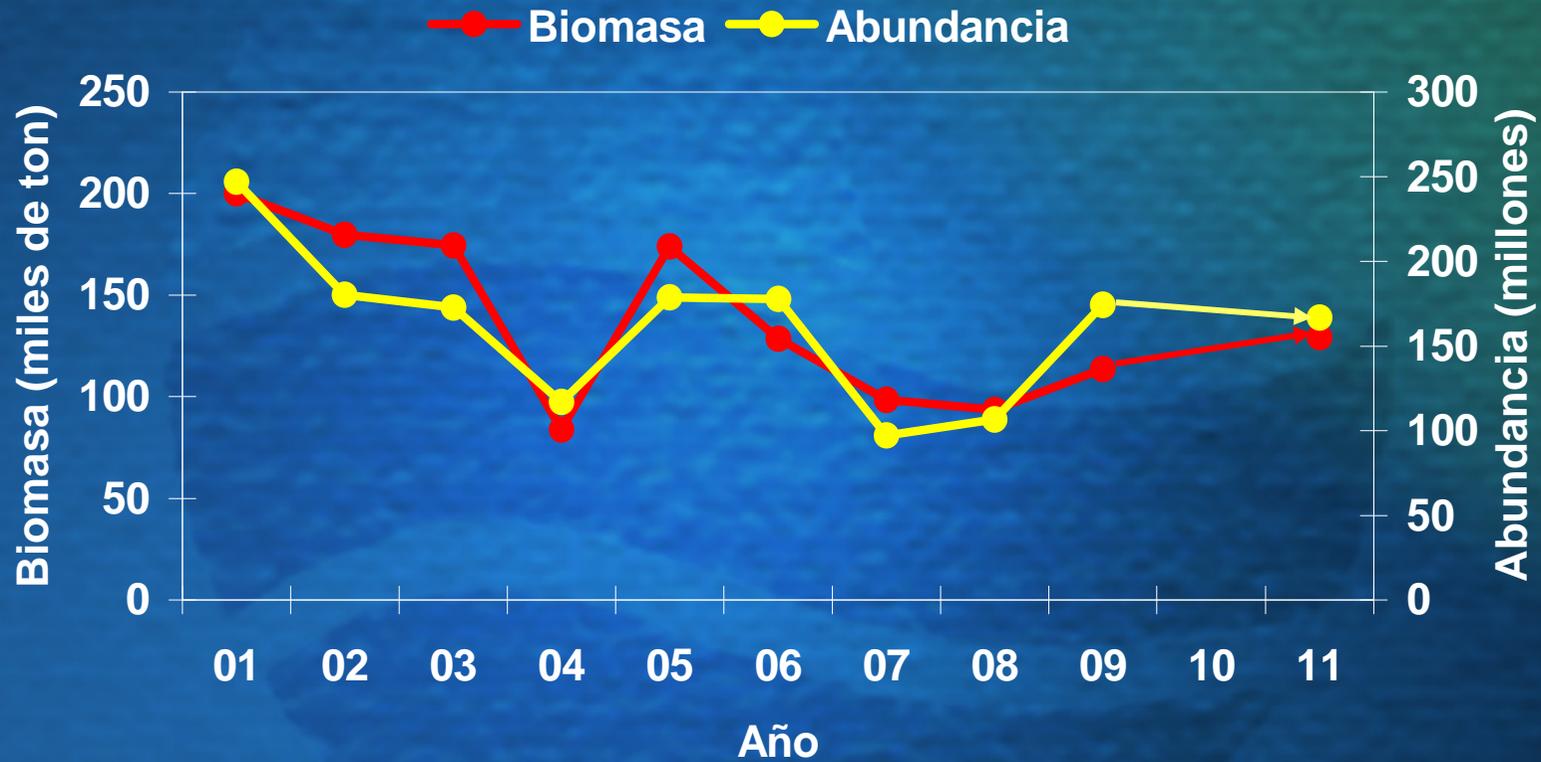


Biomasa y Abundancia años 2001-2011

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



Biomasa y Abundancia años 2001-2011





CONCLUSIONES

- Se estimó una Biomasa de 129.427 ton con límites de confianza entre 90.520 y 168.335 ton y una abundancia de 166,8 millones de individuos
- Se observó un repunte respecto al año 2009 en el estimado de biomasa del 14% y una disminución en el número de individuos, del orden del 4%, manteniéndose la abundancia en niveles observados en años anteriores, sin embargo a pesar del aumento en Biomasa, ésta aun no recupera los niveles observados los primeros años de la pesquería declarada en plena explotación
- El período en que se realiza el estudio es absolutamente relevante en los resultados de la evaluación, debiendo realizarse éste durante el mes de agosto.



FIN

**Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas
Renato Céspedes M. y Vilma Ojeda C. (IFOP).**

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

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 2009.

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:

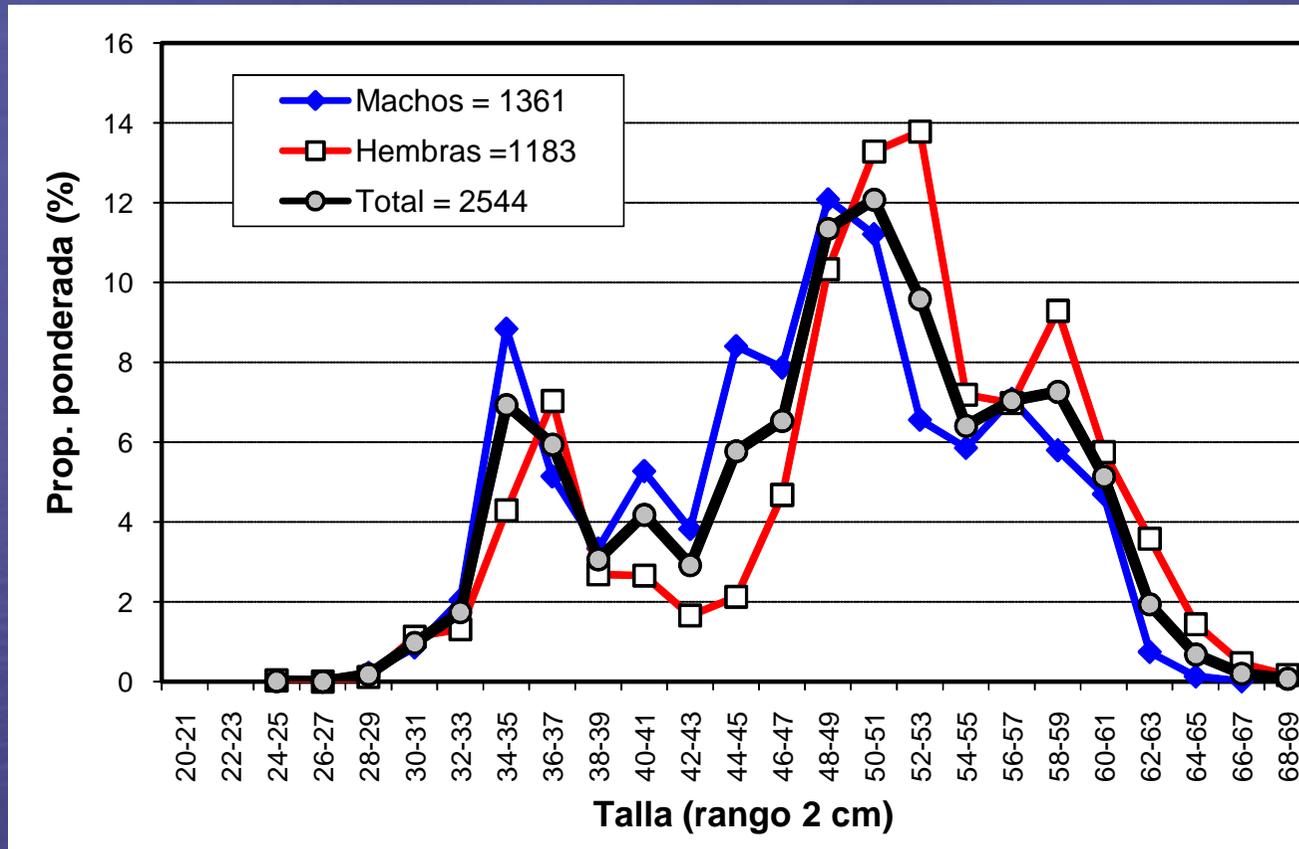
- j = Lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
- k = Clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
- Y_j = Captura del lance j
- n_j = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n_{jk} = Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

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.

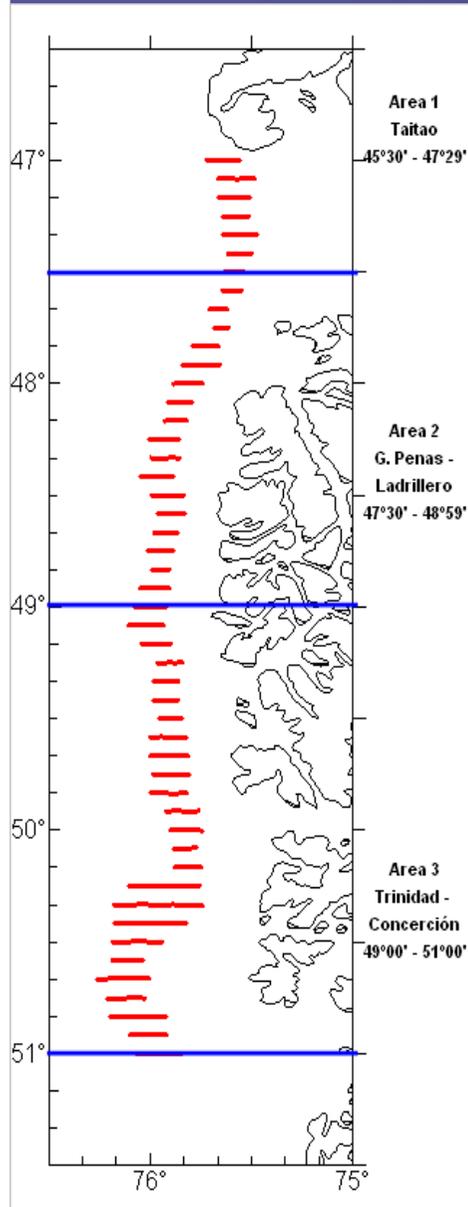
RESULTADOS Y ANALISIS

Distribución de talla de merluza de tres aletas para el área total, agosto 2011.

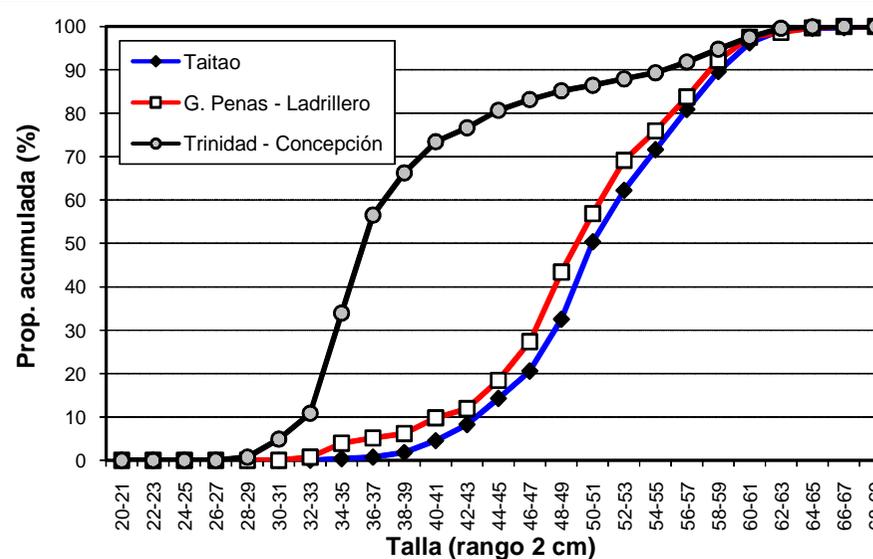
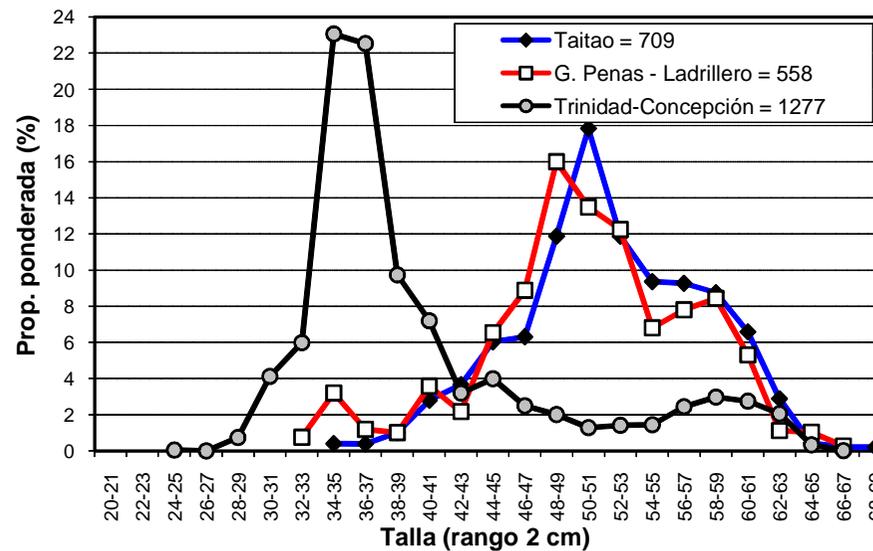


Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1361	1183	2544
Mín. (cm)	28	25	25
Máx. (cm)	67	68	68
Prom. (cm)	47,3	50,1	48,5
D. est. (cm)	2,0	2,4	1,6
% < 35 cm	6,1	3,4	5,0
Prop. Sex. (%)	58,1	41,9	100

Distribución de talla de merluza de tres aletas por área, agosto 2011

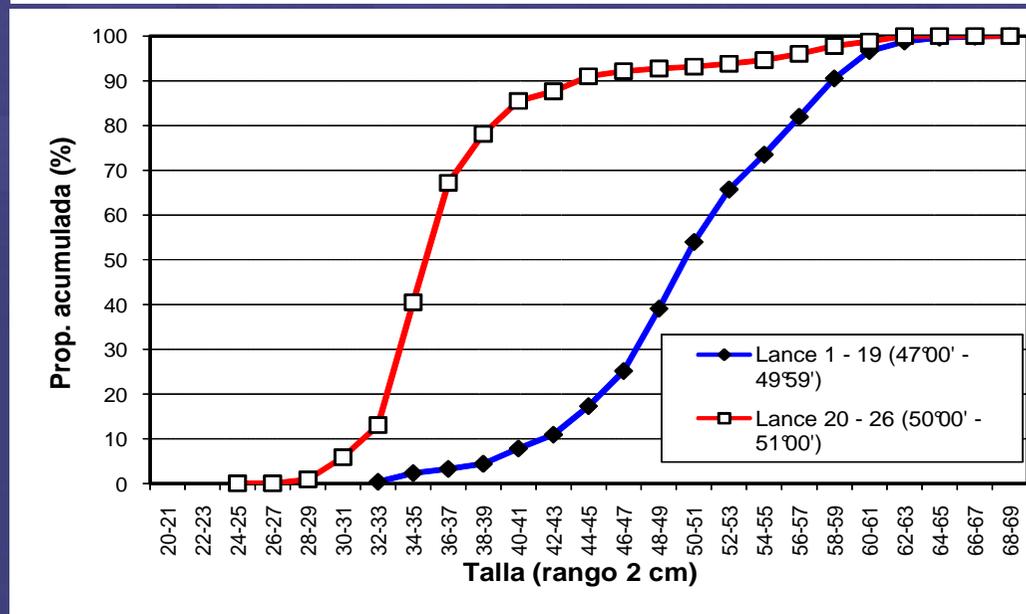
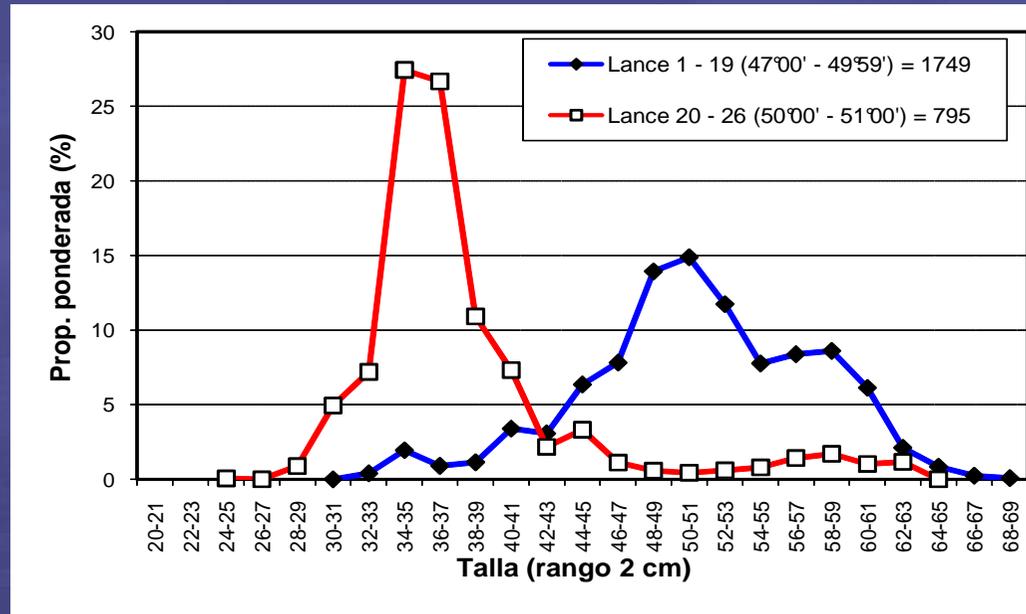


Indicador	Taitao	G. Penas - Ladrillero	Trinidad - Concepción
n	709	558	1277
Mín. (cm)	34	33	25
Máx. (cm)	68	67	66
Prom. (cm)	51,8	50,5	40,1
D. est. (cm)	2,4	2,7	1,6
% < 35 cm	0,2	1,5	18,2
Macho (%)	59,4	58,7	55,3
Hembra (%)	40,6	41,3	44,7

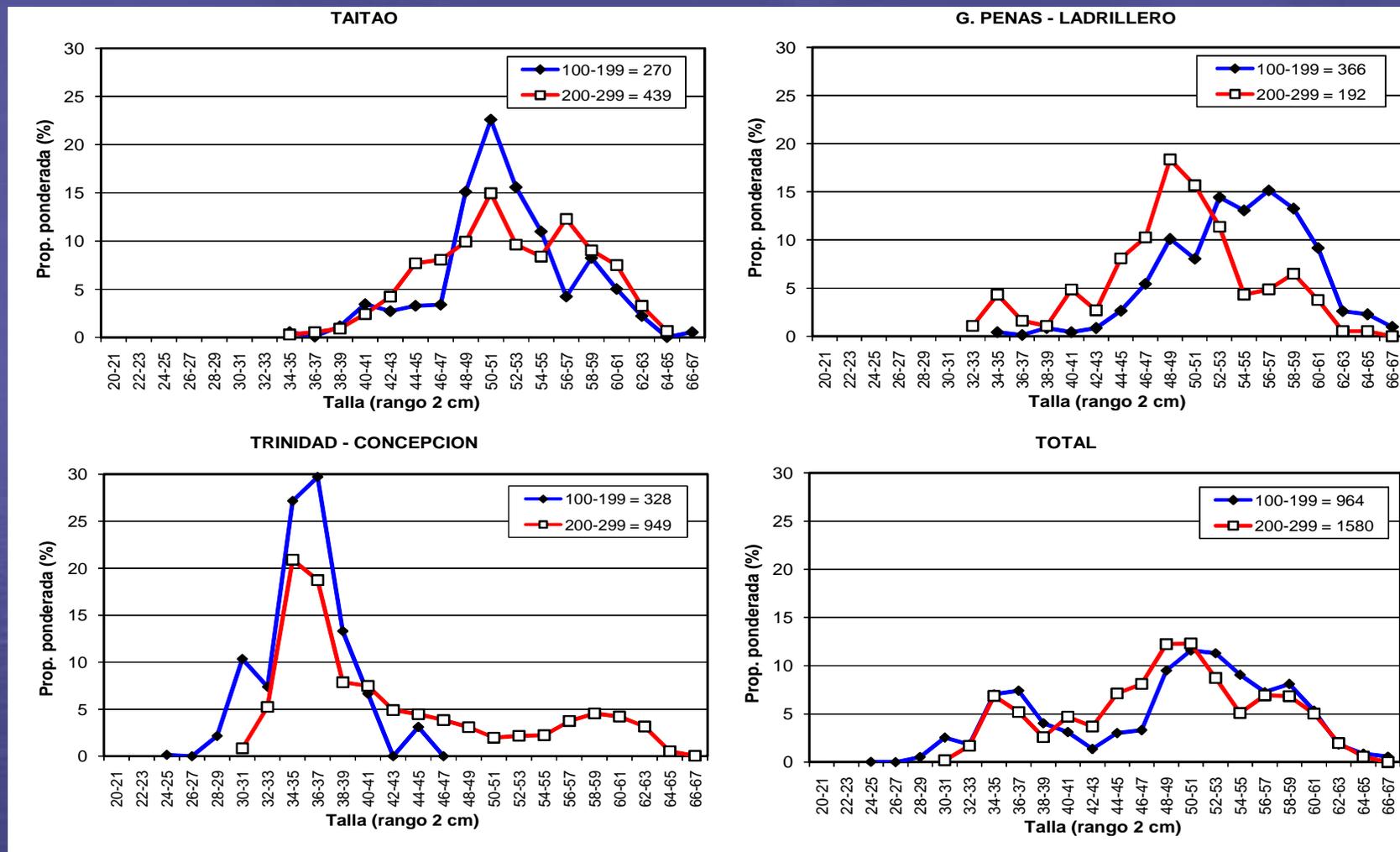


Distribución de talla de merluza de tres aletas entre los lances 1-19 y lances 20-26 en el área de estudio, agosto 2011

Indicador	Lance 1-19 (47°00'-49°59')	Lance 20-26 (50°00'-51°00')
n	1749	795
Prom. (cm)	51,1	37,9
D. est. (cm)	1,8	1,7
% < 35 cm	0,9	21,8
Macho (%)	58,6	56,2
Hembra (%)	41,4	43,8



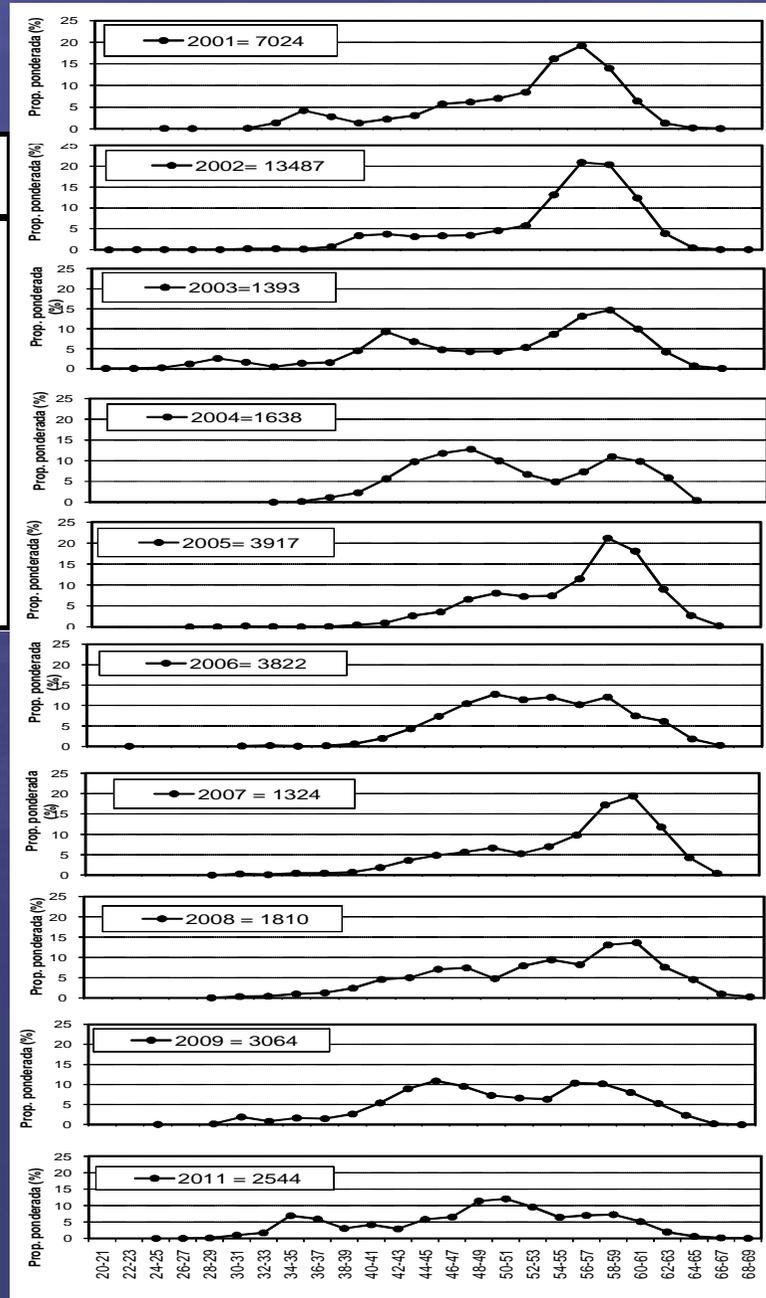
Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área, ago. 2011.



Indicador	Taitao		G. Penas - Ladrillero		Trinidad - Concepción		Total	
	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m
n	270	439	366	192	328	949	964	1580
Prom. (cm)	51,8	51,9	54,1	49,1	35,6	42,5	48,7	48,5
D. est. (cm)	3,7	3,3	3,0	2,9	2,1	2,0	2,4	2,0
% < 35 cm	0,0	0,3	0,0	2,2	28,1	13,0	6,9	4,1
Macho (%)	45,4	67,8	52,9	61,0	47,2	59,6	48,6	62,8
Hembra (%)	54,6	32,2	47,1	39,0	52,8	40,4	51,4	37,2

Distribución de talla de merluza de tres aletas entre 2001 y 2011. Ambos sexos.

Año	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual %		20-33 cm (%)	34-49 cm (%)	≥ 50 cm (%)
				Macho	Hembra			
2001	50,0	6,8	3,6	54	46	1,6	32,5	65,9
2002	49,9	7,8	3,5	53	47	0,6	22,4	77,0
2003	46,8	8,7	7,0	56	44	6,4	36,9	56,7
2004	53,0	6,0	0,5	49	51	0,0	53,7	46,1
2005	54,0	1,9	0,3	52	48	0,3	22,3	77,4
2006	52,6	0,6	0,5	42	58	0,4	37,9	61,7
2007	53,9	2,0	0,5	49	51	0,5	24,4	75,2
2008	51,9	2,5	1,0	53	47	0,8	33,6	65,6
2009	49,4	1,7	3,4	69	31	2,9	47,8	49,3
2011	48,5	1,6	5,0	58	42	2,9	46,7	50,4

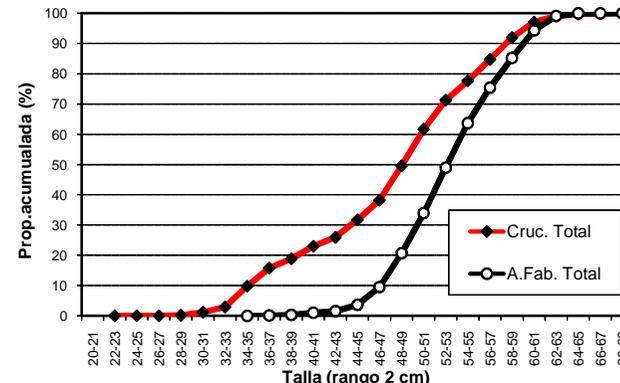
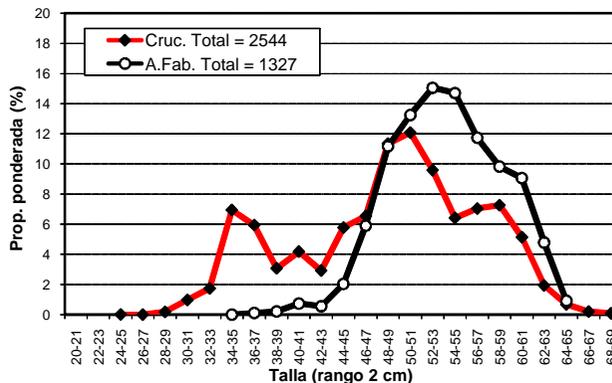


Distribución de talla de merluza de tres aletas por área total, agrupación de lances y zonas del crucero investigación (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica (surimera) para el mismo período y área (ago., 2011).

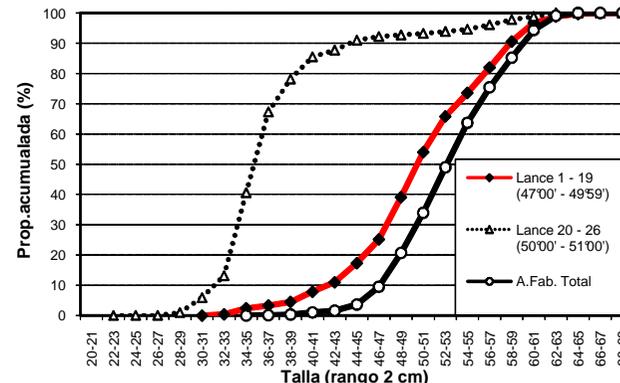
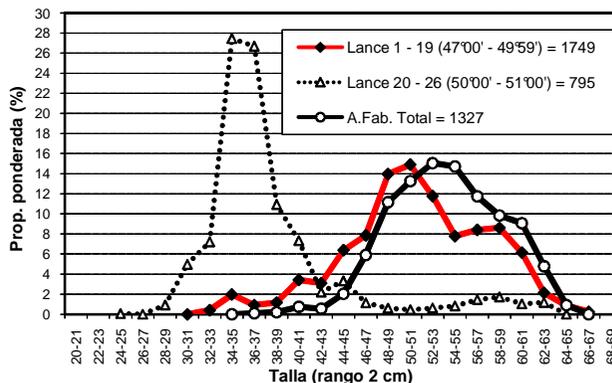
Indicador	Crucero	Ar. Fábrica
n	2544	1327
Prom. (cm)	48,5	53,7
D. est. (cm)	1,6	1,5
% < 35 cm	5,0	0,0
Macho (%)	58,1	41,9
Hembra (%)	41,9	58,1

Indicador	Lance 1 - 19	Lance 20 - 26	Ar. Fábrica
	47°00' - 49°59'	50°00' - 51°00'	
n	1749	795	1327
Prom. (cm)	51,1	37,9	53,7
D. est. (cm)	1,8	1,7	1,5
% < 35 cm	0,9	21,8	0,0
Macho (%)	58,6	56,2	41,9
Hembra (%)	41,4	43,8	58,1

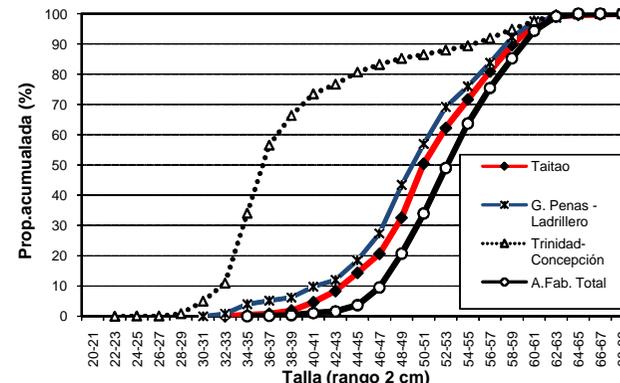
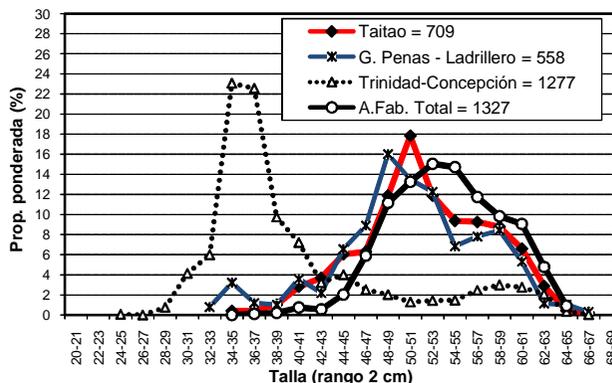
CRUCERO VERSUS FLOTA ARRASTRE



AGRUPACION DE LANCE DEL CRUCERO VERSUS FLOTA ARRASTRE



ZONAS DEL CRUCERO VERSUS FLOTA ARRASTRE



CONCLUSION

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2011 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm, predominio de los machos (58%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (5% < 35 cm).

La estructura de talla del 2011 registró tres modas adultas. Una moda adulta de tallas mayores entre los 54 y 63 cm, otra moda adulta de tallas menores entre 46-53 cm, y una moda de ejemplares de adultos jóvenes entre 34-39 cm.

En los últimos tres años de estudio (2008 a 2011) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 50% en el 2011), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 47% en el 2011).

En los diez 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

**PROYECTO FIP 2011-09
EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL STOCK DESOVANTE
DE MERLUZA TRES ALETAS,
AÑO 2011.**

**EDAD MERLUZA DE TRES ALETAS
(*Micromesistius australis*)**

**Vilma Ojeda C.
María Miranda P.
Lizandro Muñoz R.**

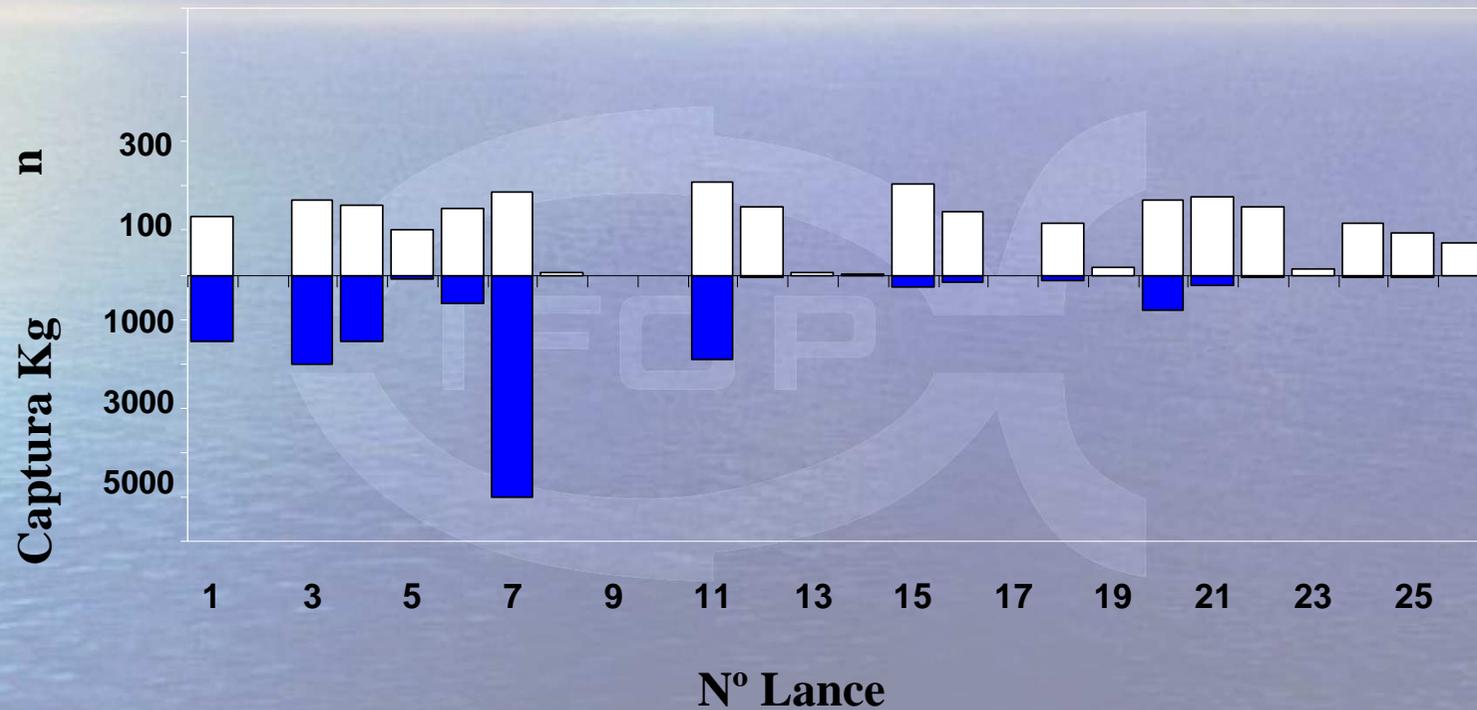
Sección Edad y Crecimiento
Departamento Especialidades Técnicas
División Investigación Pesquera
IFOP

Marzo 2012

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

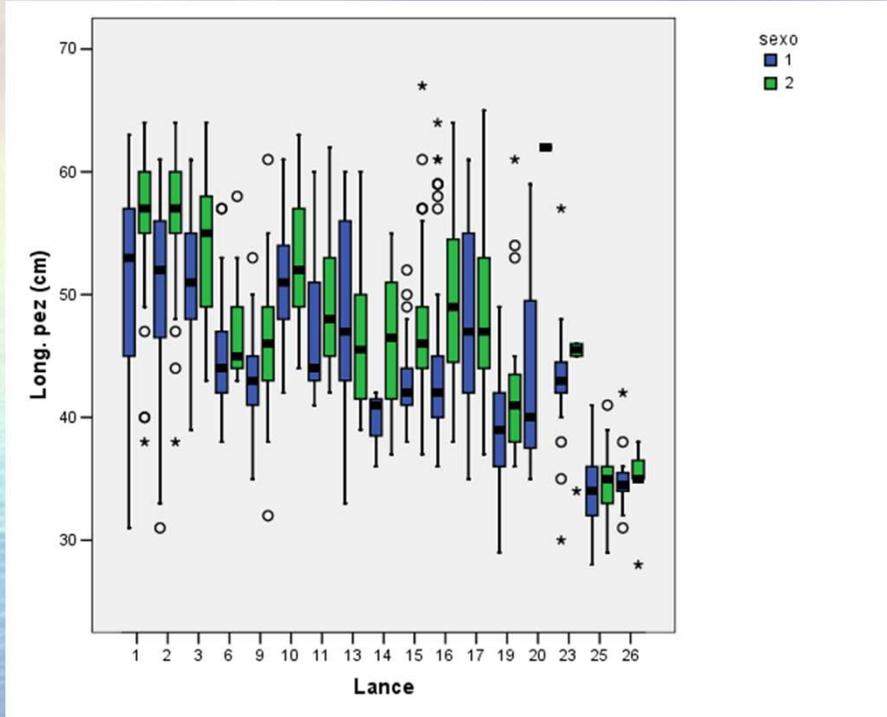
Captura y muestreo de longitudes (n) por lance de pesca



N muestreado
 Captura

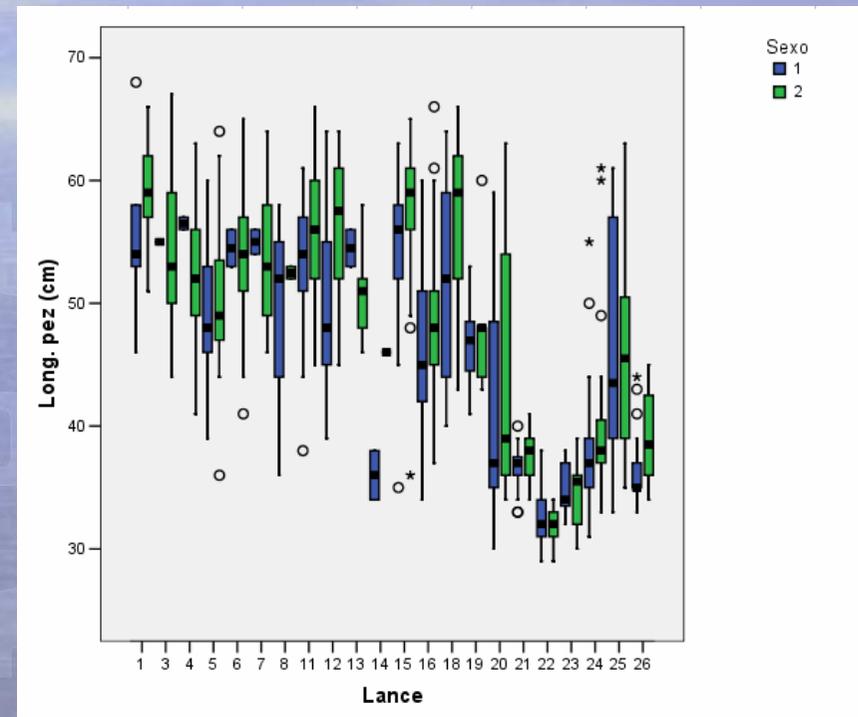
Muestreo Biológico

2009



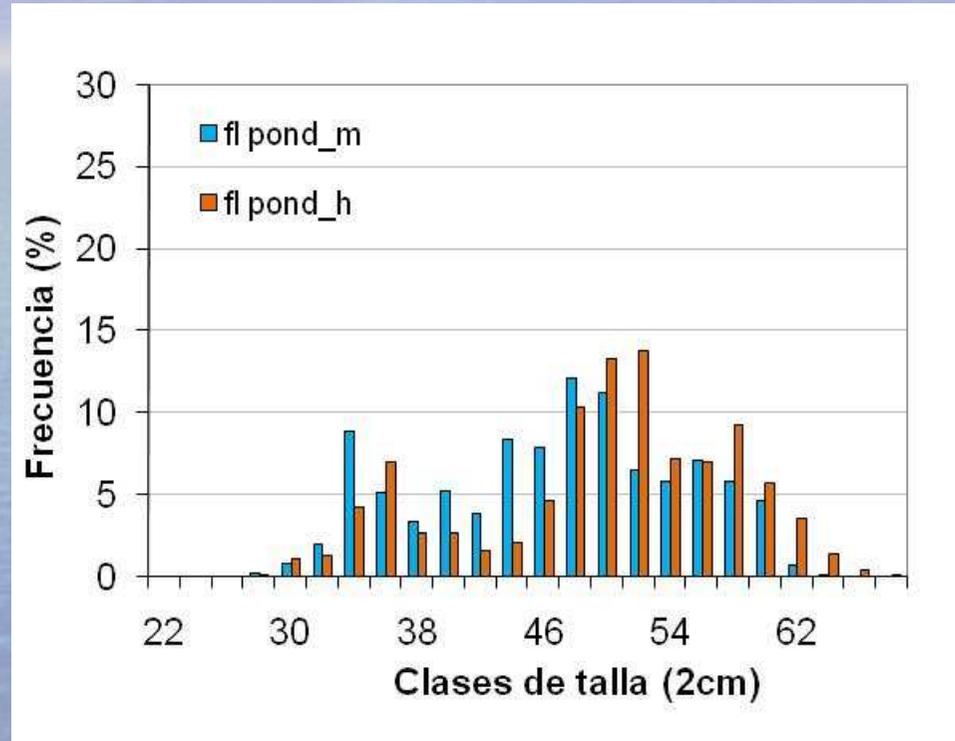
Rango 28 – 67 cm
 Me machos: 45 cm
 Me hembras: 49 cm

2011

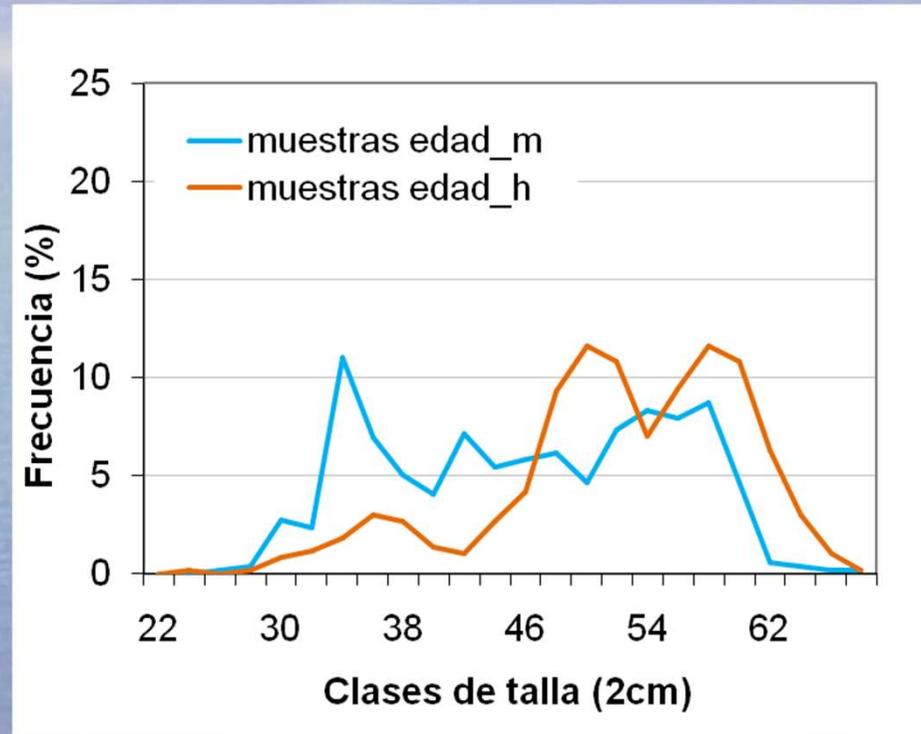


Rango 29 – 68 cm
 Me machos: 48 cm
 Me hembras: 53 cm

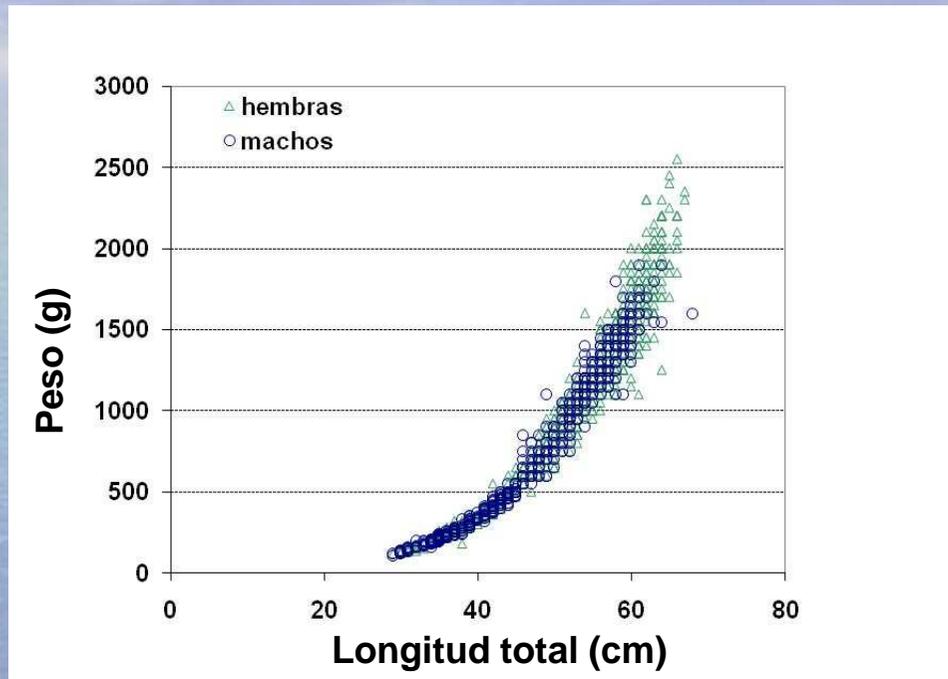
Distribuciones de frecuencia ponderada



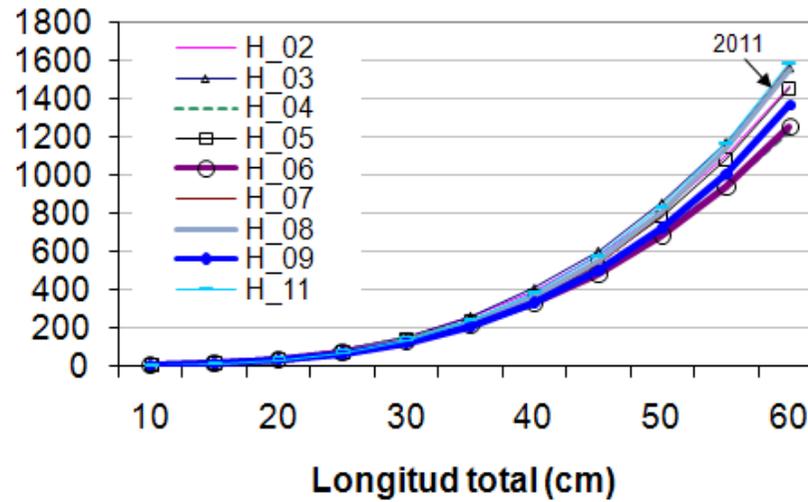
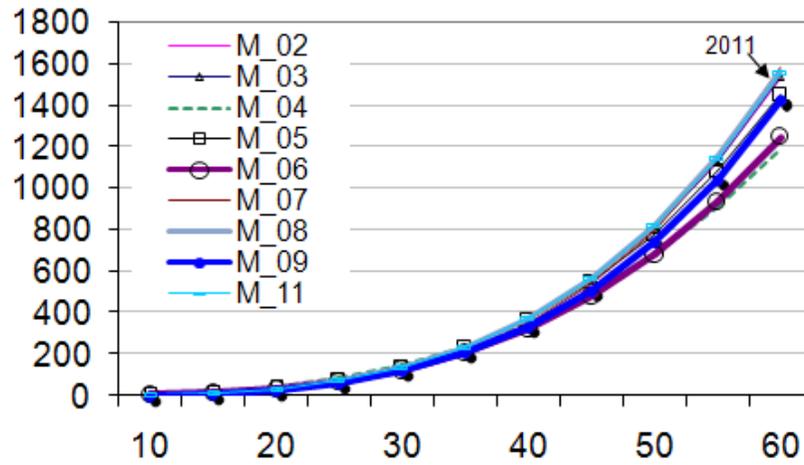
Muestras en que se realizó el estudio de Edad



Peso-longitud_dispersión de variables-2011



W-L
(2002- 2011)

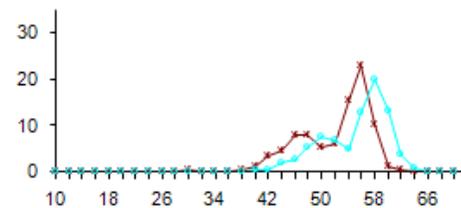
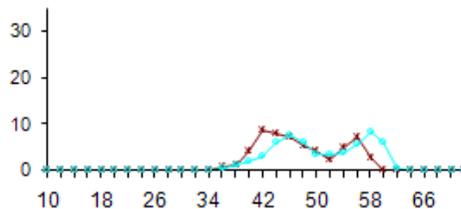
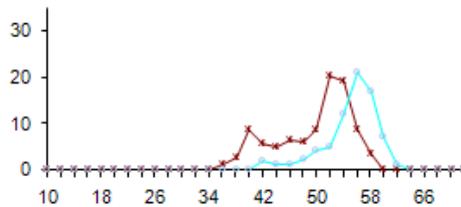
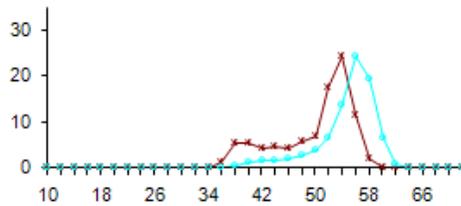
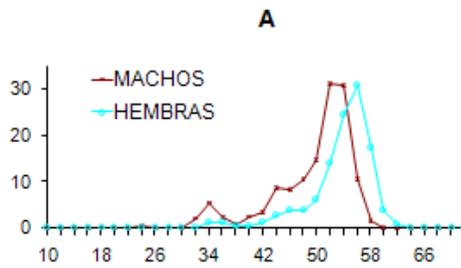


Estructura del stock desovante

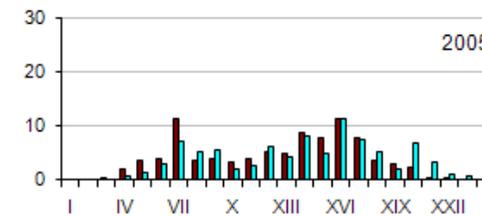
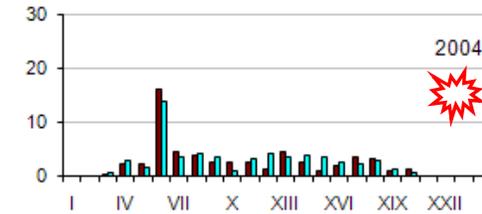
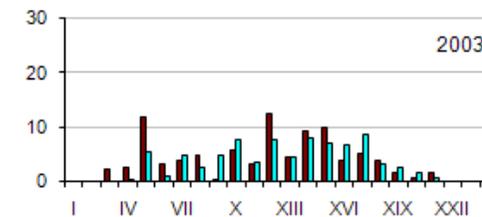
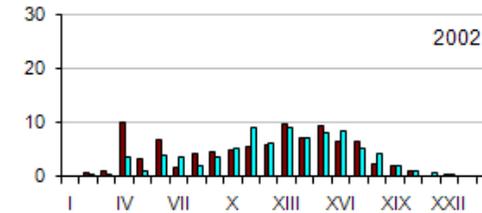
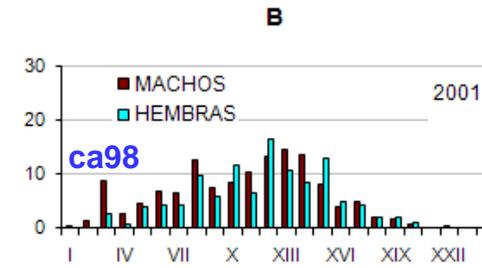
A: Composición en tallas

B: Composición en edades

ABUNDANCIA (x10⁶)

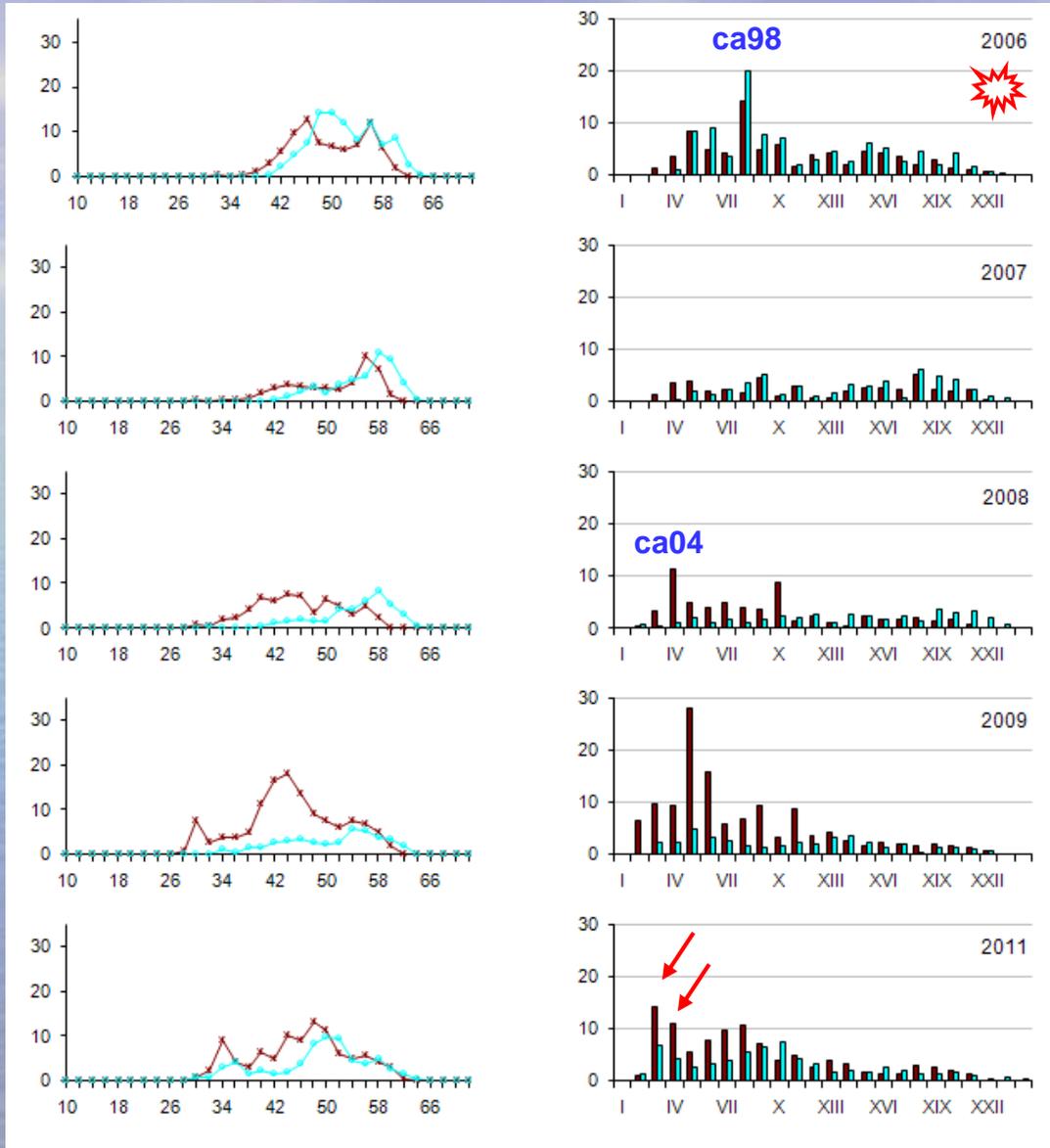


INT. DE TALLA (2cm)



GE

ABUNDANCIA (x10⁶)



INT. DE TALLA (2cm)

GE

GE VIII
M: 47 cm
H: 50 cm

Moda Princ.

GE III **GE IV**
35 cm **39 - 40 cm**

Moda Sec.

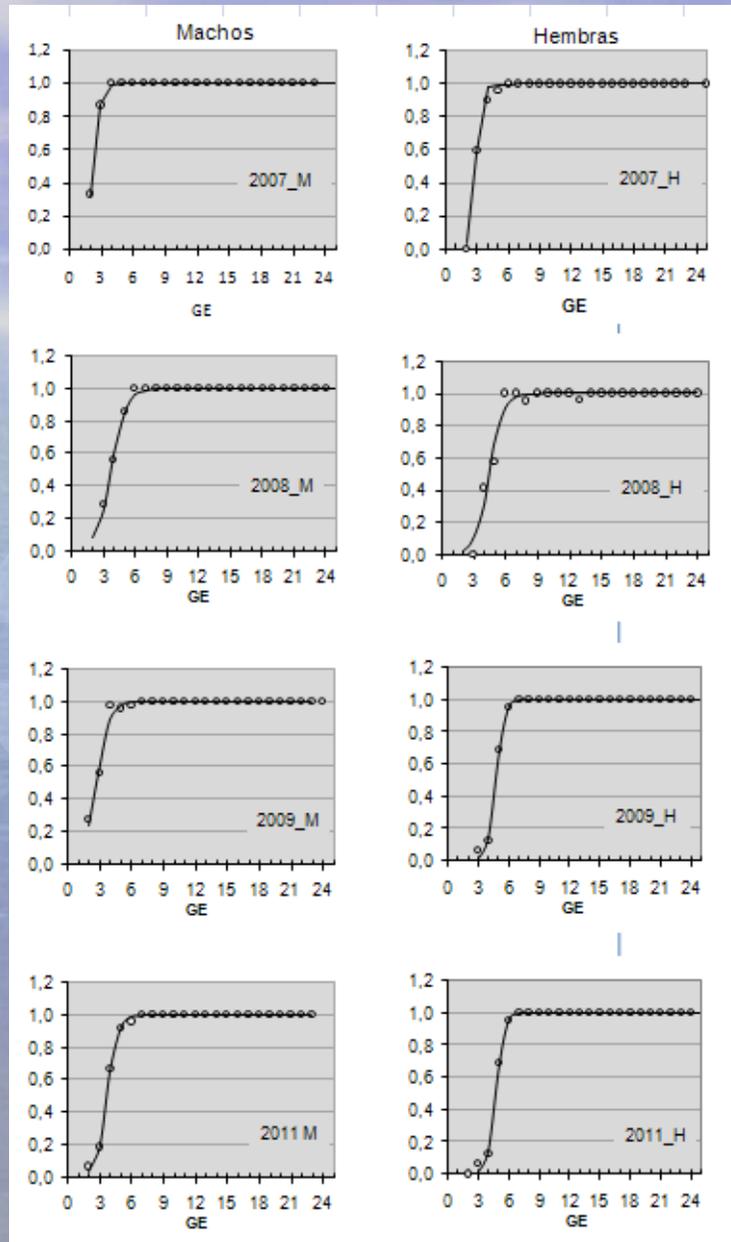
GE VIII m **GE X h**
48 cm **51 - 52 cm**

Fracción de merluza de tres aletas maduros, según grupos de edad. Cruceros de evaluación años 2007 - 2011

2011

GE IV: 39-40 cm

GE V: 42 cm



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

Concordancia
entre
clasificación
maduro/inmaduro

Macroscópico
Microscópico

2007					
n° 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 técnicas (n°)				:	114
Concordancia (n°)				:	113
Concordancia (%)				:	99,1
2008					
n° 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 técnicas (n°)				:	769
Concordancia (n°)				:	765
Concordancia (%)				:	99,5
2009					
n° de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	553		553	91,0
EMMa	Inmaduro	17	38	55	9,0
Total		570	38	608	
%		93,8	6,3		
Total analizado por ambas técnicas (n°)				:	608
Concordancia (n°)				:	591
Concordancia (%)				:	97,2
EMMa : Estado de madurez, observación macroscópica determinada por Observador Científico al momento del muestreo.					
EMMi : Estado de madurez, observación microscópica estimada en el Laboratorio de Histología, dirigido por el investigador Eduardo Díaz R.					

Conclusiones

- La **abundancia del stock** de merluza tres aletas estimada en 167 millones de ejemplares, estuvo compuesta de **100 millones de machos y 67 millones de hembras**.
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso con **pesos promedios por talla en la parte superior del rango observado** en los años anteriores de estudio de muestras de cruceros.
- 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 los **GE IV** en machos y **GE V** en hembras.
- La clasificación macroscópica de las gónadas, maduras e inmaduras, tiene **alta correlación** con la madurez estimada en forma microscópica (estudio histológico).

- Merluza de tres aletas presenta una estructura por grupos de edad compuesta de numerosos grupos con diferente fuerza. En el 2011, los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock correspondieron en un **72 %** desde **GE III a XI**.
- La abundancia estimada estuvo compuesta por un 17% de peces inmaduros y **83 % de ejemplares maduros** (considerando desde $GE_{50\%}$ IV en machos y $GE_{50\%}$ V en hembras).
- Dentro de los ejemplares maduros, se destaca la moda en el **GE VIII** en machos y **GE X** en hembras.

GRACIAS



**Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez
y fecundidad de merluza de tres aletas.
Eduardo Díaz R. (IFOP).**

Índice Gonadosomático, Estadios de madurez, Ojiva de madurez y Fecundidad

Eduardo Díaz Ramos

Metodología:

Procesamiento de la muestra:

- Se analizaron 1.646 (508 machos y 1.138 hembras), 21 lances identificación.
- Se tomaron las medidas morfométricas.
- Clasificó su fase de madurez macroscópico.
- Se fijaron al 10% ovarios.
- Análisis histológico del ovario.

Indicador reproductivo:

- Índice Gonadosomático (IGS)
- Proporción estadio madurez

Ojiva madurez sexual:

- Clasificación histológica para discernir maduras.
- Ajuste máximo verosímil modelo de madurez, talla media de madurez e intervalo confianza (welch y Foucher, 1988; Roa, 1999).

Fecundidad:

- Desovador parcial con fecundidad anual determinada.

Escala macroscópica de fases de madurez



Estadio I
(virginal)

Estadio II
(inmaduro)

Estadio III
(en maduración)

Estadio IV
(maduro)

Estadio V
(evacuados)

Estadio IV
(desovante)

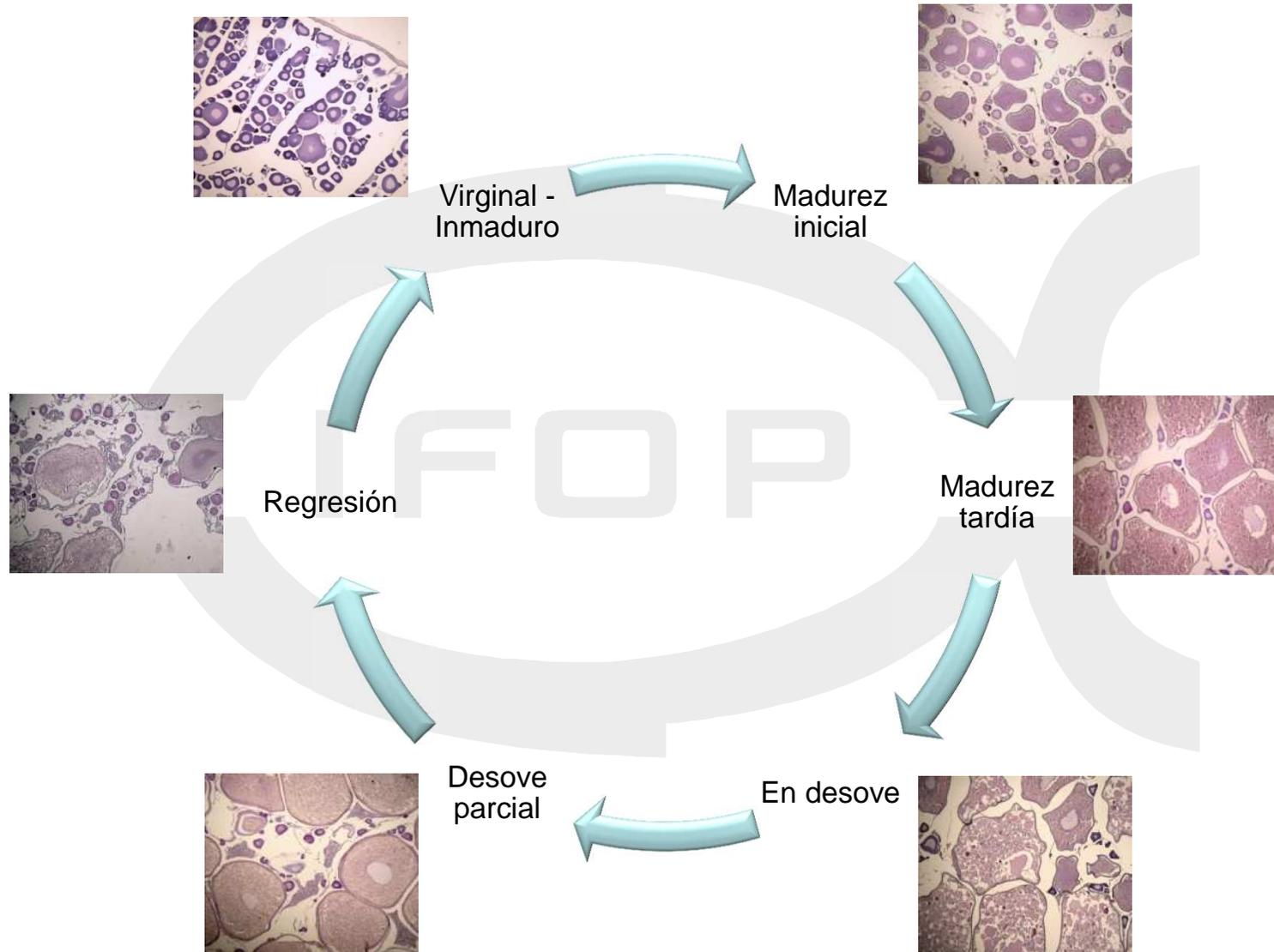
Estadio V
(regresión)



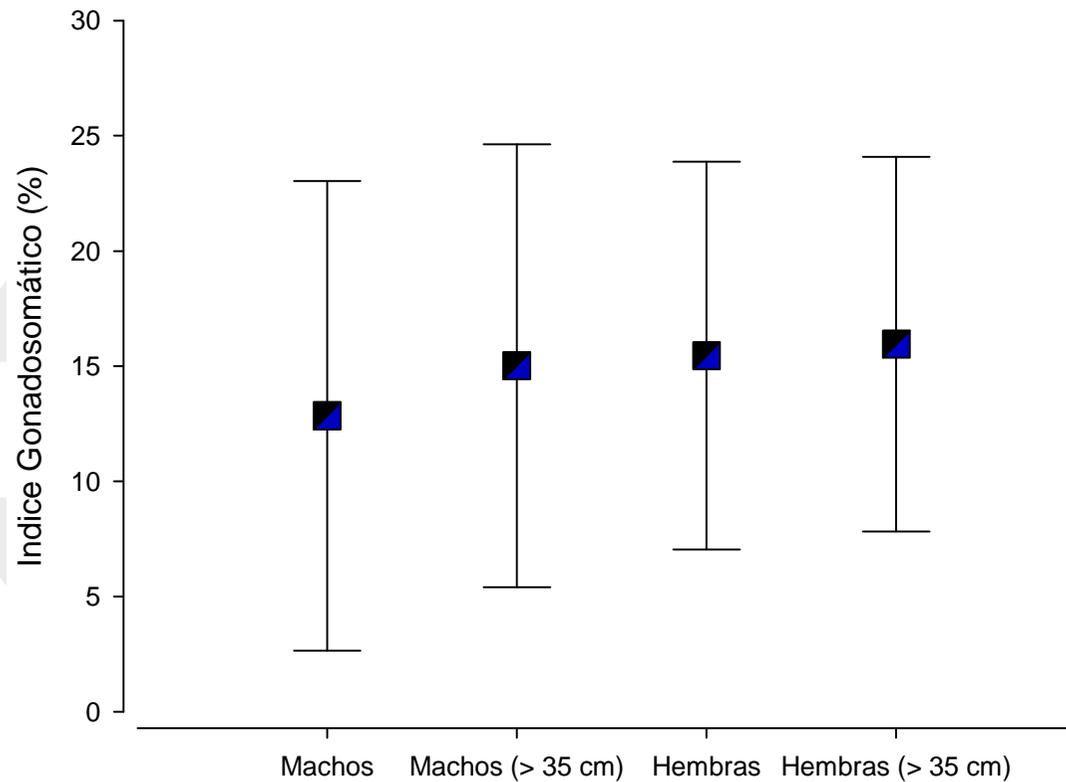
Fases desarrollo

Evacuación y desove

Escala microscópica de fases de madurez hembras

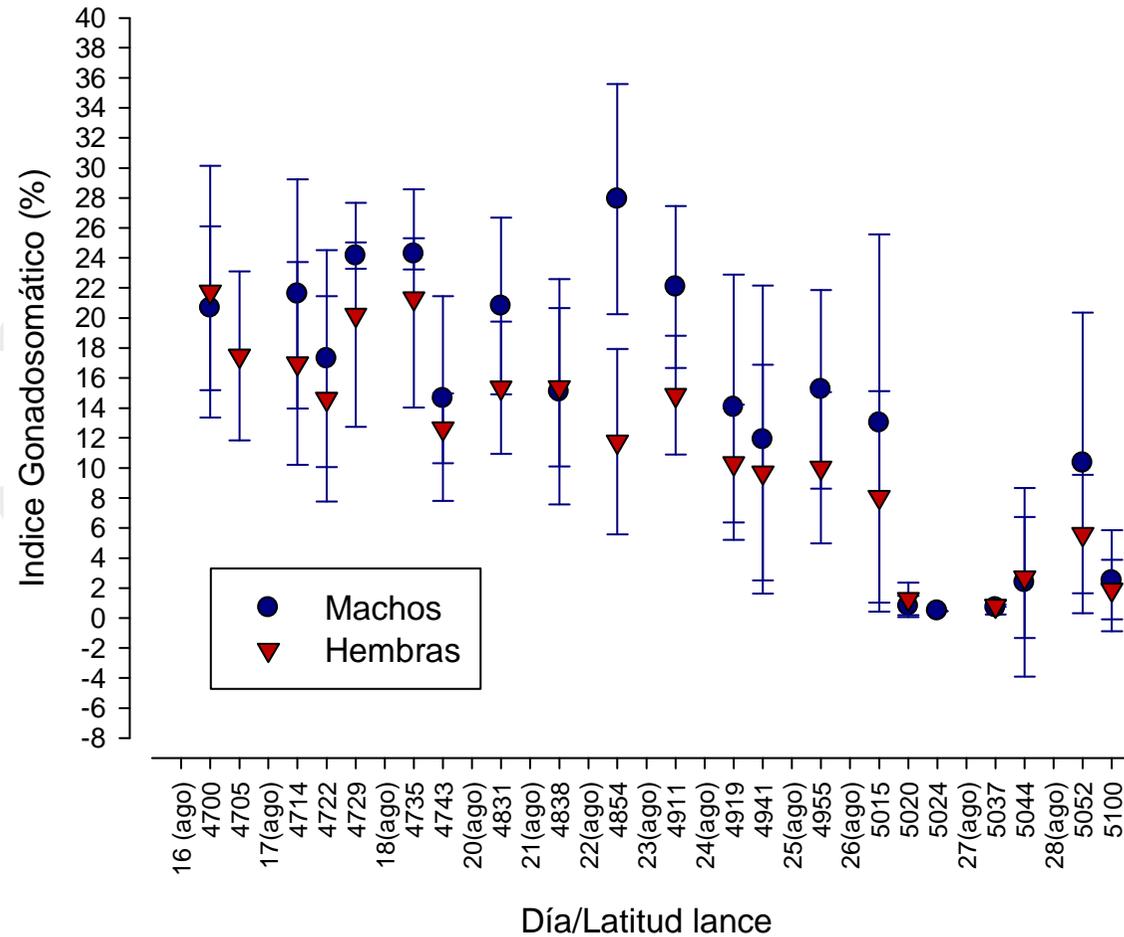


Resultados: Índice Gonadosomático medio total

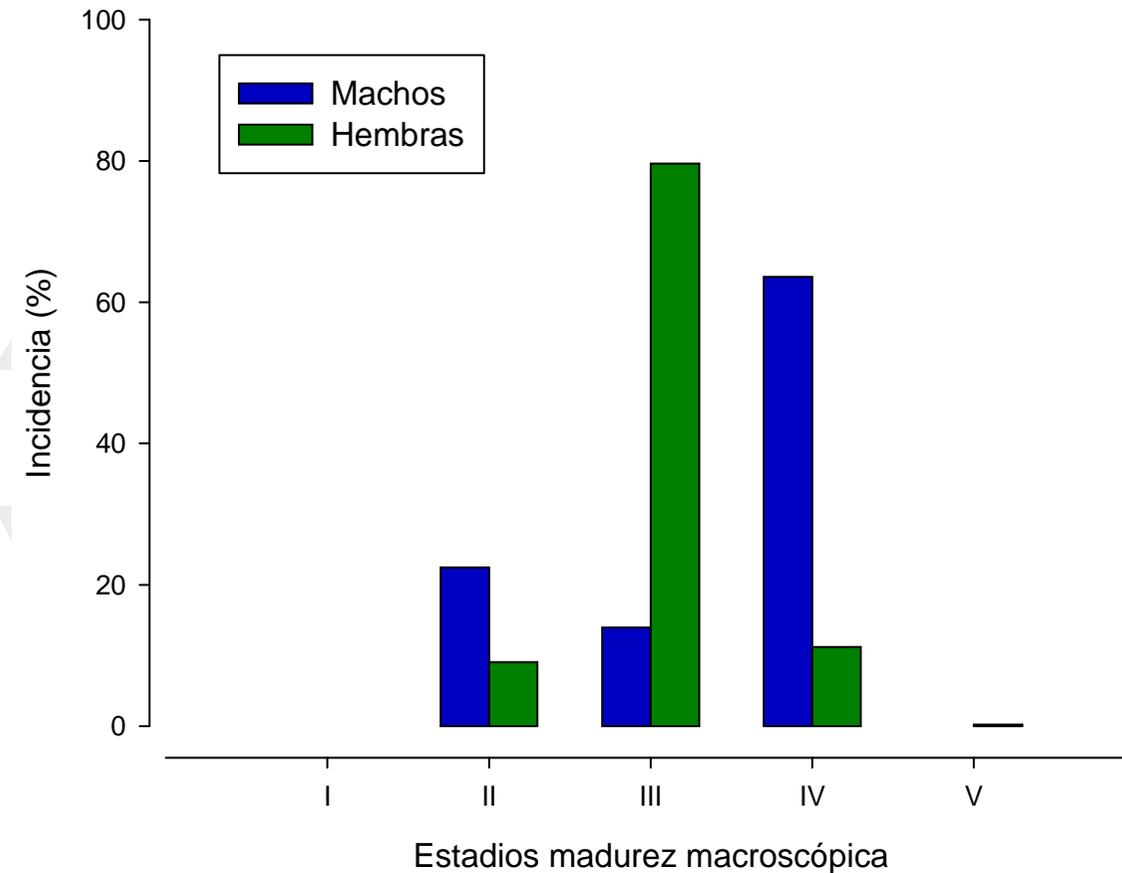


IGS	Machos	D.S.	Hembras	D.S.
Todos	12,8	10,2	15,5	8,4
≥ 36 cm	15,0	9,6	16,0	8,1
Ponderado ≥ 36 cm	21,0	0,8	17,8	0,3

Resultados: Índice Gonadosomático medio al lance

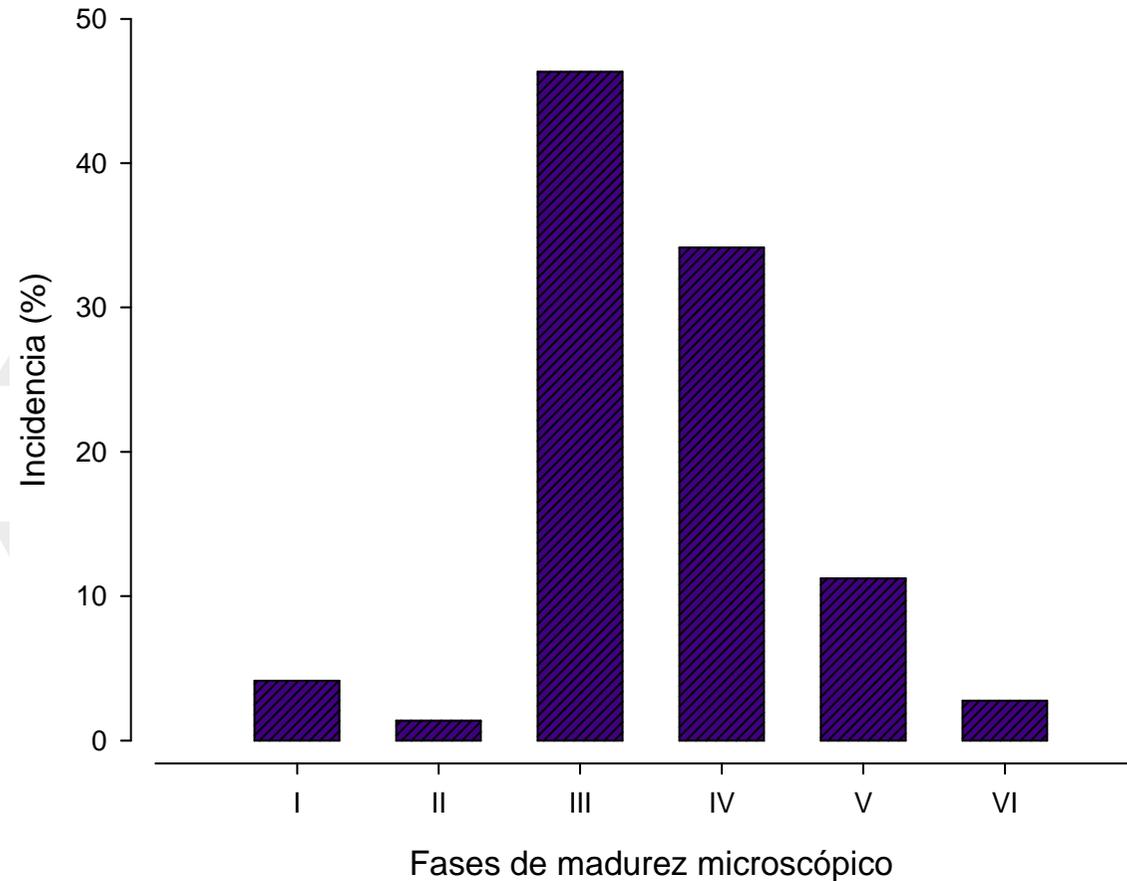


Resultados: incidencia estadios macroscópicos



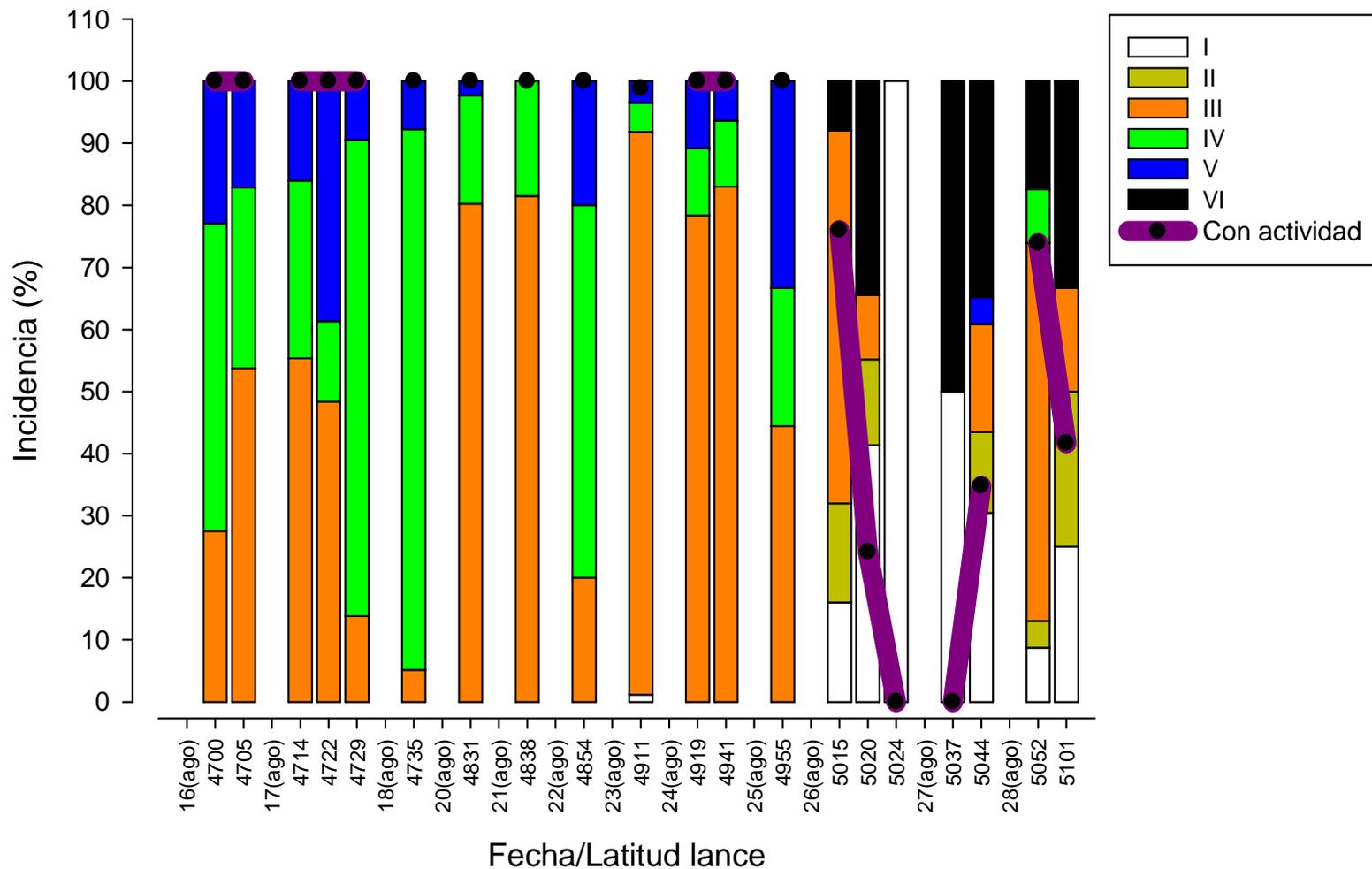
I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Maduro - Desovante;
V: Evacuados – En regresión.

Resultados: incidencia estadios microscópicos

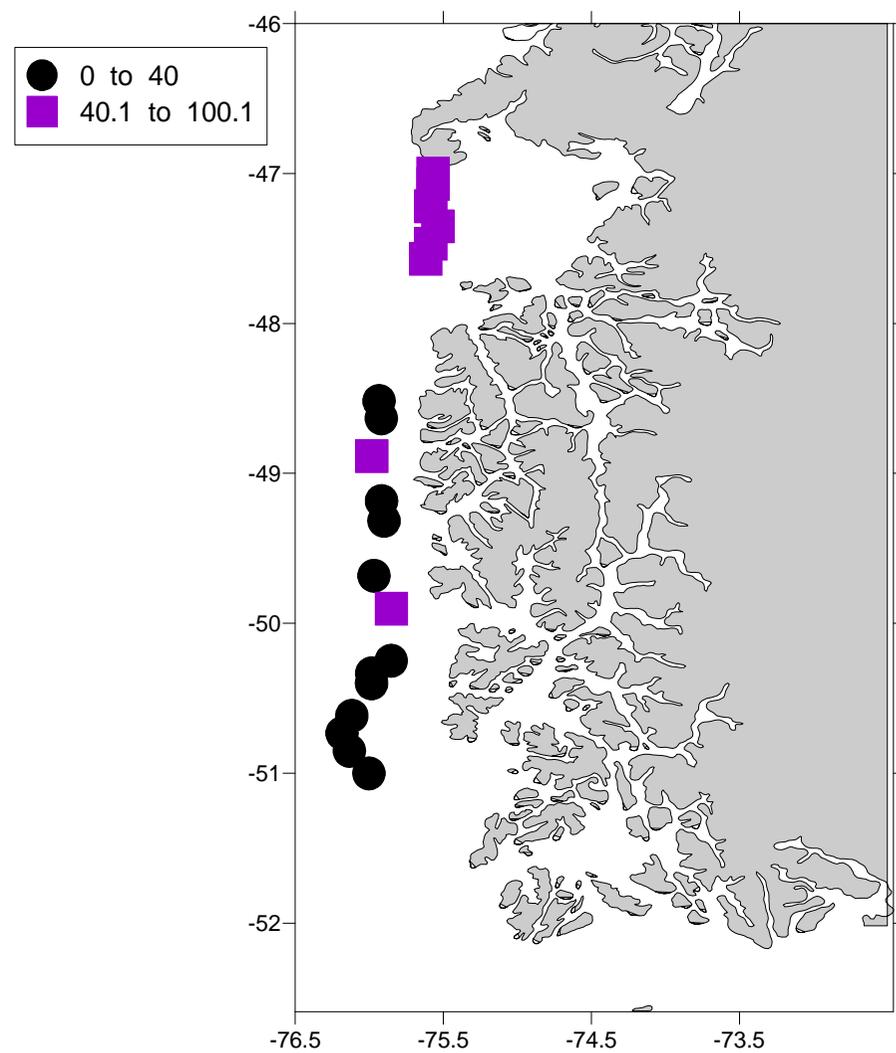
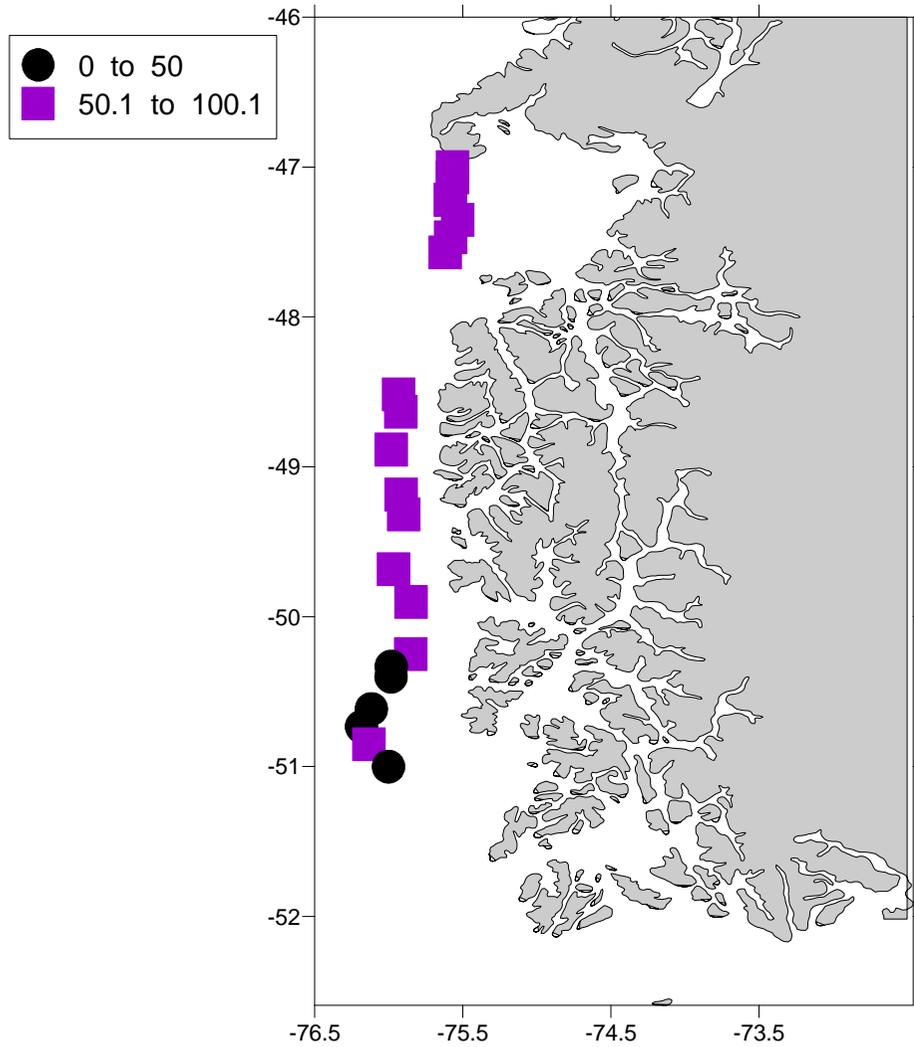


I: Virginal e Inmaduro; II: M. inicial; III: M. tardía; IV: En desove; V: Desove parcial; VI: En regresión.

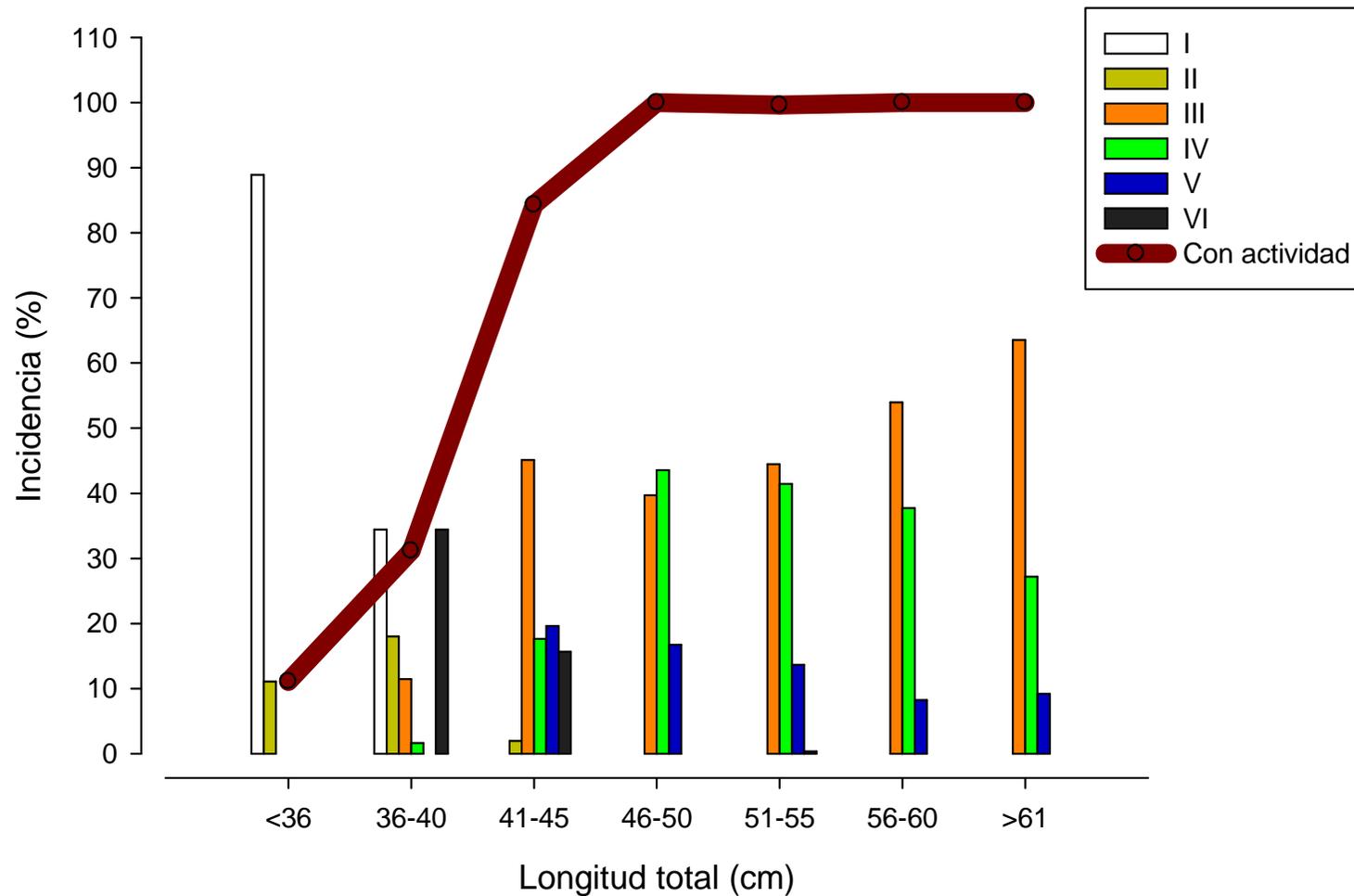
Resultados: incidencia estadios microscópicos lance



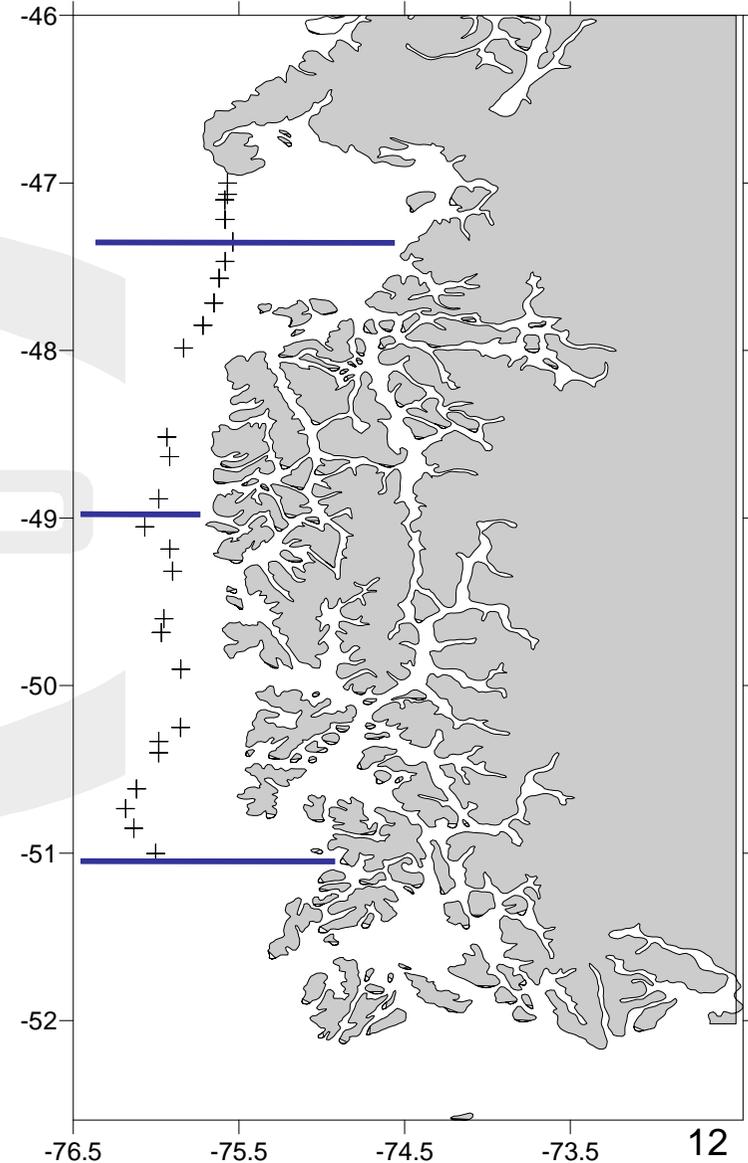
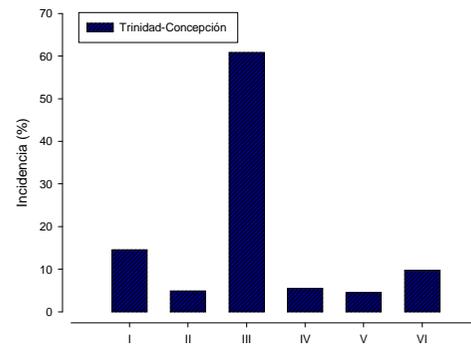
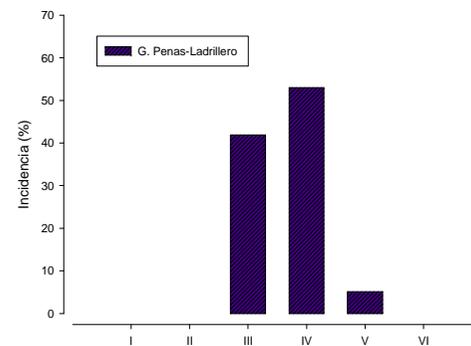
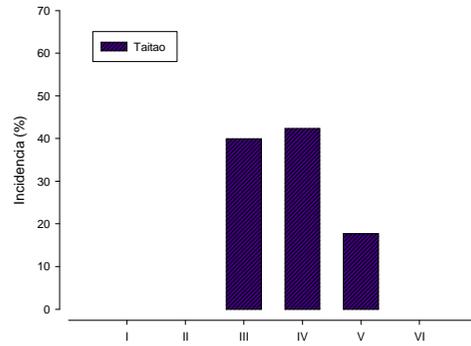
Incidencia de ovarios activos y en desove al lance



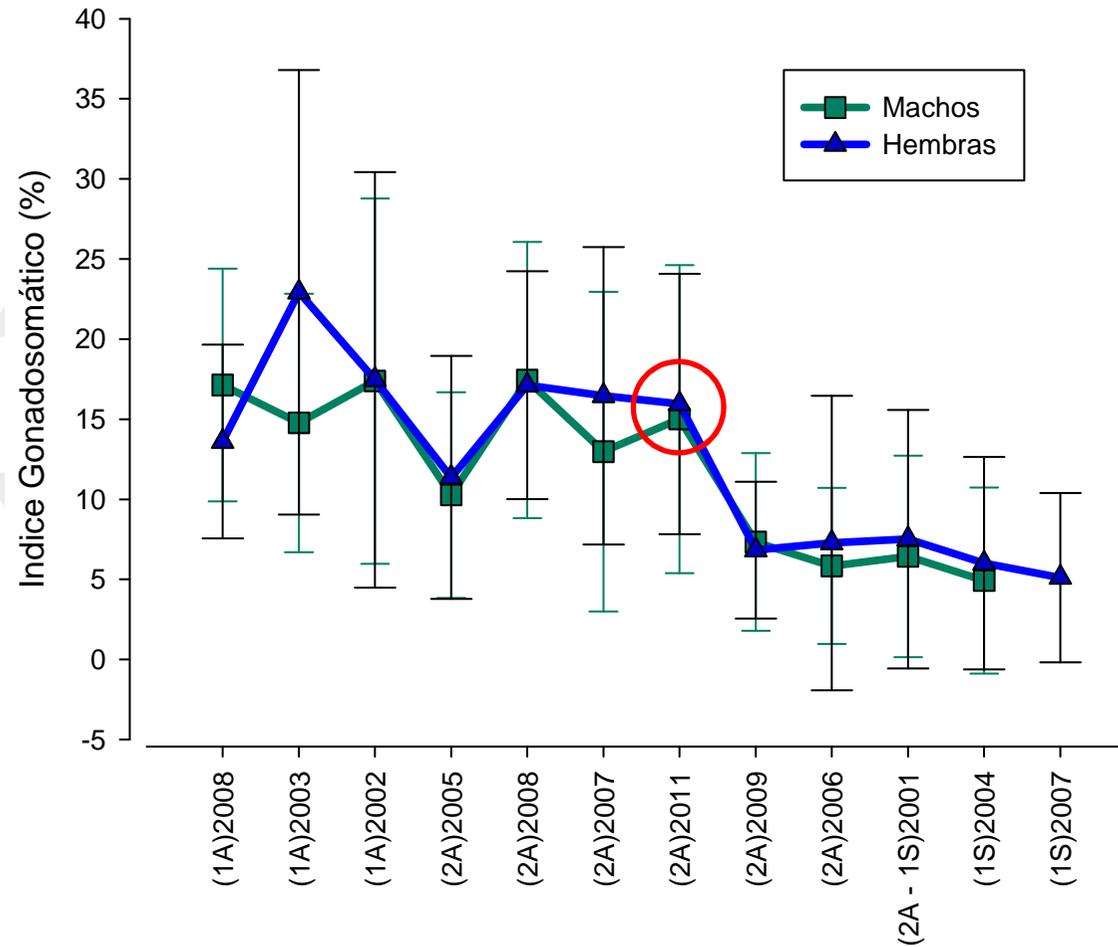
Resultados: incidencia estadios microscópicos talla



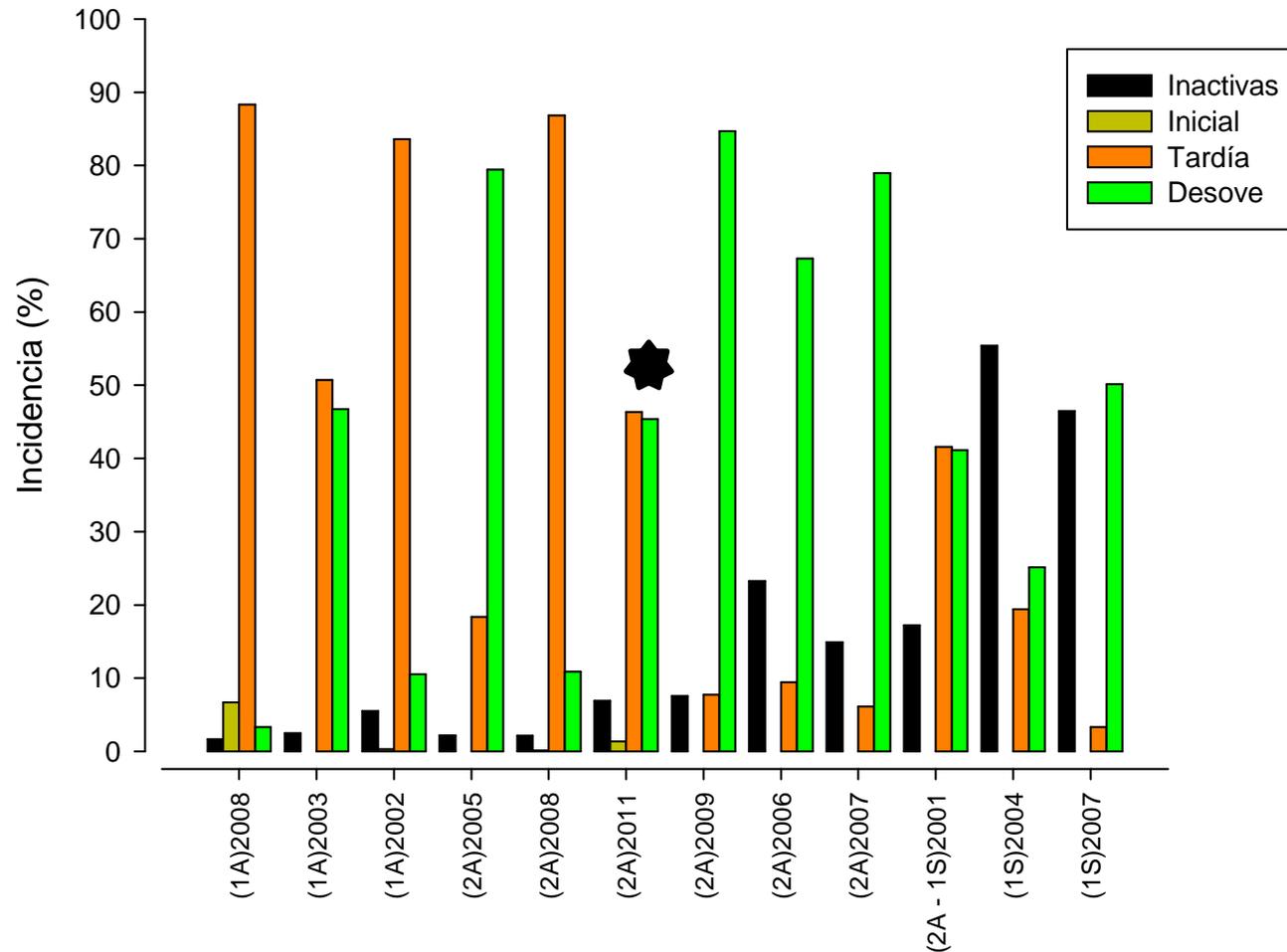
Resultados: incidencia estadios microscópicos zonas



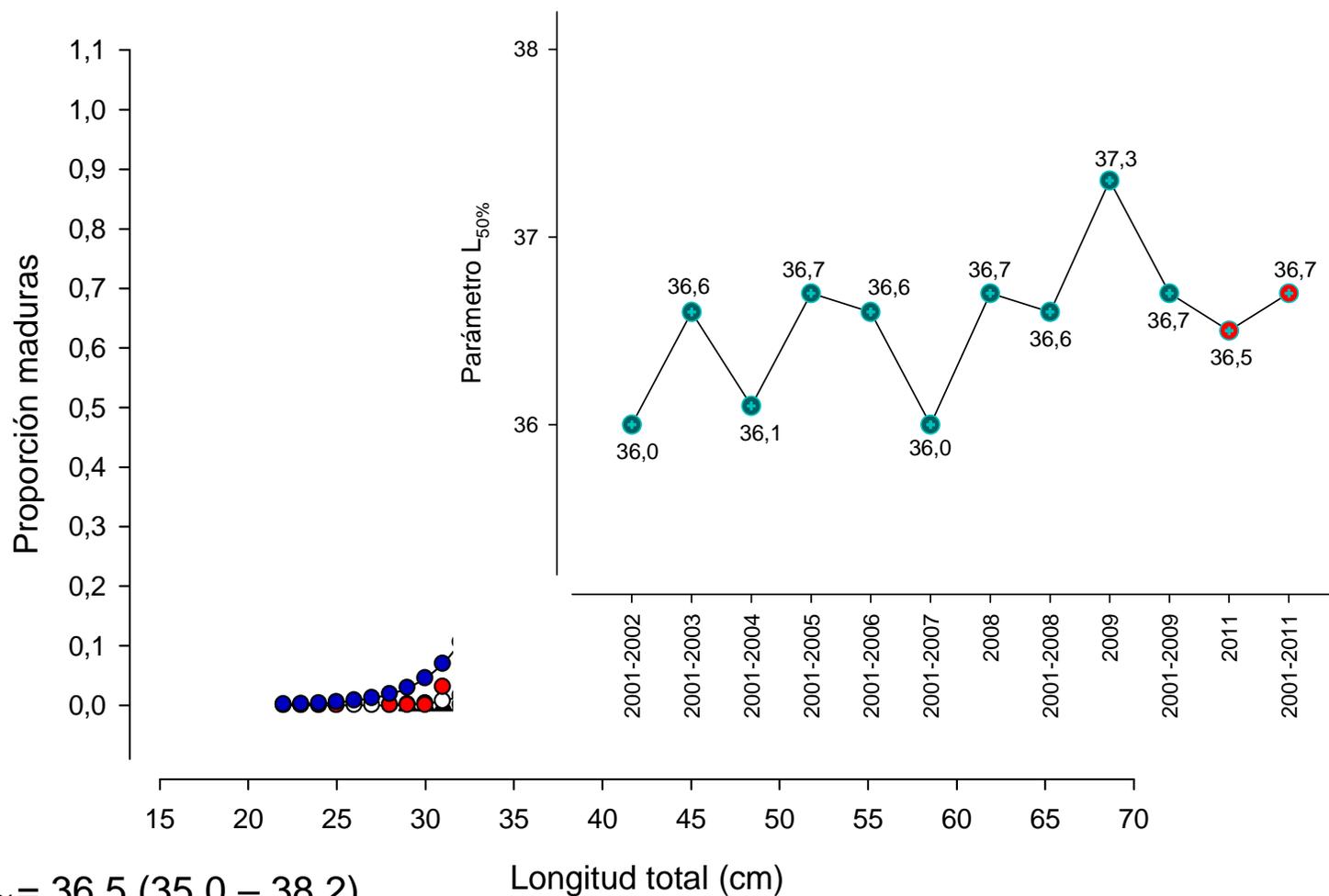
Índice Gonadosomático medio histórico (2001–2011)



Incidencia fases ovárica histórico (2001–2011)



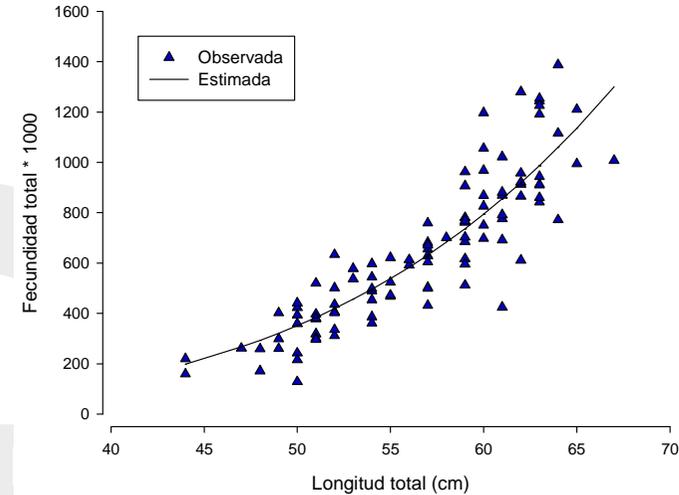
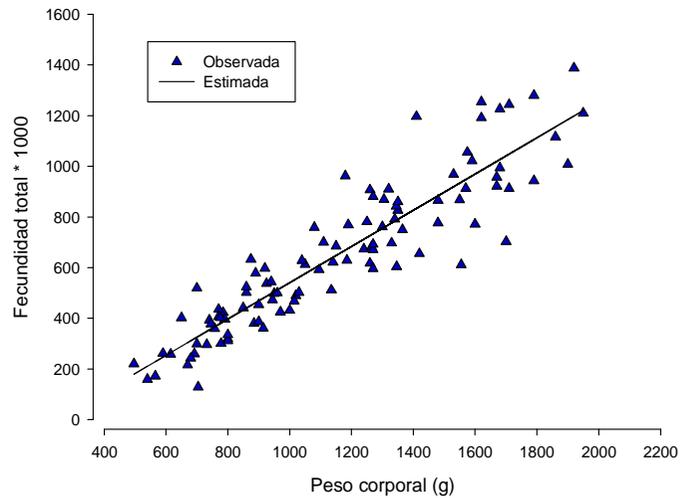
Ojiva de madurez sexual



2011: $L_{50\%} = 36,5$ (35,0 – 38,2)

2001 – 2011: 36,7 (36,1 – 37,3)

Fecundidad total



	Fecundidad total			Fecundidad relativa			Amplitud tamaños (cm)
	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	
2011	649082	128402	1387777	545	182	849	44 a 67
Evaluaciones 2001-2009	297329 - 733540	18478	1590339	314 - 698	34	1981	36 - 66
Atlántico	355700	47190	1945130	323			
Atlántico	477771			706			51

Conclusiones:

- ❑ La merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva, caracterizándose por una condición predominante de madurez avanzada y en proceso de desove.
- ❑ La talla media de madurez ($L_{50\%}$) se estimó en 36,5 cm de longitud total.
- ❑ Los valores de fecundidad total (649.082) y relativa (545) estuvieron comprendidos en los estimados de campañas previas de la especie.

**Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas
René Vargas S. (IFOP).**



Objetivo n° 4

Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), en el área y periodo de estudio.

por

René Vargas S.



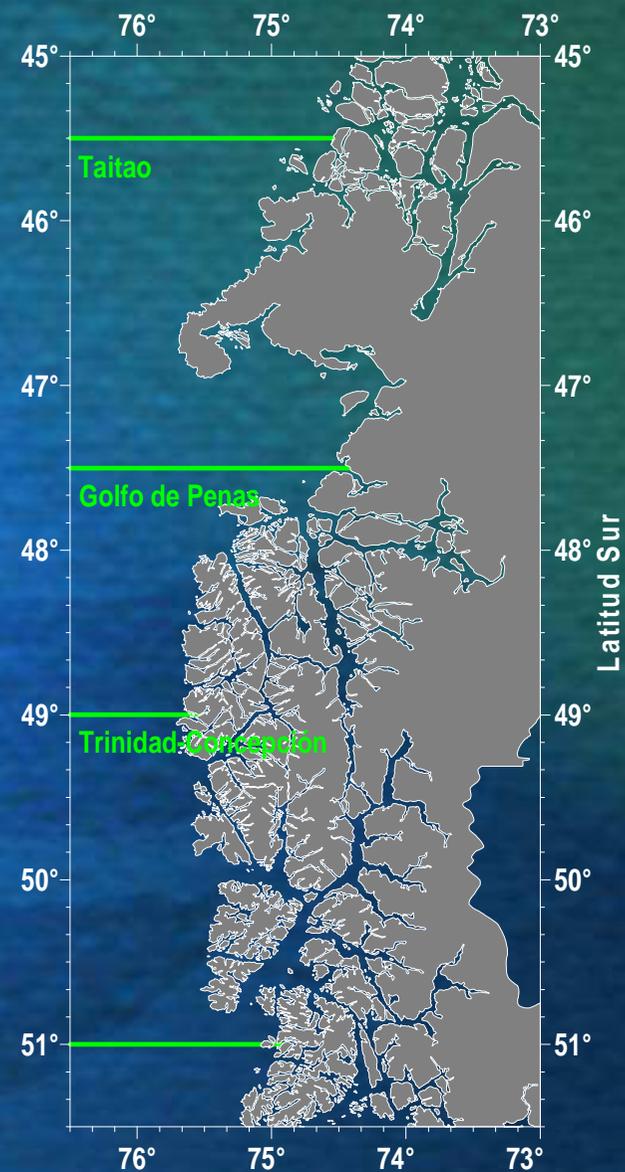
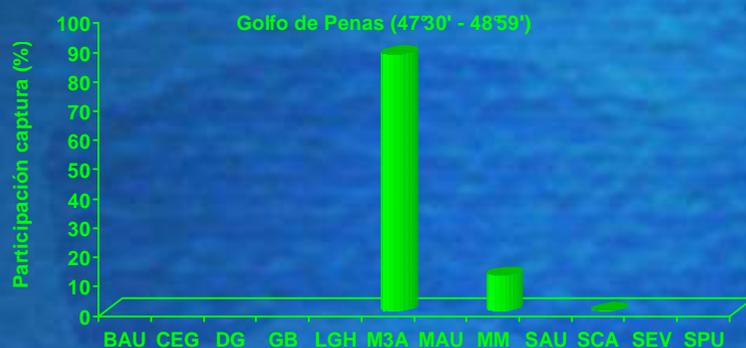
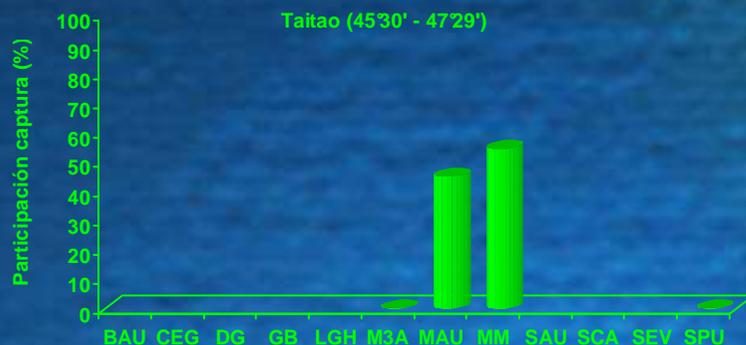
Especies comúnmente capturadas como fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas

Especie	Codigo	2001*	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*	2007*	2008*	2009*	2011*	TOTAL
Reineta	BAU			0.56	3.40	0.09	2.31	0.02	0.89	0.93	0.85	0.43
Tollo Negro	CEG										0.13	0.002
Jibia	DG			1.95		0.01	0.21			9.34	0.03	0.17
Congrio dorado	GB						0.01		0.01	0.07	0.04	0.003
Calamar	LGH										0.16	0.002
Merluza de tres aletas	M3A	79.76	94.18	94.34	52.58	86.62	32.92	97.84	33.94	44.44	39.18	79.69
Merluza del sur	MAU	5.71	3.02		3.56	0.73	0.52		1.04	2.22	6.23	1.62
Merluza de cola	MM	14.42	2.77	3.15	40.46	12.49	61.99	2.12	63.46	35.84	52.79	17.64
Brótula	SAU								0.12	0.31	0.33	0.01
Cojinoba del sur	SCA	0.02					2.04					0.30
Cojinoba azul	SEV							0.02	0.55	6.86	0.25	0.12
Cojinoba moteada	SPU	0.08	0.02			0.07						0.02

*Participación porcentual, respecto de la captura total del crucero



Composición de la captura (%) por zona, crucero 2001

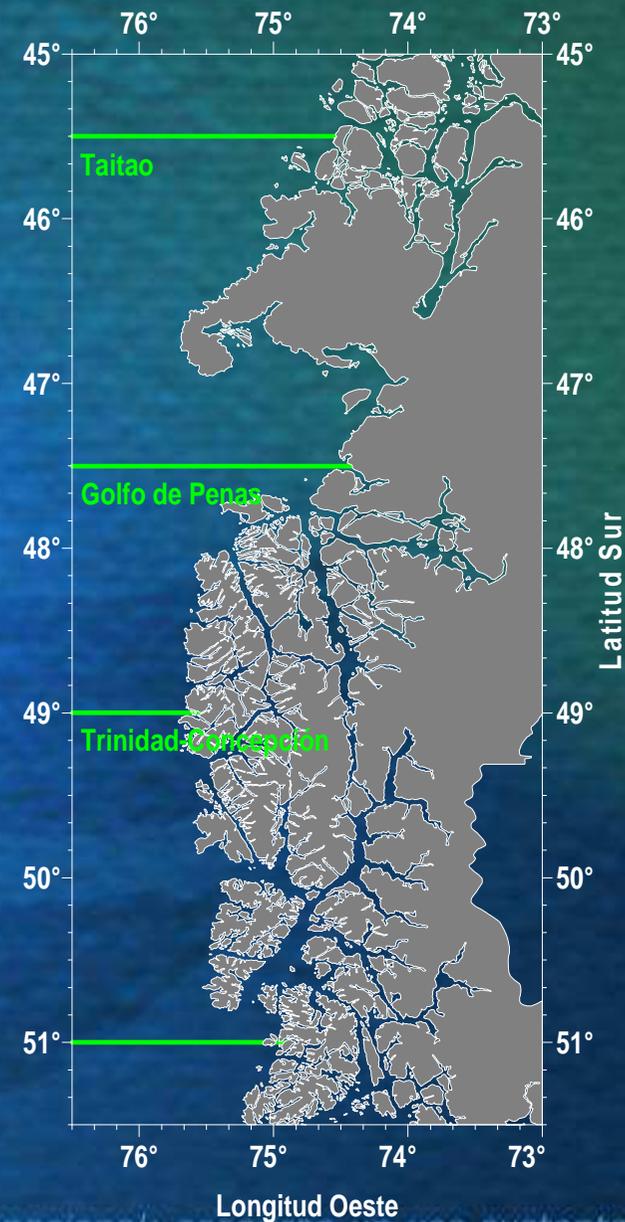
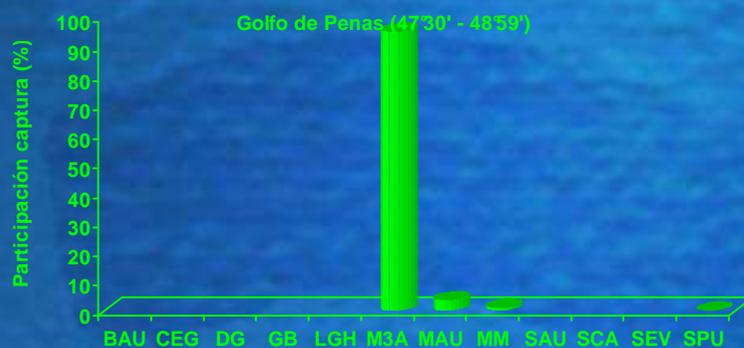
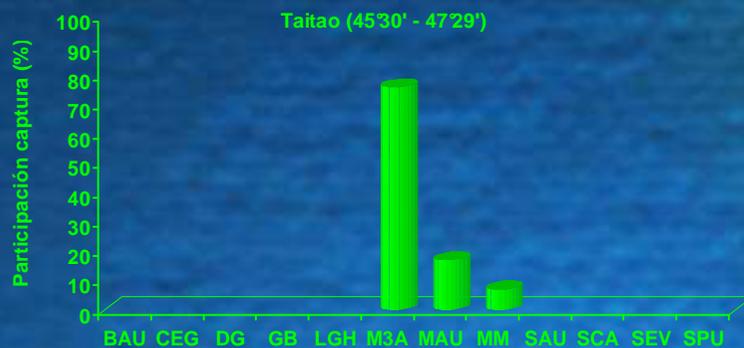


Longitud Oeste

Latitud Sur

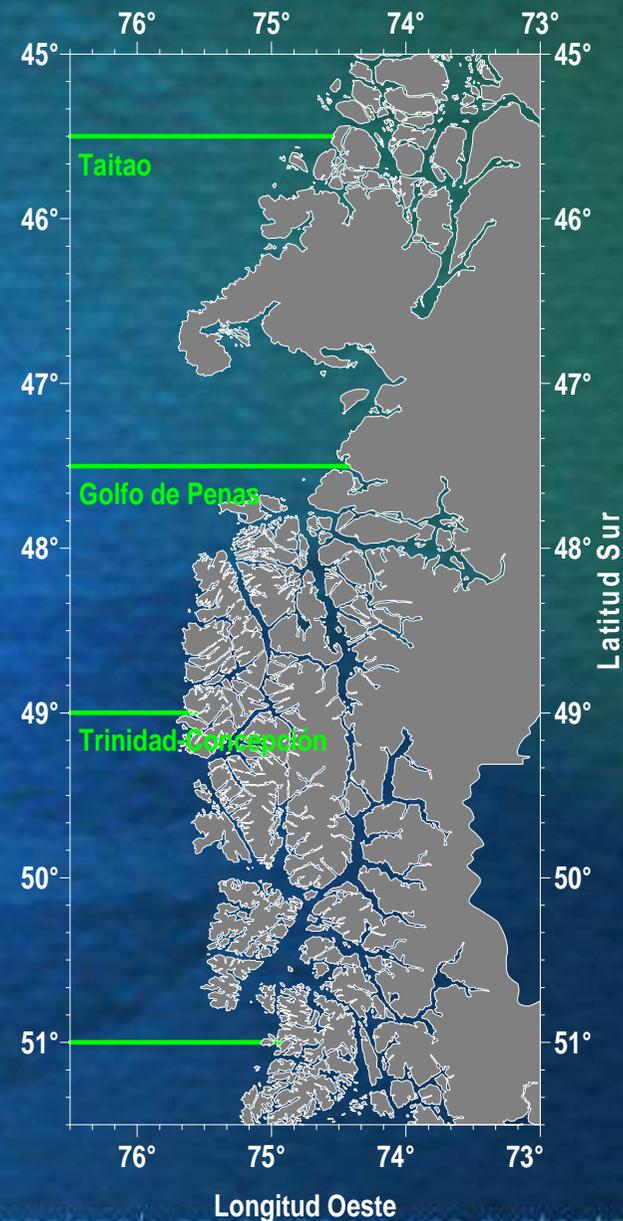
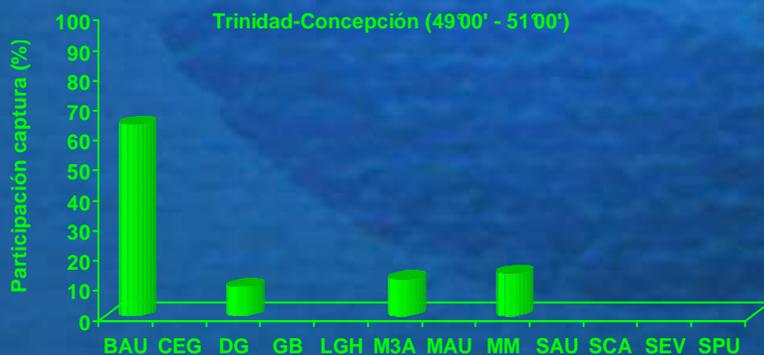
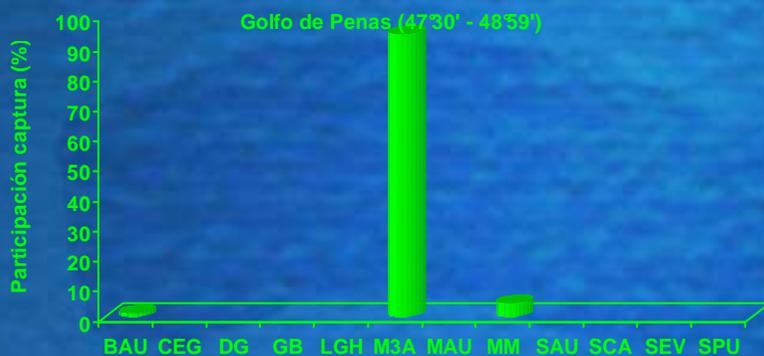
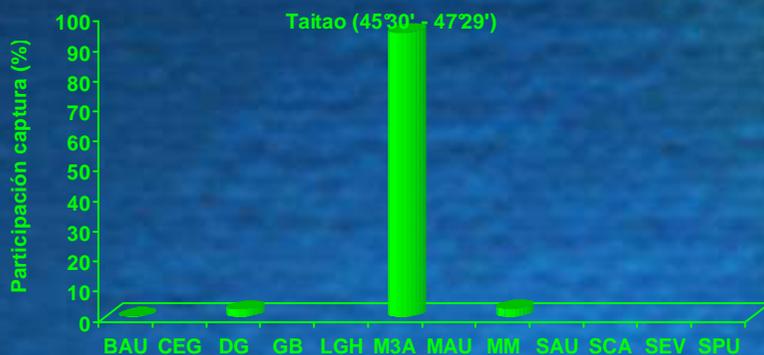


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2002



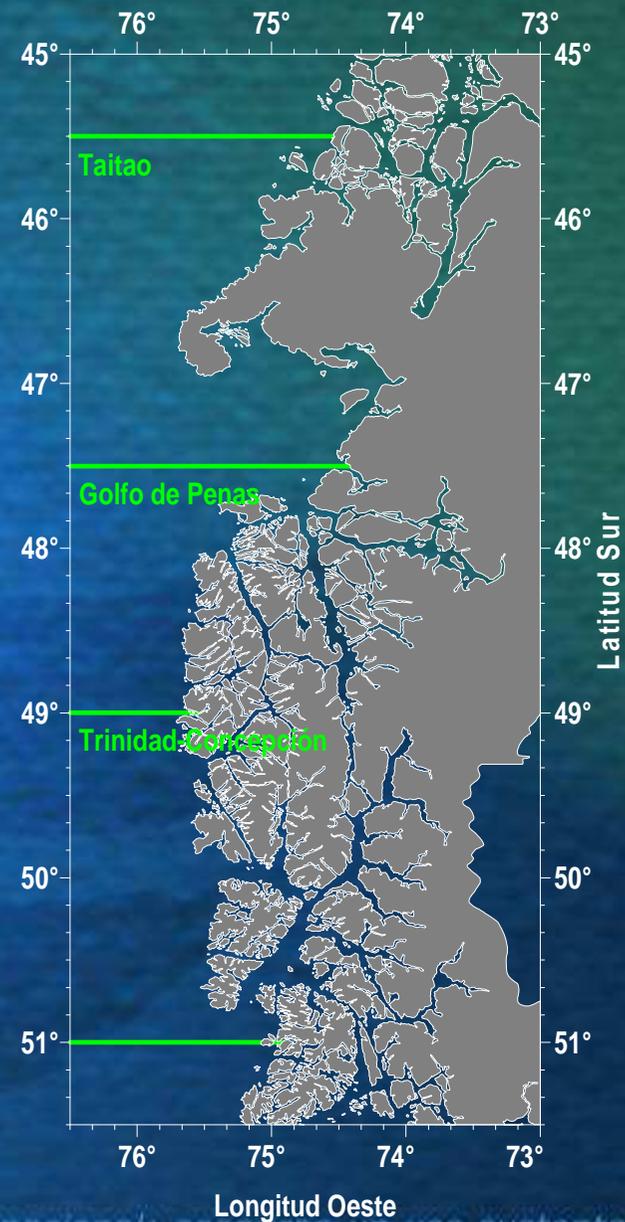
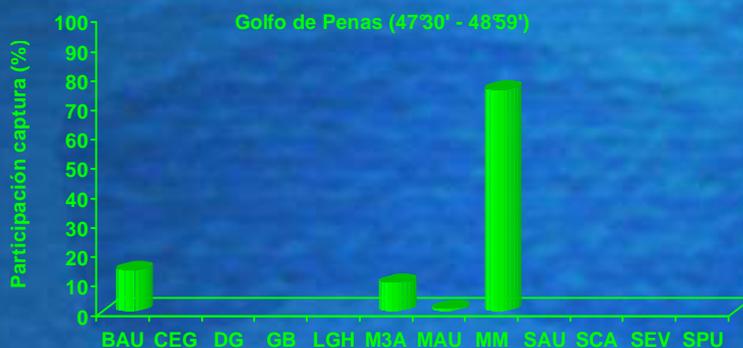
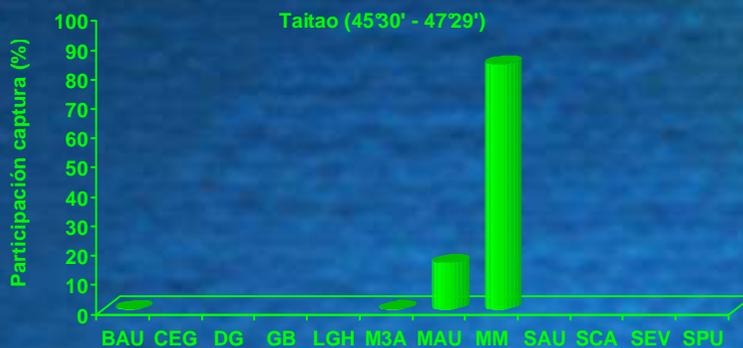


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2003



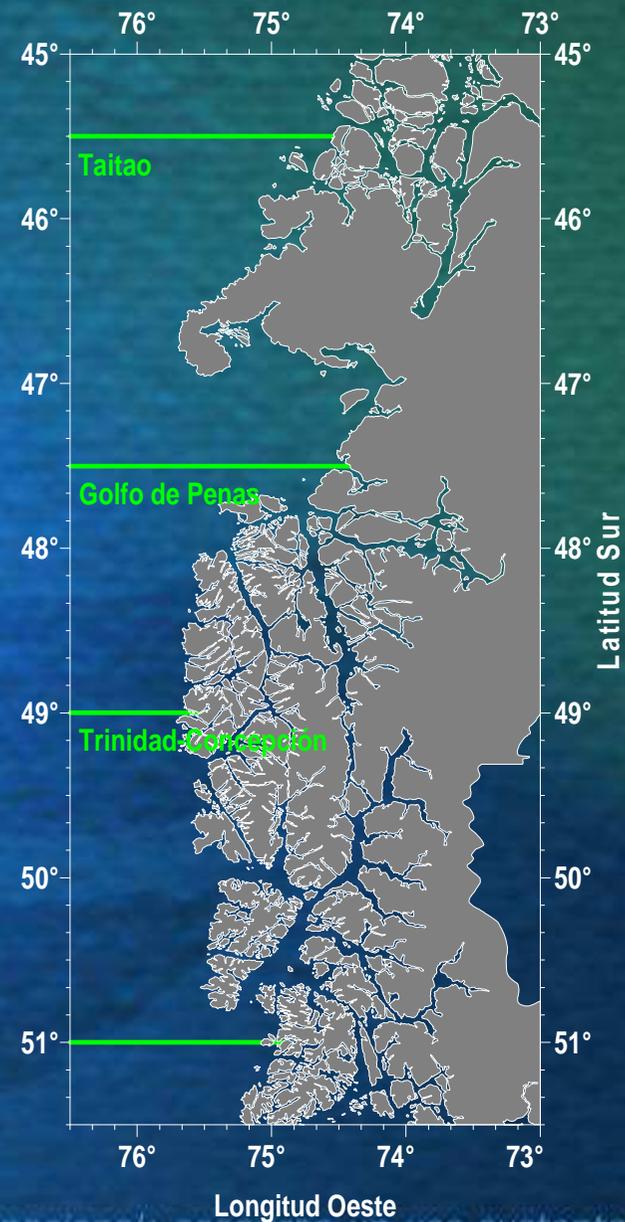
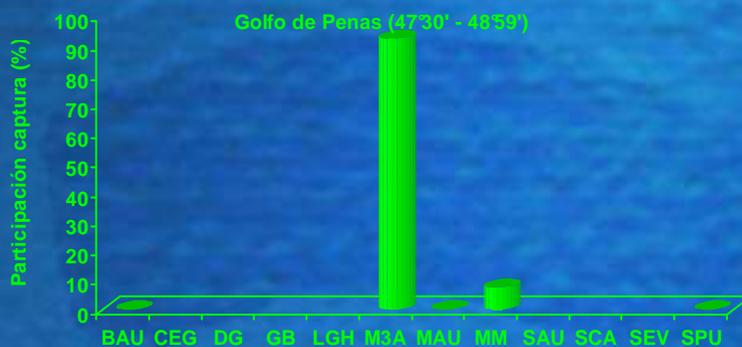
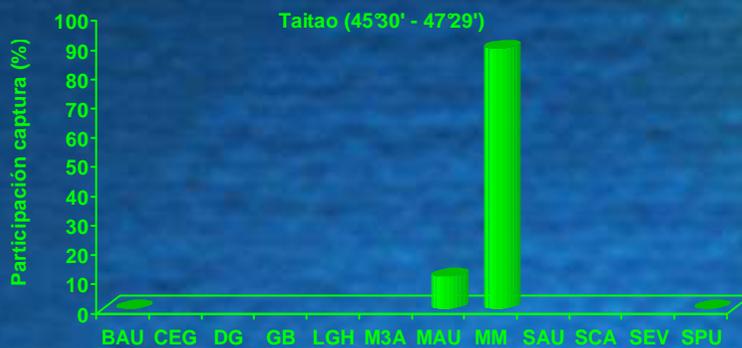


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2004



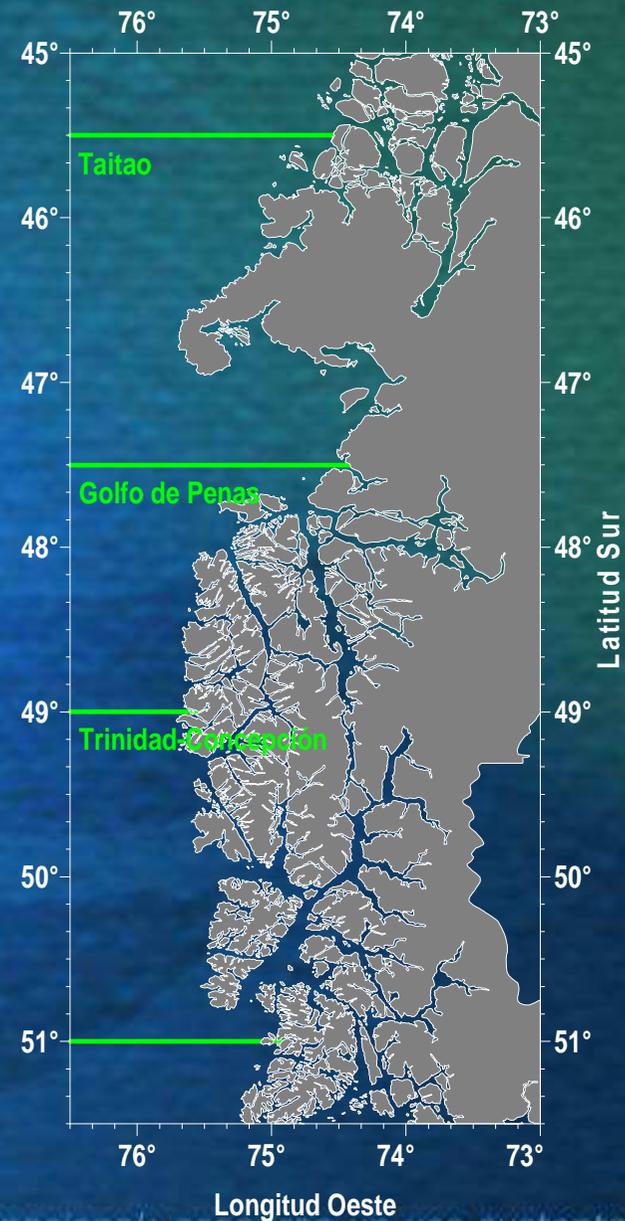
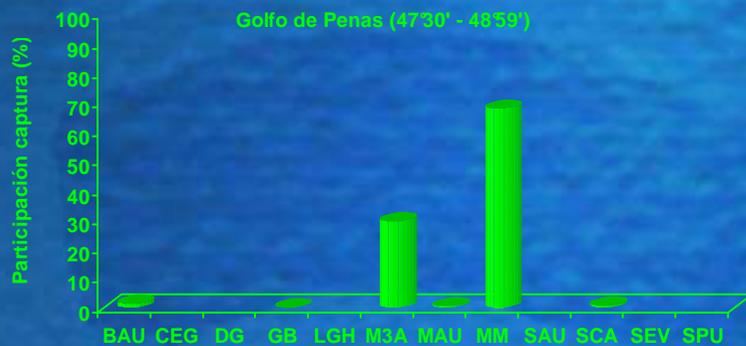
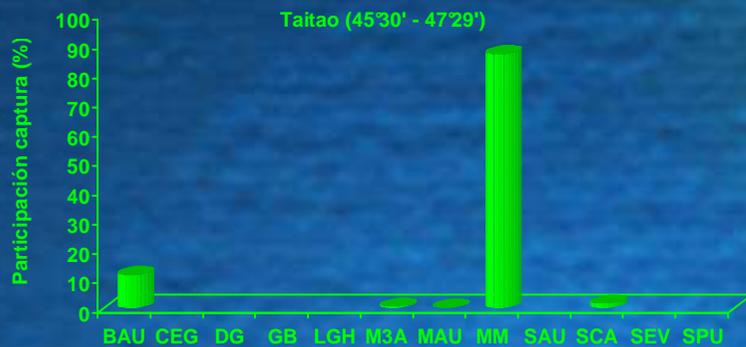


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2005



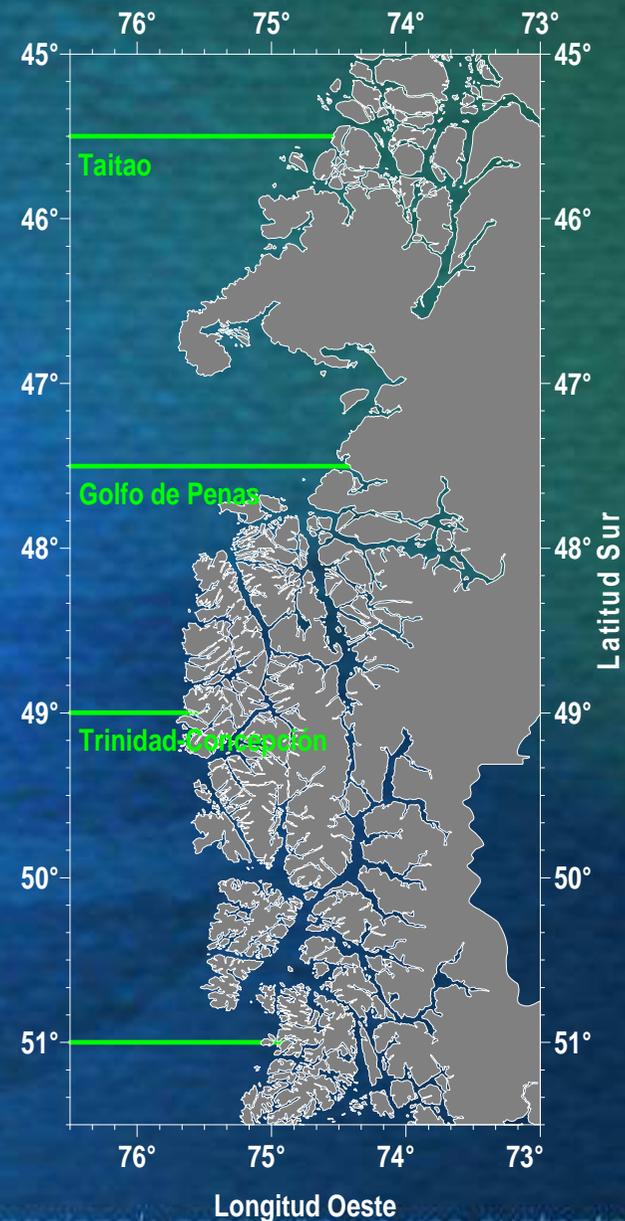
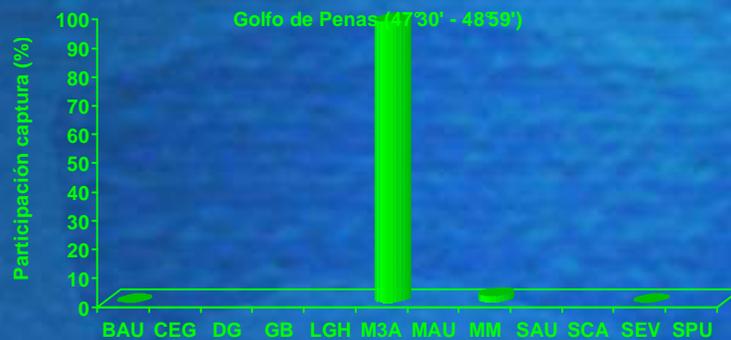
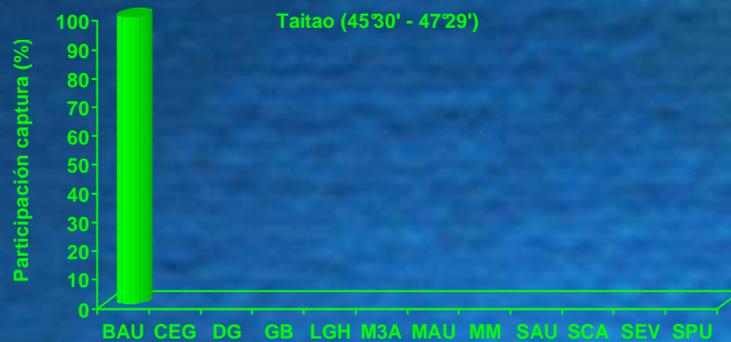


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2006



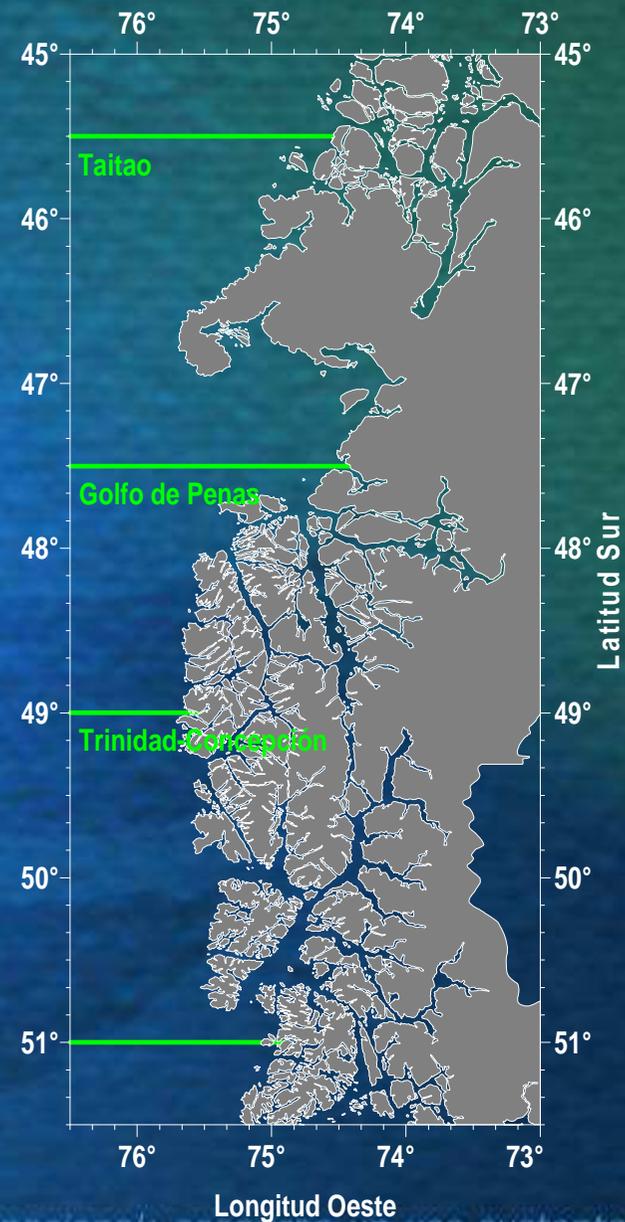
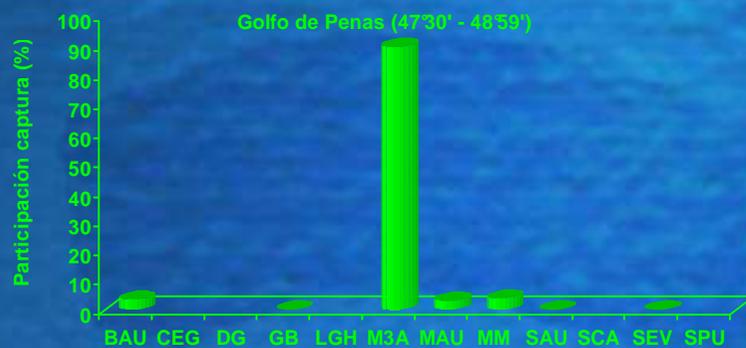
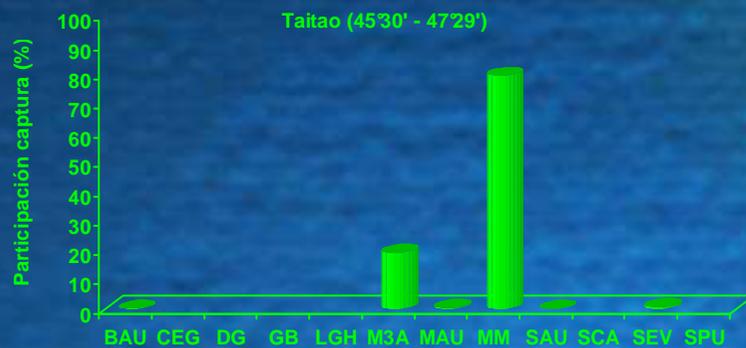


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2007



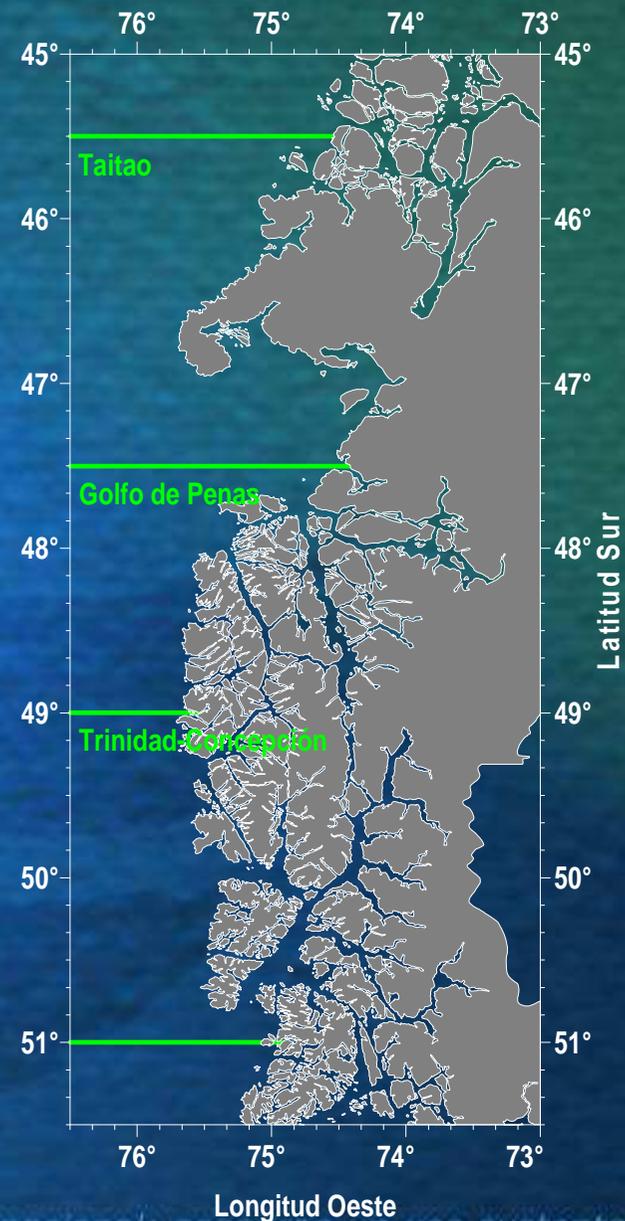
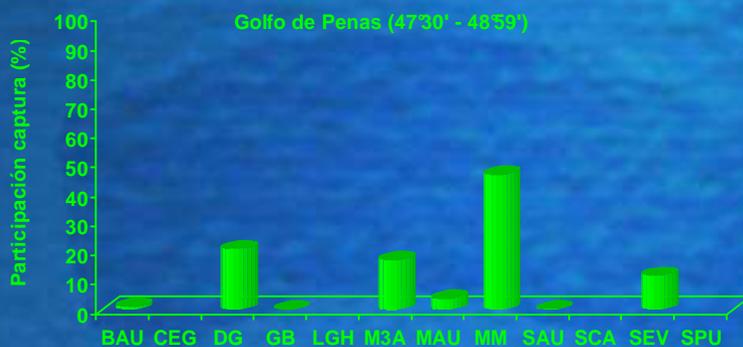
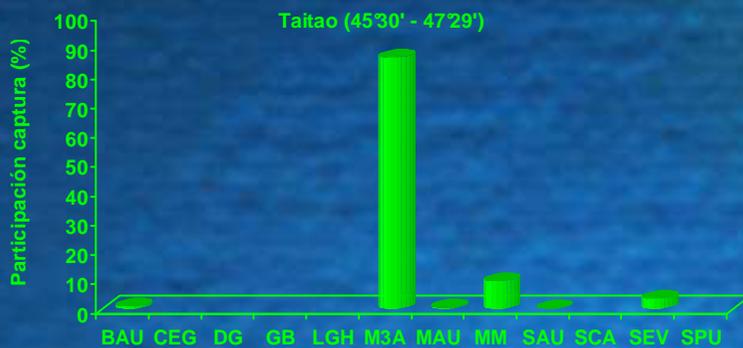


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2008



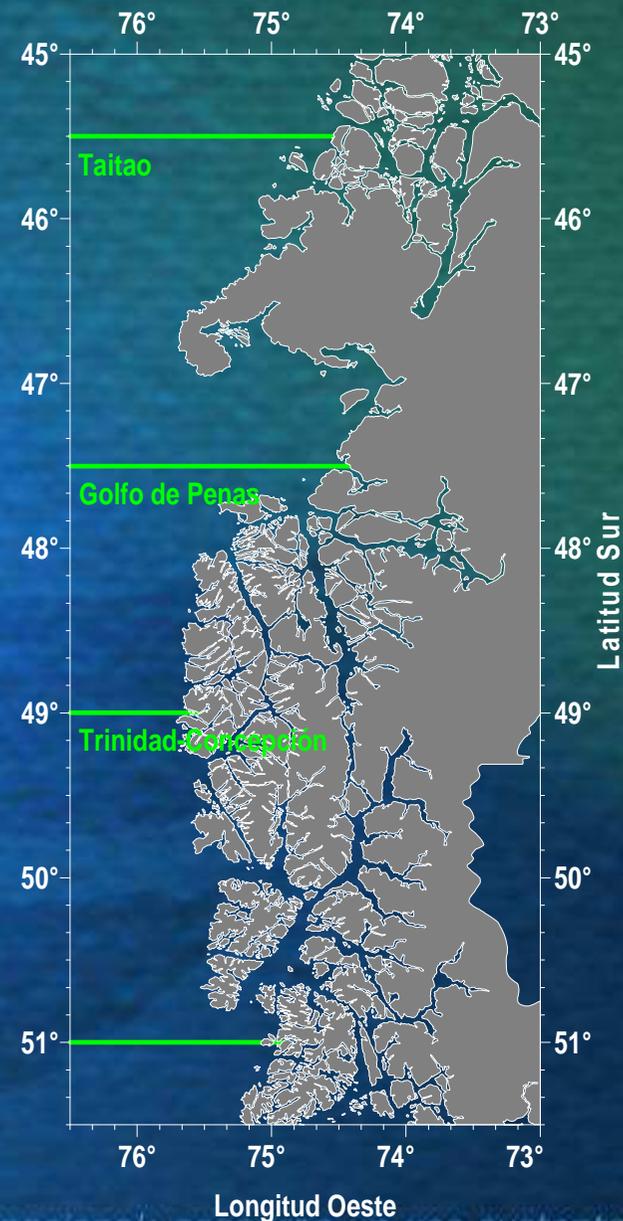
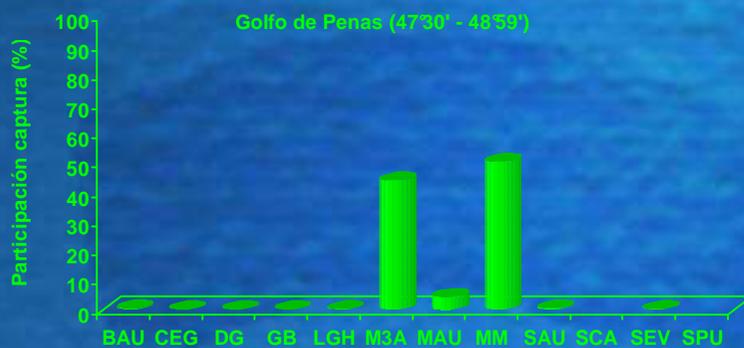
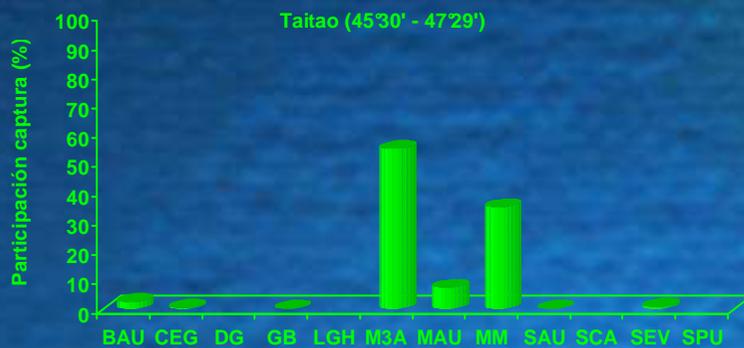


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2009



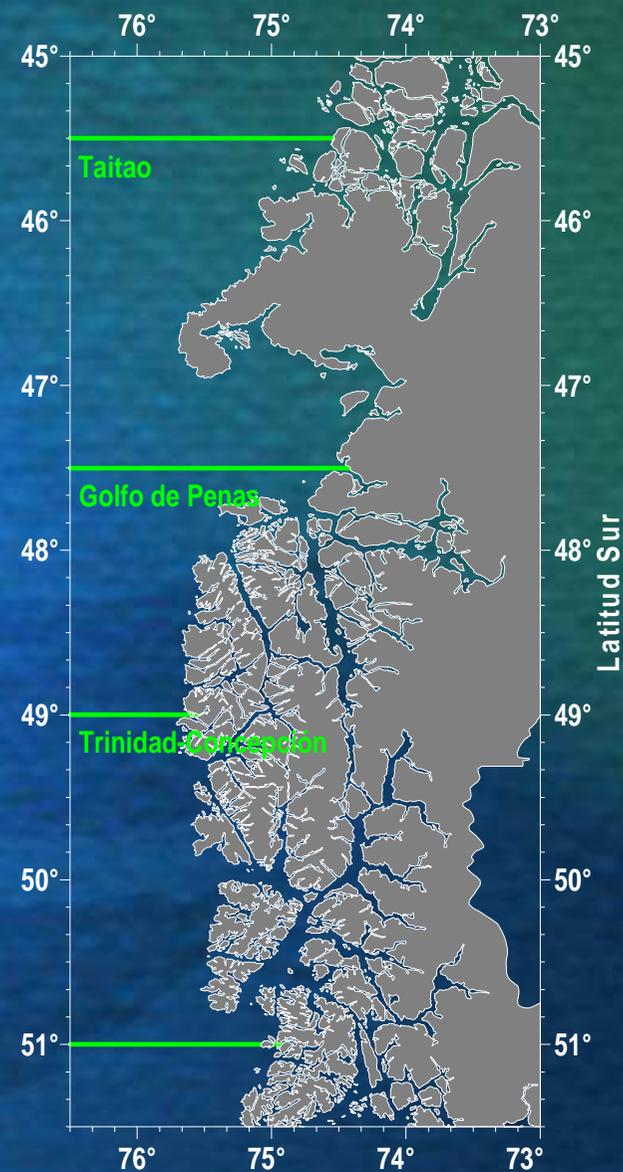
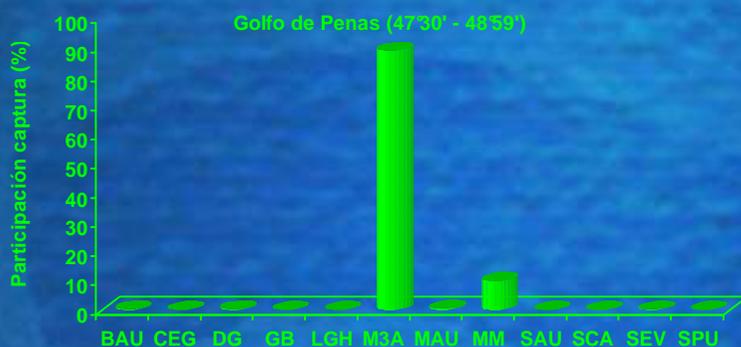


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2011





Composición histórica de la captura (%) por zona



Longitud Oeste

Latitud Sur



Distribución batimétrica principales recursos

- En la zona de estudio el **87%** de las especies se localiza preferentemente entre los 100 m y 300 m de profundidad.

Profundidad	% Ocurrencia
0-100	0.1
101-200	36.3
201-300	51.1
301-400	10.0
401-500	2.2
501-600	0.3

- La profundidad media en la que se distribuyen estas especies es cercana a los **231 m** de profundidad, con una desviación estándar de 66 m.



Distribución batimétrica principales recursos

- Las 12 especies encontradas en la zona de estudio, se distribuyen en el mismo rango promedio de profundidad

Especie	Codigo	% Ocurrencia	Prof. media	Rango
Reineta	BAU	12.4	229	117 - 508
Tollo Negro	CEG	1.5	226	170 - 296
Jibia	DG	2.9	231	110 - 340
Congrio Dorado	GB	1.9	228	170 - 268
Calamar	LGH	1.5	228	110 - 296
Merluza de Tres Aletas	M3A	29.5	230	100 - 484
Merluza del Sur	MAU	13.3	231	140 - 484
Merluza de Cola	MM	26.5	231	110 - 484
Brótula	SAU	3.1	232	170 - 296
Cojinoba del sur	SCA	2.9	223	134 - 508
Cojinoba azul	SEV	3.3	229	149 - 296
Cojinoba moteada	SPU	1.2	224	133 - 320

- 2 son las especies que poseen el rango más amplio de distribución batimétrica.



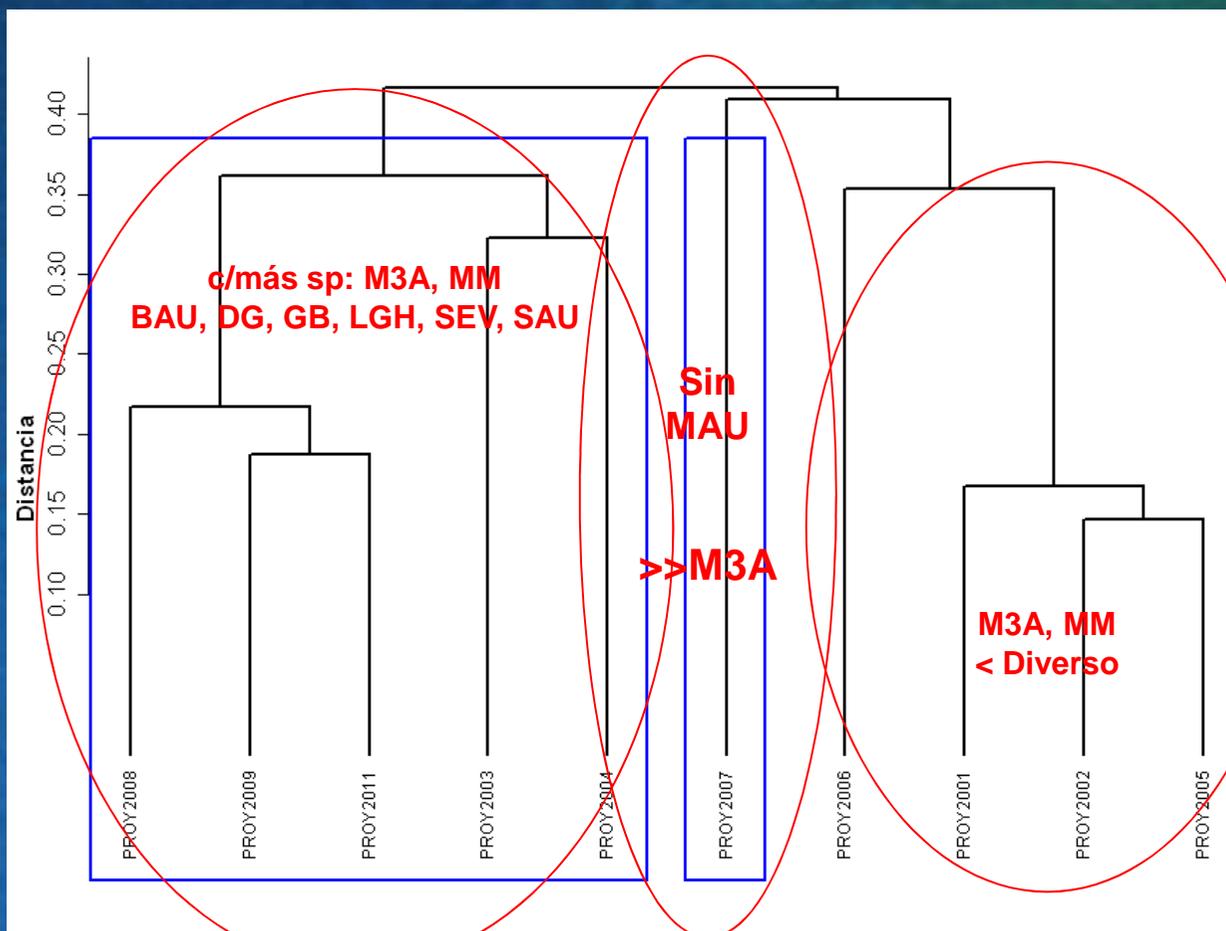
Identificación de agrupaciones

- Este análisis se realiza con **toda** la información de fauna acompañante obtenida durante los cruceros realizados entre 2001 y 2011.
- La identificación de agrupaciones faunísticas se efectúa a partir del análisis de clasificación por conglomerados (análisis de cluster's).
- Para tal efecto, 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).

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



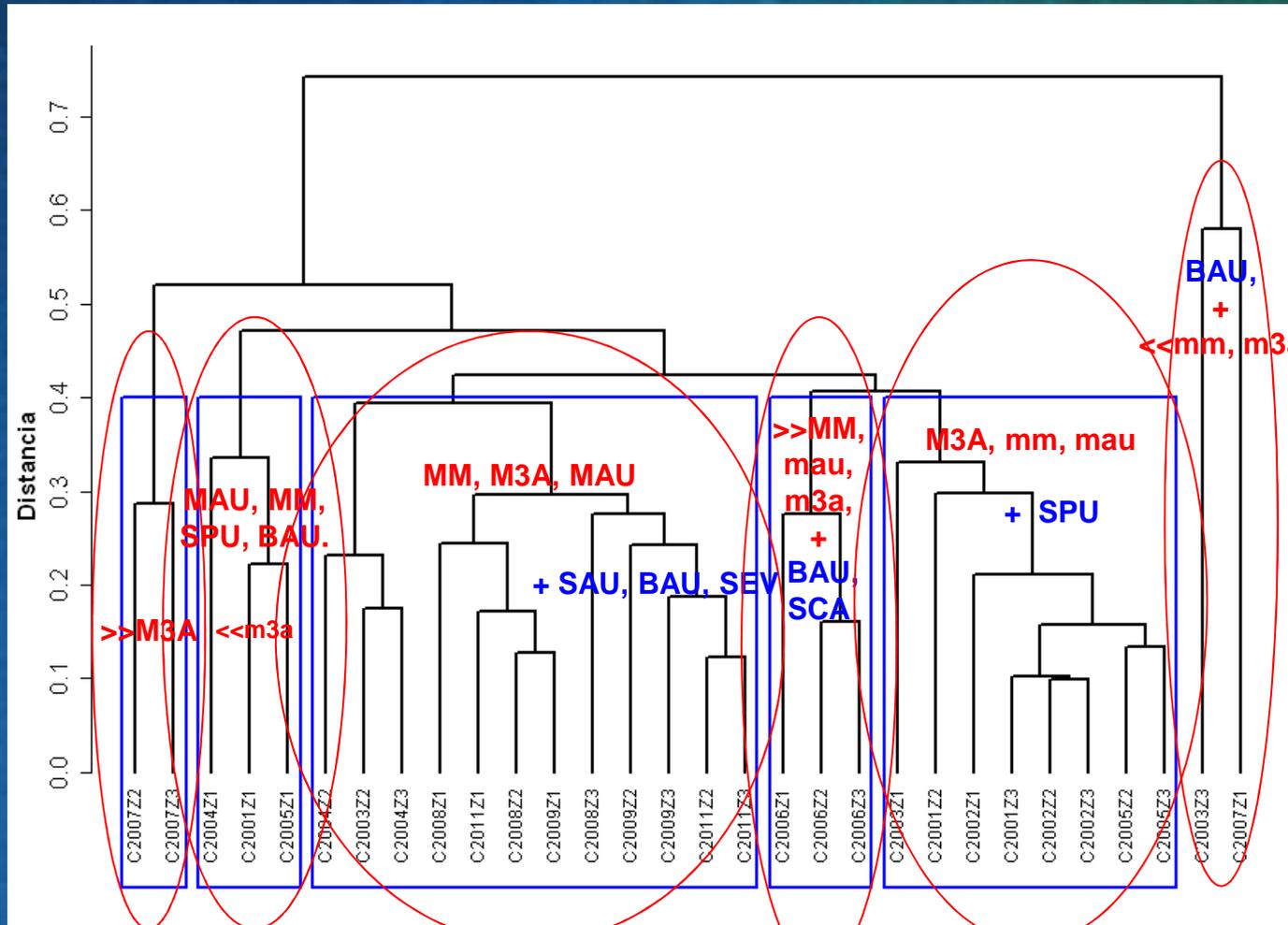
Cruceros de evaluación 2001- 2011



El resultado gráfico del análisis de clasificación para la agrupación por **Cruceros por AÑO** muestra la formación de tres grupos, con niveles de similitud superiores al 60%.



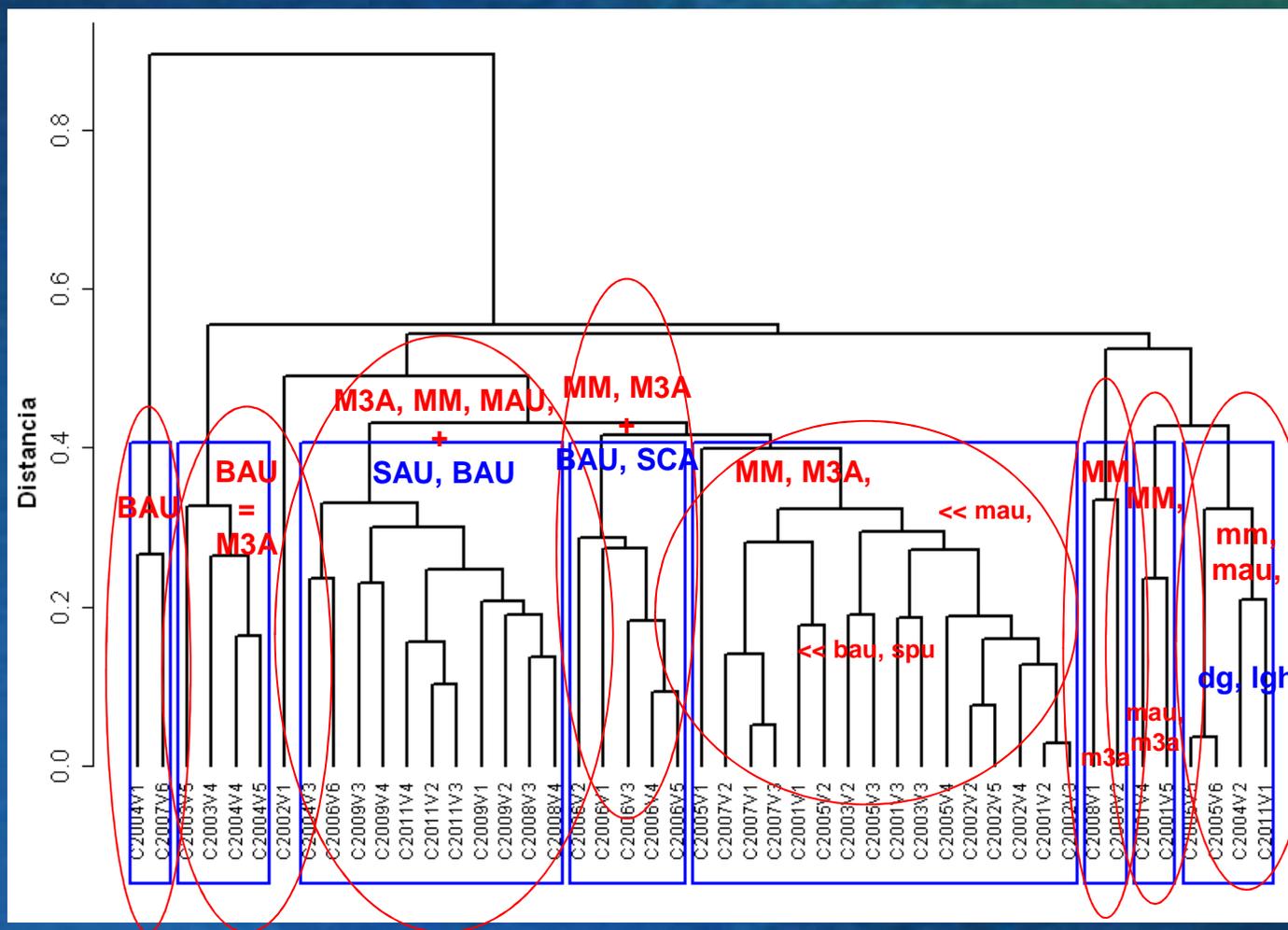
Cruceros de evaluación 2001- 2011



El resultado gráfico del análisis de clasificación para la agrupación de **Cruceros por ZONA**, muestra la formación de seis grupos, con niveles de similitud superiores al 60%.



Cruceros de evaluación 2001- 2011



El resultado gráfico del análisis de clasificación para la agrupación de **Cruceros por VERIL**, muestra la formación de ocho grupos, con niveles de similitud superiores al 60%.



- Merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, componen alrededor del **99%** de la fauna asociada a la **zona** y la **época** de estudio, seguida en importancia por la reineta (0,4%).
- Considerando **sólo** la fauna acompañante, merluza de **cola** compone el **87%** de ésta, seguida en importancia por merluza del **sur** (7,9%) y **reineta** (2,1%).
- El 87% de la fauna se distribuye en una franja batimétrica de 200 m, localizada entre los veriles de 100 m y 300 m.



- Las **tres** especies de merluzas son las especies dominantes en el área de estudio, su **importancia** y **aporte** muestran claras variaciones interanuales, la tendencia es a que ellas mantienen una **alta jerarquía**, sobre las demás especies de la fauna acompañante.
- Si bien, existen **diferencias interanuales** en la importancia y participación de las especies por **zona** y por **veril**, las especies **incidentales**, pudiesen estar aumentando o disminuyendo su aporte año a año, producto de **cambios** en las condiciones ambientales y/o la presión pesquera.

**Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en le área de estudio.
Álvaro Saavedra G. (IFOP).**

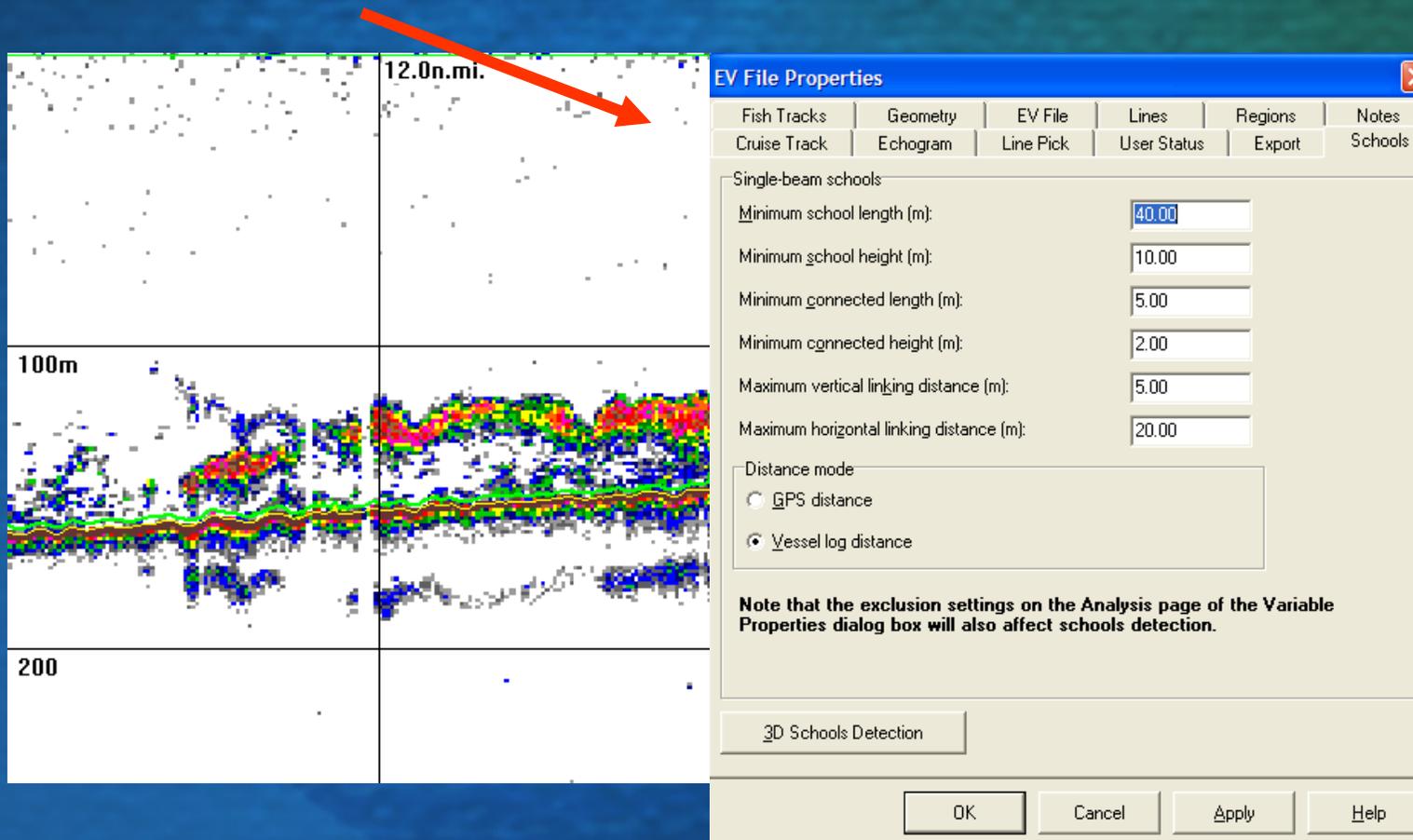


Objetivo N° 5

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

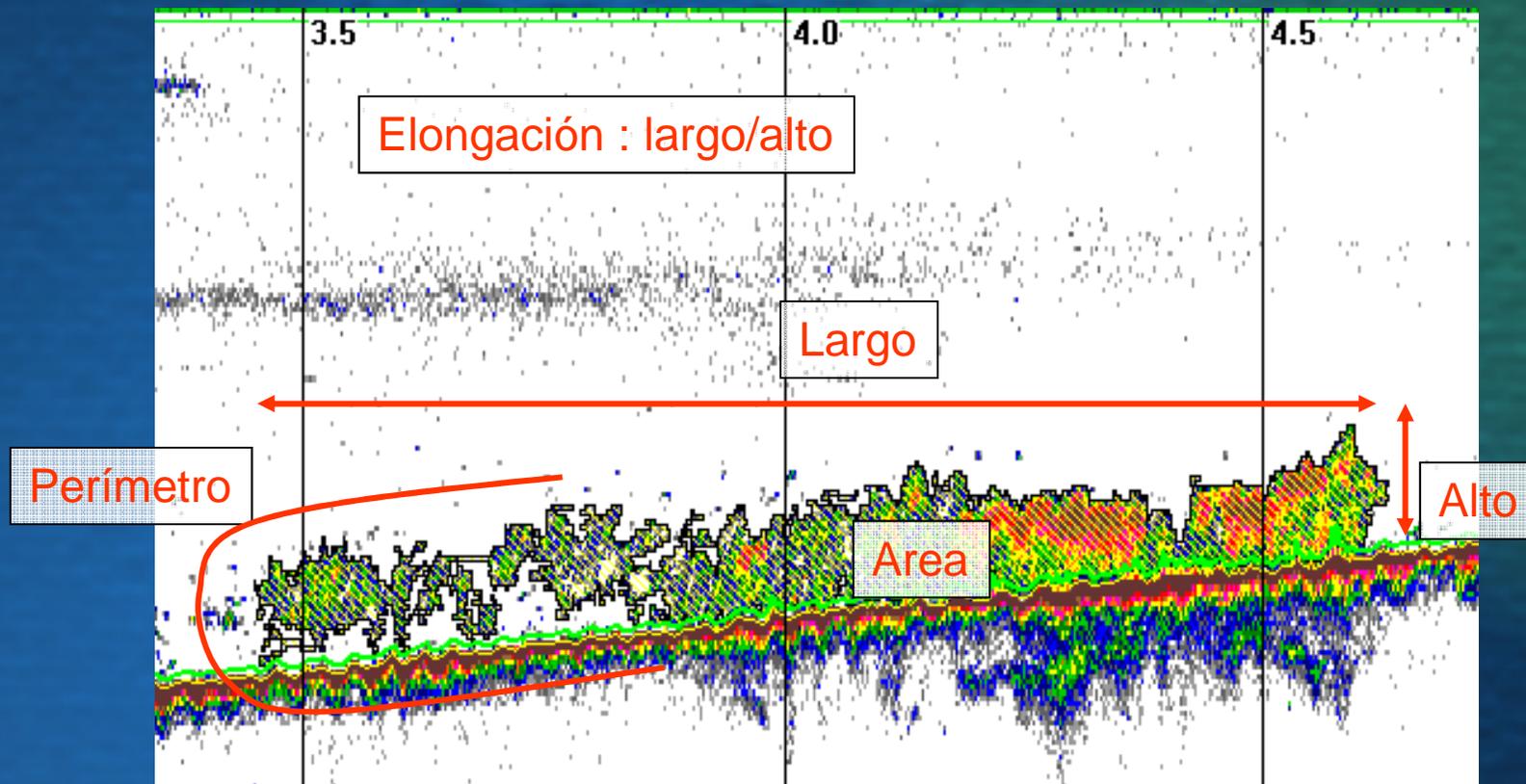


Las agregaciones fueron detectadas y caracterizadas utilizando el modulo "Schools Detection" de Sonardata Echoview®



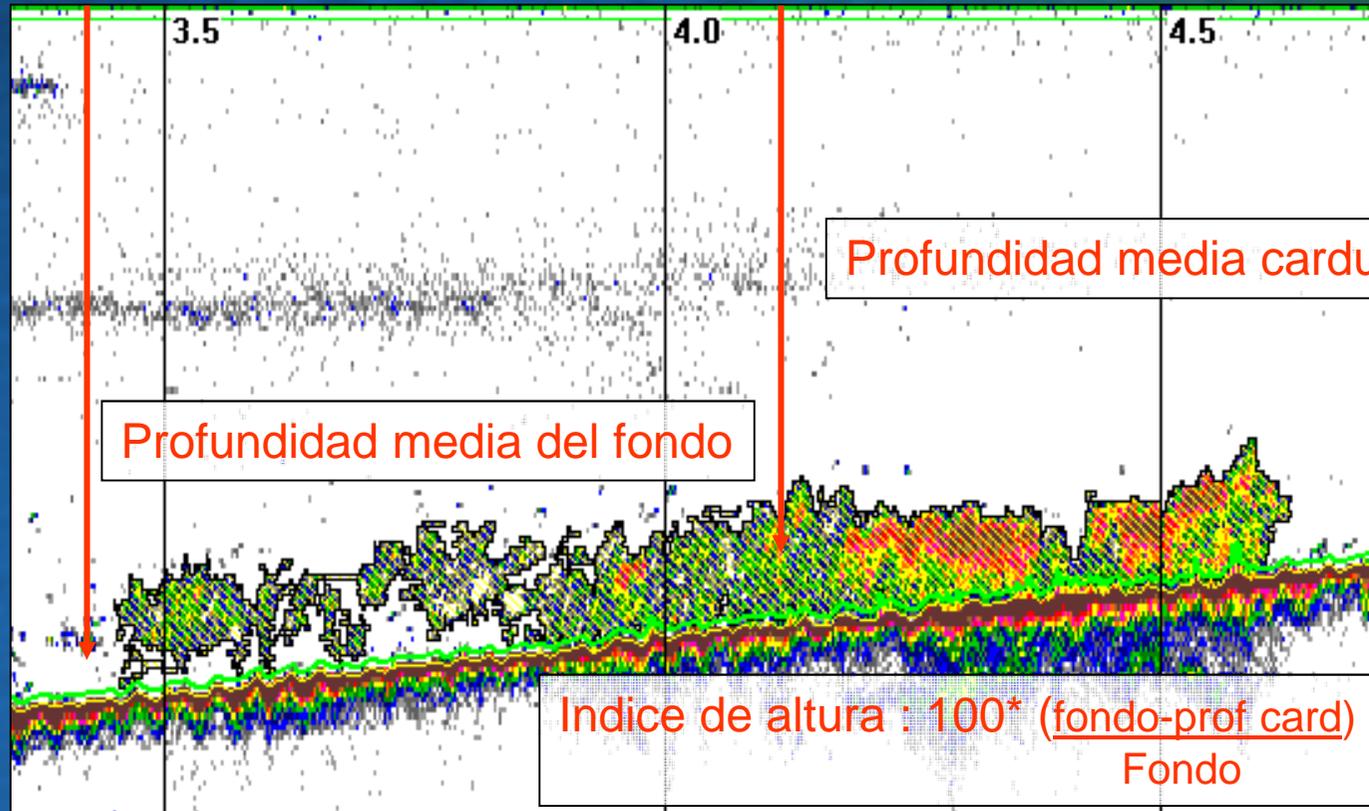


Características morfométricas



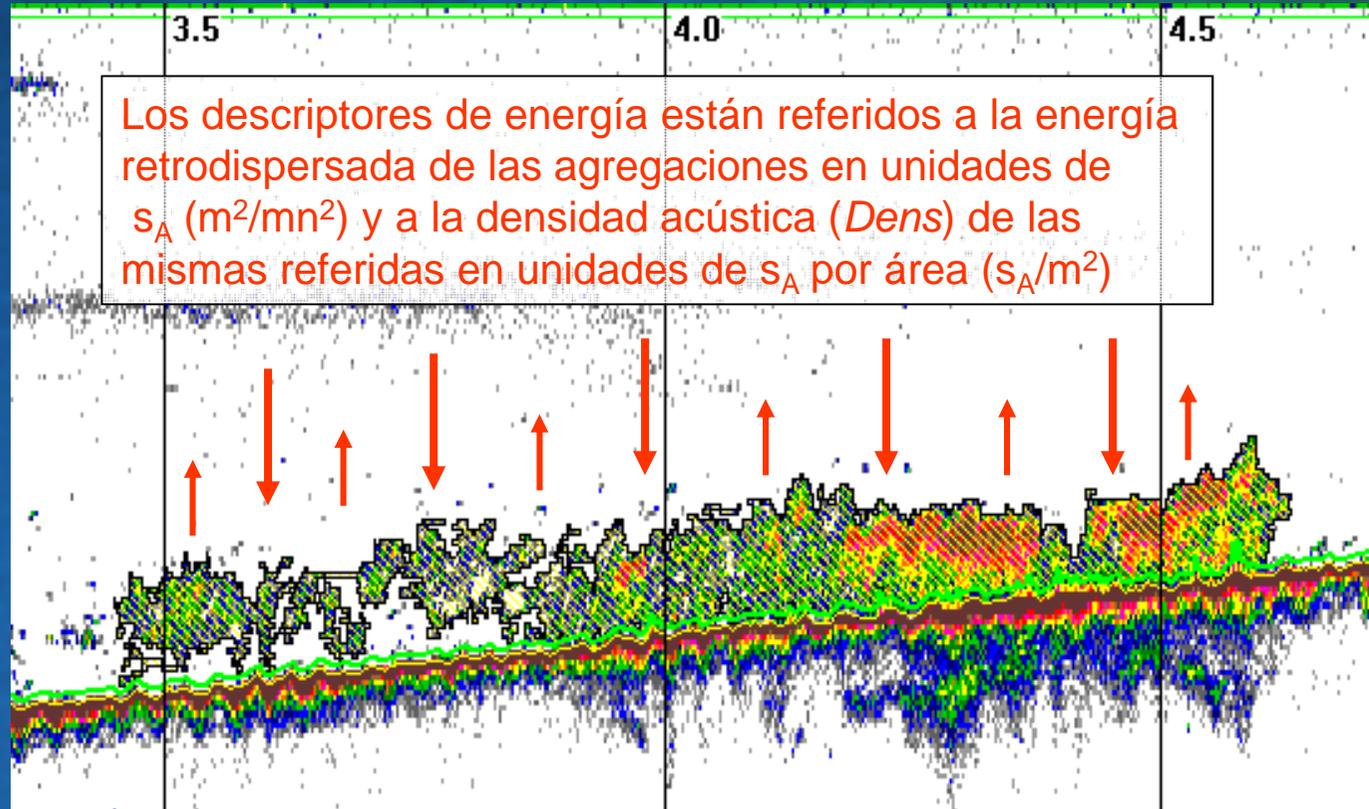


Características batimétricas





Características energéticas



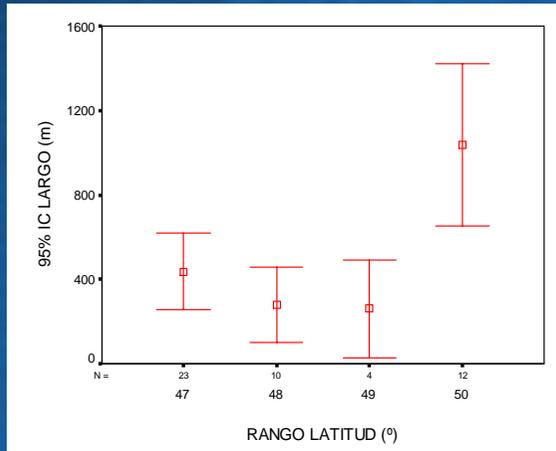


Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas
Año 2011

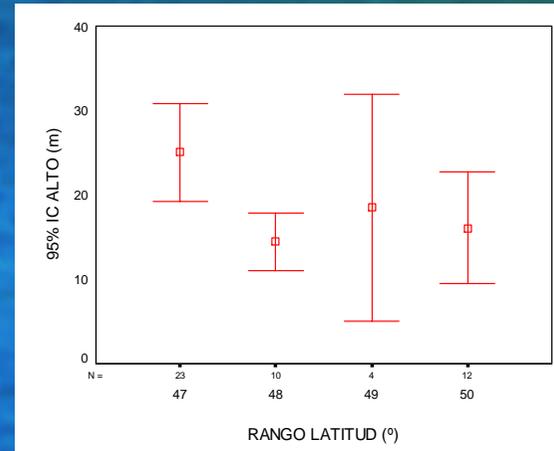
Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	537	2.142	36	515	0,96	49
Alto (m)	20	73	7	12	0,59	49
Elongación	35	297	3	49	1,40	49
Perímetro (m)	4.316	27.427	213	6.106	1,41	49
Area (m ²)	12.559	132.300	378	23.084	1,84	49
Dim. Fractal	1,42	1,80	1,06	0,19	0,13	49
Prof. Card (m)	237	395	164	46	0,19	49
Prof. Fondo (m)	318	692	176	106	0,33	49
Indice altura (%)	21	59	3	15	0,71	49
s _A (m ² /mn ²)	5.570	179.602	115	25.692	4,61	49
Densidad (s _A /m ²)	0,3	1,76	0,0	0,3	1,22	49
Pendiente Fondo(º)	7	25,3	0	7	0,89	49



DESCRIPTORES POR LATITUD



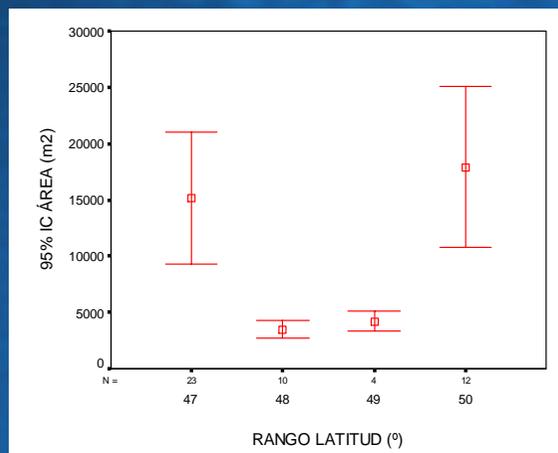
Largo



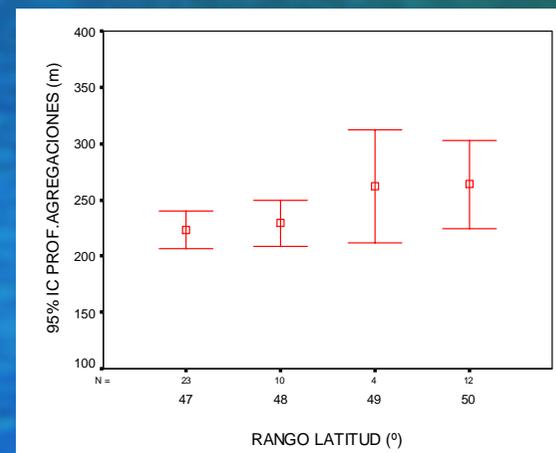
Alto



DESCRITORES POR LATITUD



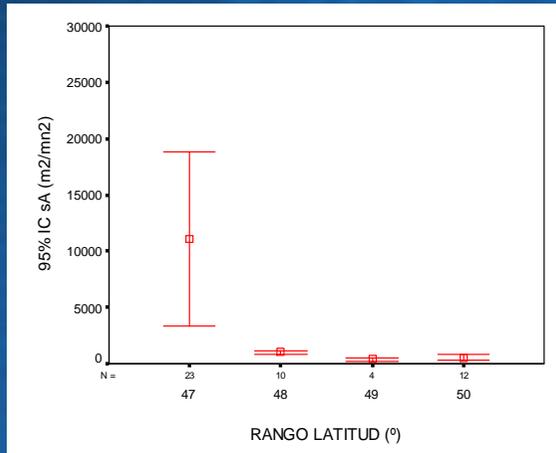
Área



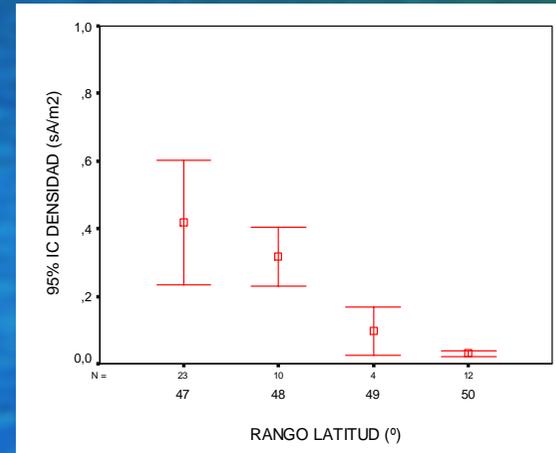
Profundidad agregaciones



DESCRITORES POR LATITUD



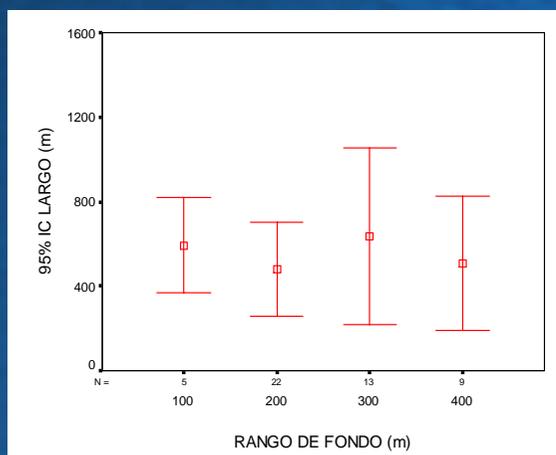
S_A



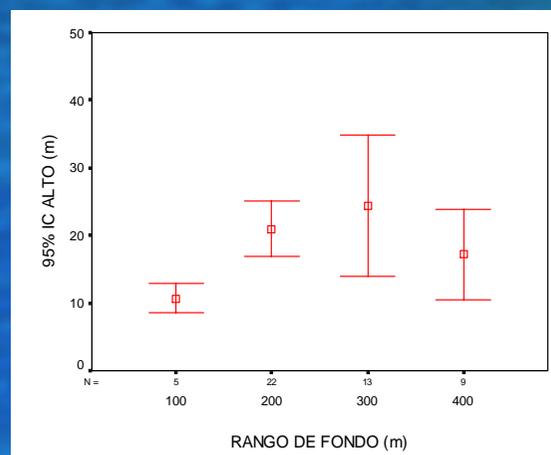
Densidad



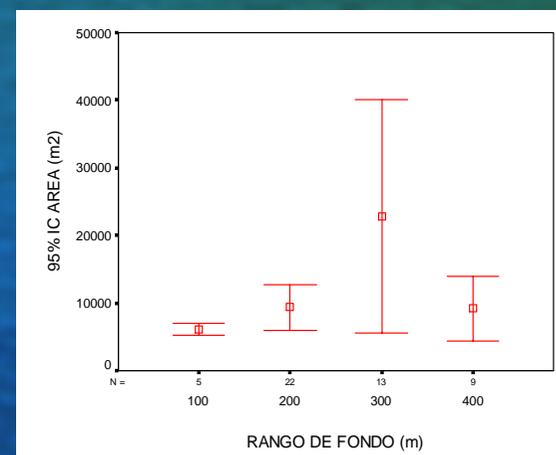
DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO



Largo



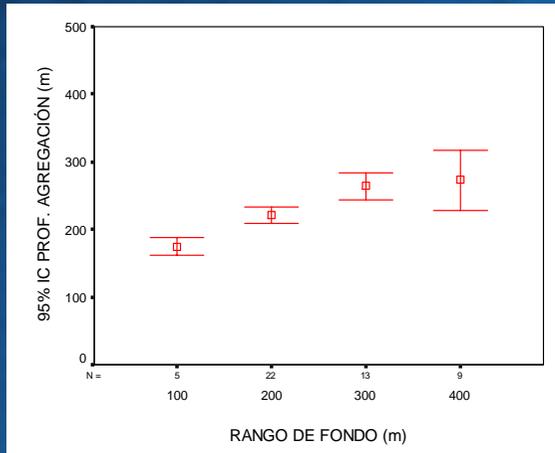
Alto



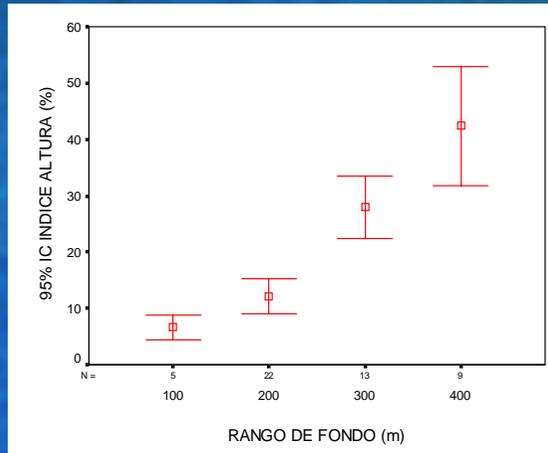
Área



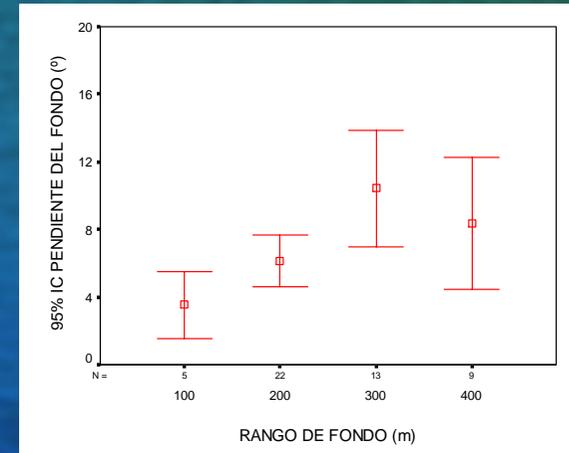
DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO



Prof. agregaciones



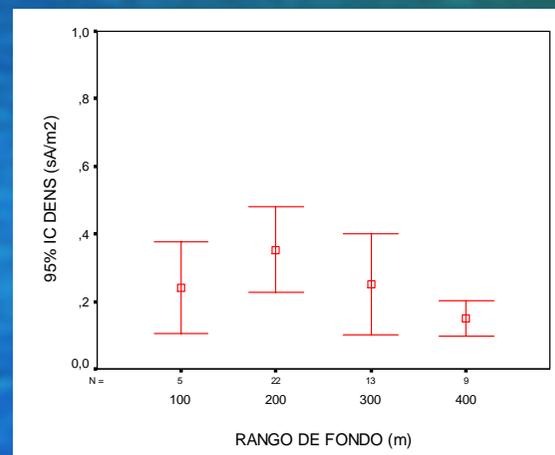
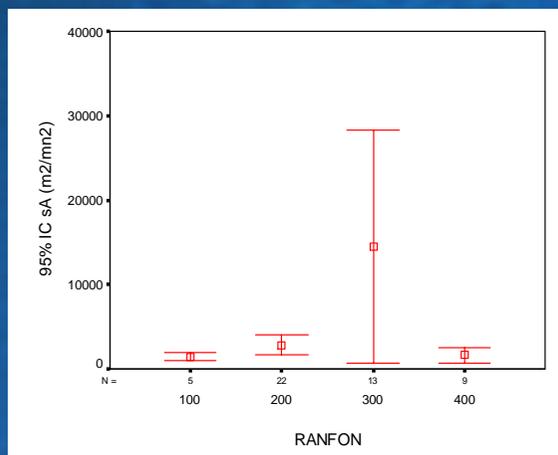
Índice de altura



Pendiente del fondo



DESCRITORES POR RANGO DE FONDO



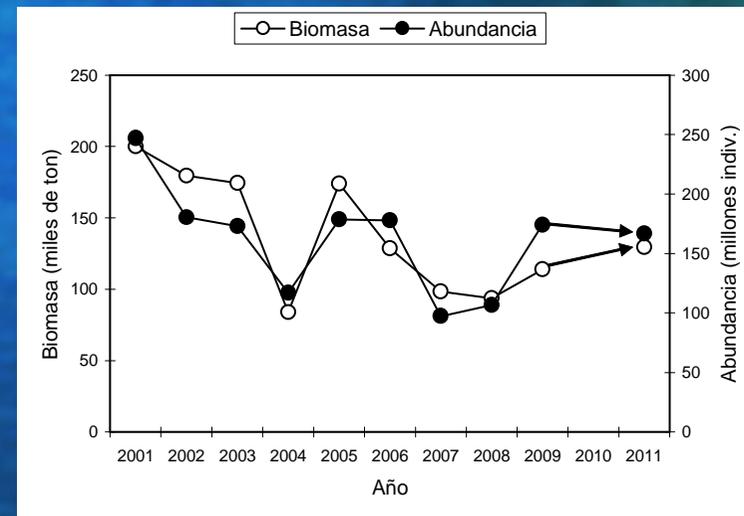
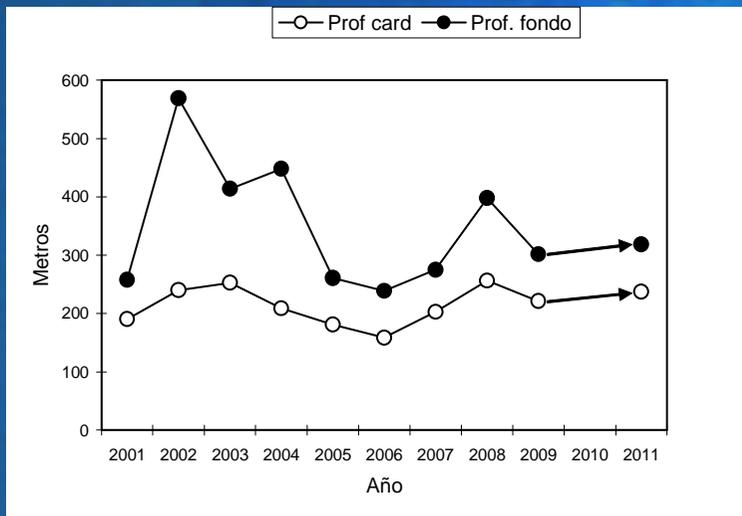
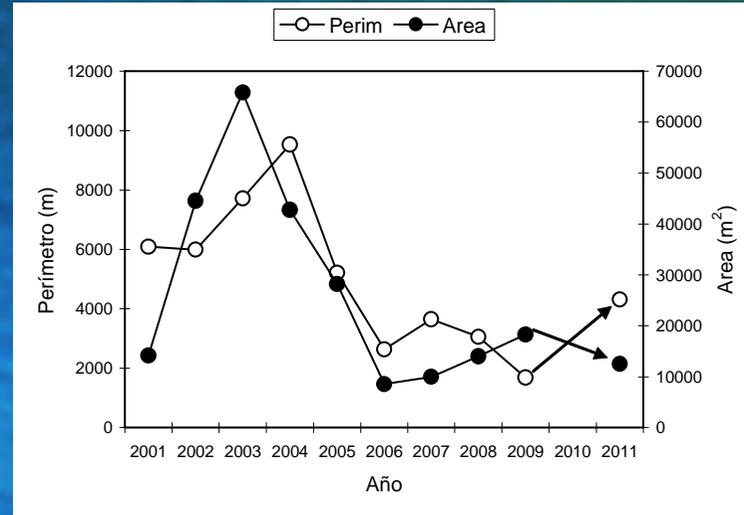
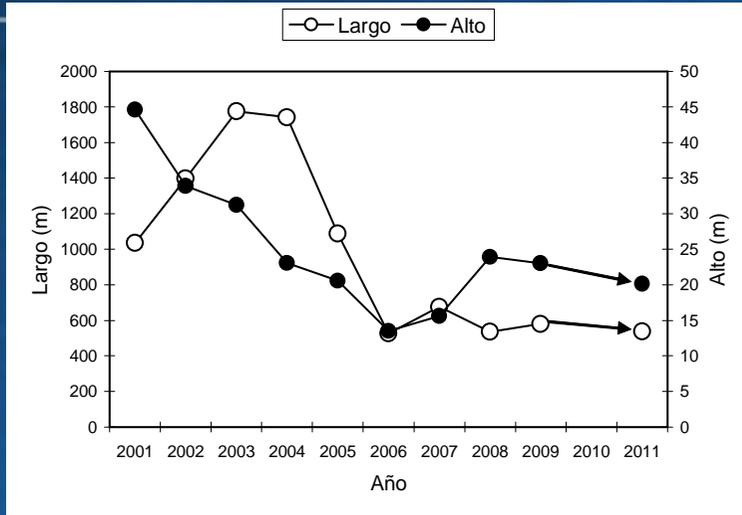
s_A

Densidad



Valores promedio y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas años 2001-2010

año	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	dfrac	Prof card	Prof. fondo	Ind. Altura	sA	Dens	n_obs	Biomasa
2001	1035	45	27	6095	14152	1,55	190	258	20	5711	0,45	300	200
2002	1398	34	40	5990	44516	1,35	240	569	43	4113	0,27	147	180
2003	1776	31	56	7722	65831	1,36	253	414	30	9323	0,54	107	174
2004	1742	23	80	9530	42787	1,46	208	448	44	11942	0,29	46	84
2005	1088	21	53	5214	28226	1,41	181	261	22	10513	0,46	136	174
2006	527	14	42	2639	8570	1,39	159	238	22	3573	0,74	181	129
2007	675	16	57	3649	9986	1,47	202	275	17	2260	0,68	70	99
2008	536	24	23	3057	13994	1,34	256	398	28	2178	0,35	66	93
2009	579	23	25	1682	18304	1,29	221	301	23	6506	0,79	79	114
2010													
2011	537	20	35	4316	12559	1,42	237	318	21	5570	0,28	49	129





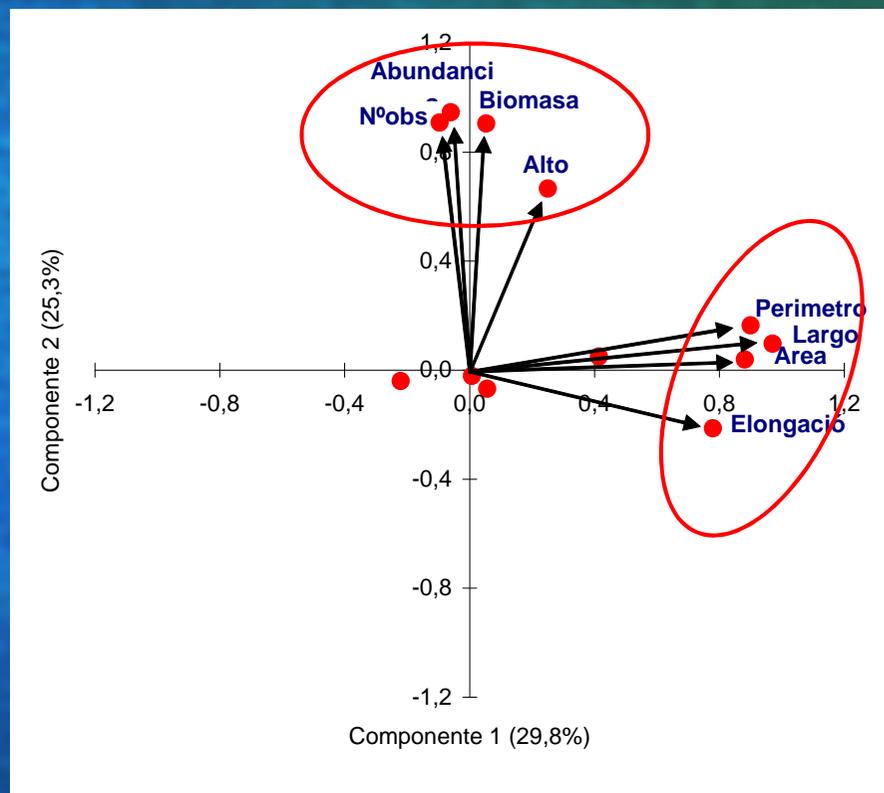
Se aplicó ACP a la base histórica de datos, incluyendo los estimados de Biomasa y abundancia

Componente	Valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	3,58	29,84	29,84
2	3,03	25,26	55,10
3	1,87	15,56	70,65
4	1,32	10,97	81,62
5	0,78	6,49	88,11
6	0,48	4,03	92,14
7	0,31	2,56	94,71
8	0,23	1,93	96,64
9	0,15	1,28	97,92
10	0,14	1,17	99,09
11	0,07	0,56	99,65
12	0,04	0,35	100,00



Correlación de las V.O. con los componentes

	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4
Largo	0,97	0,10	0,04	0,04
Alto	0,25	0,67	0,24	0,09
Elongación	0,78	-0,21	-0,18	-0,07
Perímetro	0,90	0,16	0,09	-0,03
Area	0,88	0,04	0,16	0,13
Fondo	0,06	-0,07	0,94	-0,05
Ind. Altura	0,01	-0,02	0,94	0,05
sA	0,41	0,05	0,00	0,76
Densidad	-0,22	-0,04	0,00	0,85
Nº observaciones	-0,10	0,91	-0,18	-0,02
Biomasa	0,05	0,90	0,01	-0,03
Abundancia	-0,06	0,95	-0,13	-0,01





Conclusiones

- Mediante el ACP se logró diferenciar cuatro 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”, un componente “batimétrico” y un componente “energético”.
- 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.



Conclusiones

- 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.



FIN

**Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área destudio.
Roberto Meléndez C. (UNAB).**



UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO



**ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS ESTOMACALES DE LA
MERLUZA DE TRES ALETAS (*Micromesistius australis*
Norman) PROVENIENTES DE AGUAS DE LA X Y XI
REGIÓN DE CHILE (agosto 2011).**

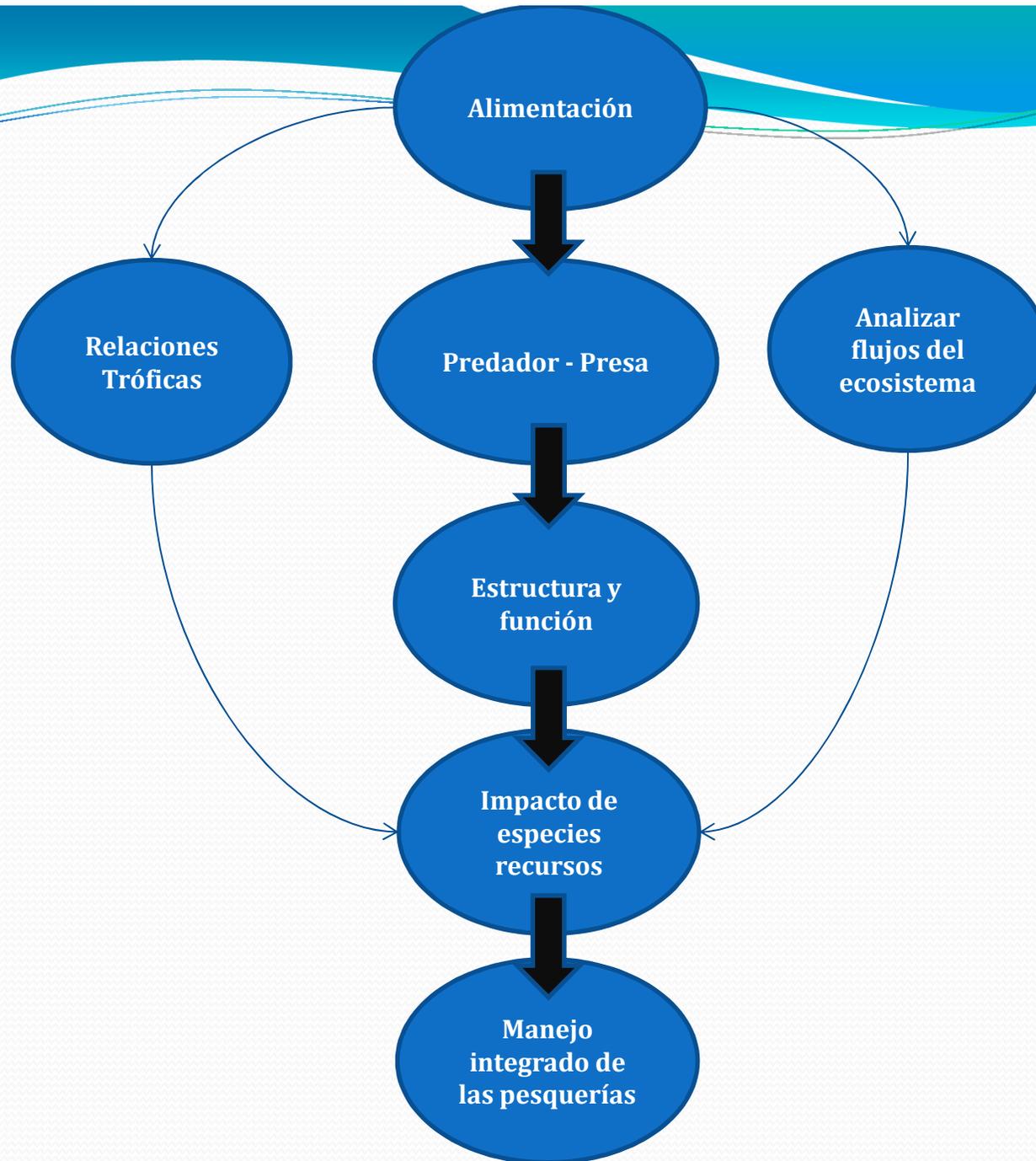
Roberto Meléndez C.

Colaboradores

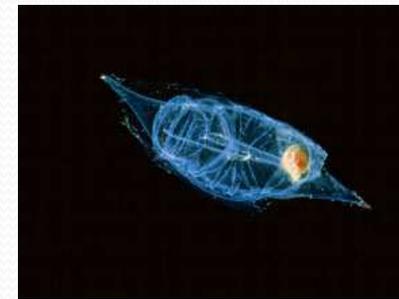
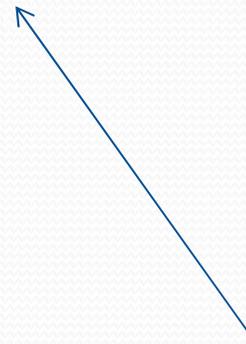
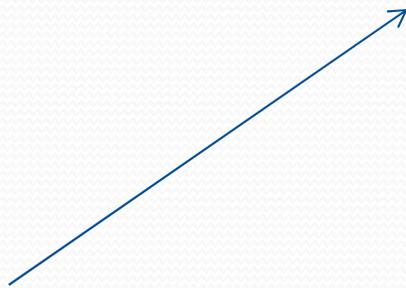
Sebastián Lopez K.

Fernando Burgos B. & Fernando Ugalde P.

Laboratorio de Biología Marina
Facultad de Ecología y Recursos Naturales
Avda. República 440. Santiago



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 y Saavedra et al., 2010

Patagonia Argentina / Islas Malvinas

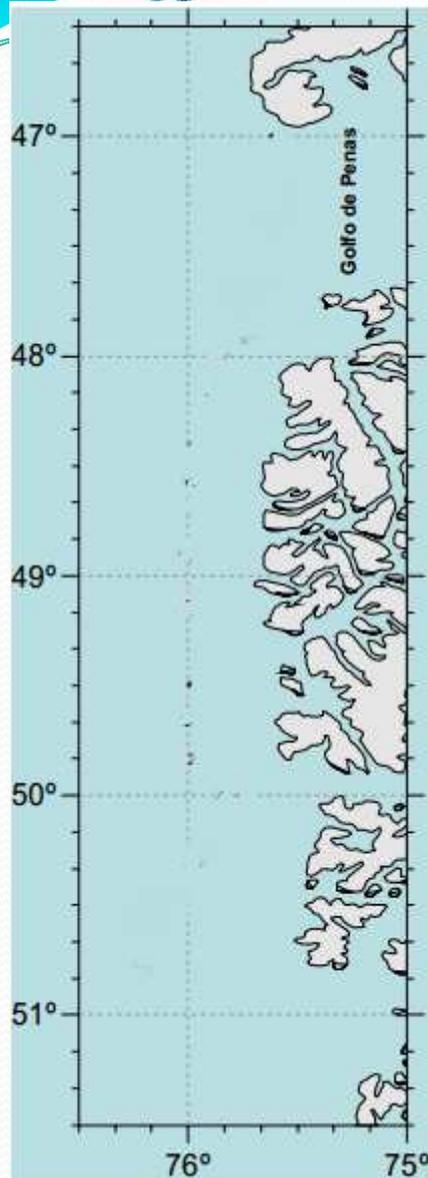
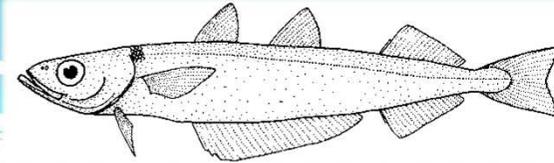


Hart (1946); Lopez y Bellidio (1973); Inada y Nakamura (1975); Perrotta (1982) y Brickle et al. (2009).



El objetivo es analizar la alimentación de la merluza de tres aletas (*Micromesistius magellanicus* Norman) sobre la base de ejemplares capturados entre el 16 y 28 de agosto de 2011, en aguas frente a la X y XI regiones de Chile, entre Taitao y Trinidad-Concepción.

Materiales y métodos



Área de estudio

Entre el 16 y 28 de agosto de 2011.

Entre los 47° 00' S y los 51° 00' 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 (%)

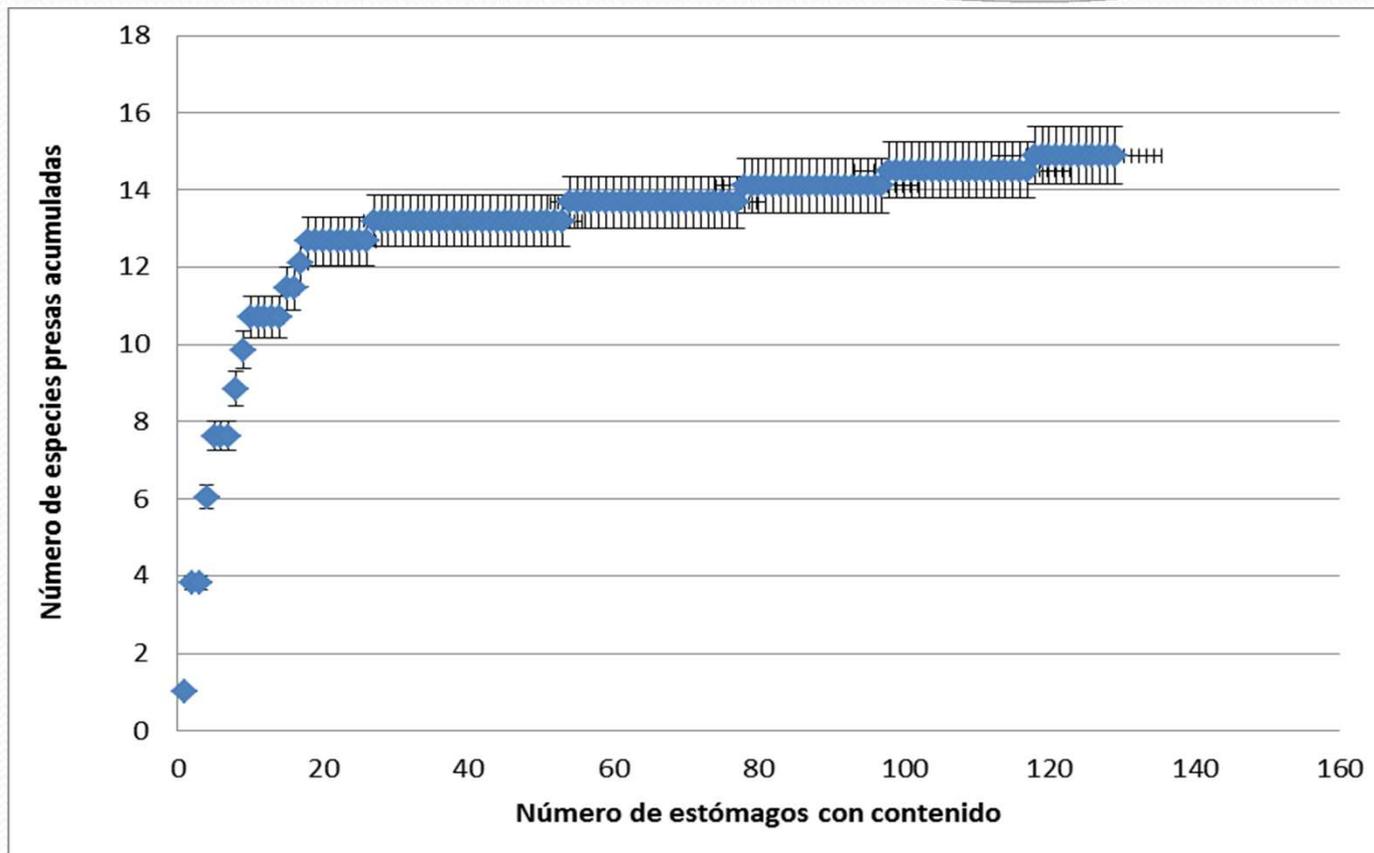
F : Frecuencia de aparición de cada taxon presa (%)

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	112	376	488
Golfo de Penas-Ladrillero	151	144	295
Trinidad-Concepción	119	8	127
Total	382	528	910



Curva trófica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de estómagos, provenientes del crucero realizado en agosto de 2011 en aguas exteriores de la X y XI región de Chile.

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0,01
Restos cephalopoda		4	1,631		1,0	0,2	0,2	0,01
Crustacea								
Copepoda								
Calanus chilensis?	1	1	0,02	0,6	0,3	0,002	0,1	0,005
Restos copepoda		1	0,29		0,3	0,03	0,01	0,0003
Pasiphaea dofleini	7	7	2,13	4,0	1,8	0,23	7,5	0,24
Sergestes arcticus	1	1	0,16	0,6	0,3	0,02	0,1	0,005
Euphausiidae								
Euphausia sp	26	13	2,12	14,7	3,3	0,23	49,7	1,59
Euphausia valentini	13	7	1,76	7,3	1,8	0,19	13,5	0,43
Nematoscelis megalops	1	1	0,10	0,6	0,3	0,01	0,1	0,005
Thysanoessa macrura	7	5	0,64	4,0	1,3	0,07	5,2	0,16
Galatheidae								
Munida subrugosa	1	1	0,62	0,6	0,3	0,07	0,2	0,01
Restos crustacea		10	1,89		2,6	0,21	0,5	0,02
SALPA	1	1	0,40	0,6	0,3	0,04	0,2	0,005
Peces								
Sternoptychidae								
Maurolicus parvipinnis	21	15	16,50	11,9	3,8	1,82	52,6	1,68
Myctophidae	96	31	513,00	54,2	7,9	56,46	879,9	28,12
Lampanyctus sp	1	1	16,50	0,6	0,3	1,82	0,6	0,02
Restos Myctophidae		7	85,10		1,8	9,37	16,8	0,54
Restos peces		283	263,20		72,6	28,97	2101,9	67,16
Total	177	390	908,6	100	100	100	3129,5	100



Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (382 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae								
Restos cephalopoda		1	0,001		0,9	0,0006	0,0006	0,00001
Crustacea								
Copepoda								
Calanus chilensis?	1	1	0,015	1,6	0,9	0,009	1,5	0,040
Restos copepoda		1	0,29		0,9	0,2	0,2	0,004
Pasiphaea dofleini	2	2	0,36	3,3	1,9	0,2	6,5	0,171
Euphausiidae								
Euphausia sp	16	5	1,01	26,2	4,7	0,6	125,4	3,285
Euphausia valentini	3	3	0,97	4,9	2,8	0,6	15,4	0,404
Thysanoessa macrura	1	1	0,062	1,6	0,9	0,0	1,6	0,041
Galatheidae								
Restos crustacea		4	1,37		3,7	0,8	3,1	0,081
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	13	6	8,986	21,3	5,6	5,4	149,8	3,924
Myctophidae	25	11	90,65	41,0	10,3	54,5	981,7	25,712
Restos peces		72	62,6		67,3	37,6	2532,8	66,338
Total	61	107	166,314	100	100	100	3817,9	100



Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (100 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	0,8	0,4	0,4	0,4	0,014
Restos cephalopoda		3	1,6		1,1	0,2	0,2	0,008
Crustacea								
Pasiphaea dofleini	5	5	1,8	4,1	1,8	0,2	7,7	0,262
Sergestes arcticus	1	1	0,2	0,8	0,4	0,02	0,3	0,010
Euphausiidae								
Euphausia sp	10	8	1,1	8,3	2,8	0,2	23,8	0,806
Euphausia valentini	10	4	0,8	8,3	1,4	0,1	11,8	0,401
Nematoscelis megalops	1	1	0,1	0,8	0,4	0,01	0,3	0,010
Thysanoessa macrura	6	4	0,6	5,0	1,4	0,1	7,1	0,241
Galatheidae								
Munida subrugosa	1	1	0,6	0,8	0,4	0,1	0,3	0,011
Restos crustacea		6	0,5		2,1	0,1	0,1	0,005
SALPA	1	1	0,4	0,8	0,4	0,1	0,3	0,011
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	13	9	7,5	10,7	3,2	1,0	37,4	1,267
Myctophidae	71	20	422,3	58,7	7,1	56,9	816,8	27,679
Lampanyctus sp	1	1	16,5	0,8	0,4	2,2	1,1	0,037
Restos Myctophidae		7	85,1		2,5	11,5	28,4	0,961
Restos peces		211	200,6		74,6	27,0	2014,8	68,278
Total	121	283	742,3	100	100	100	2950,8	100



Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (282 estómagos analizados con contenido).

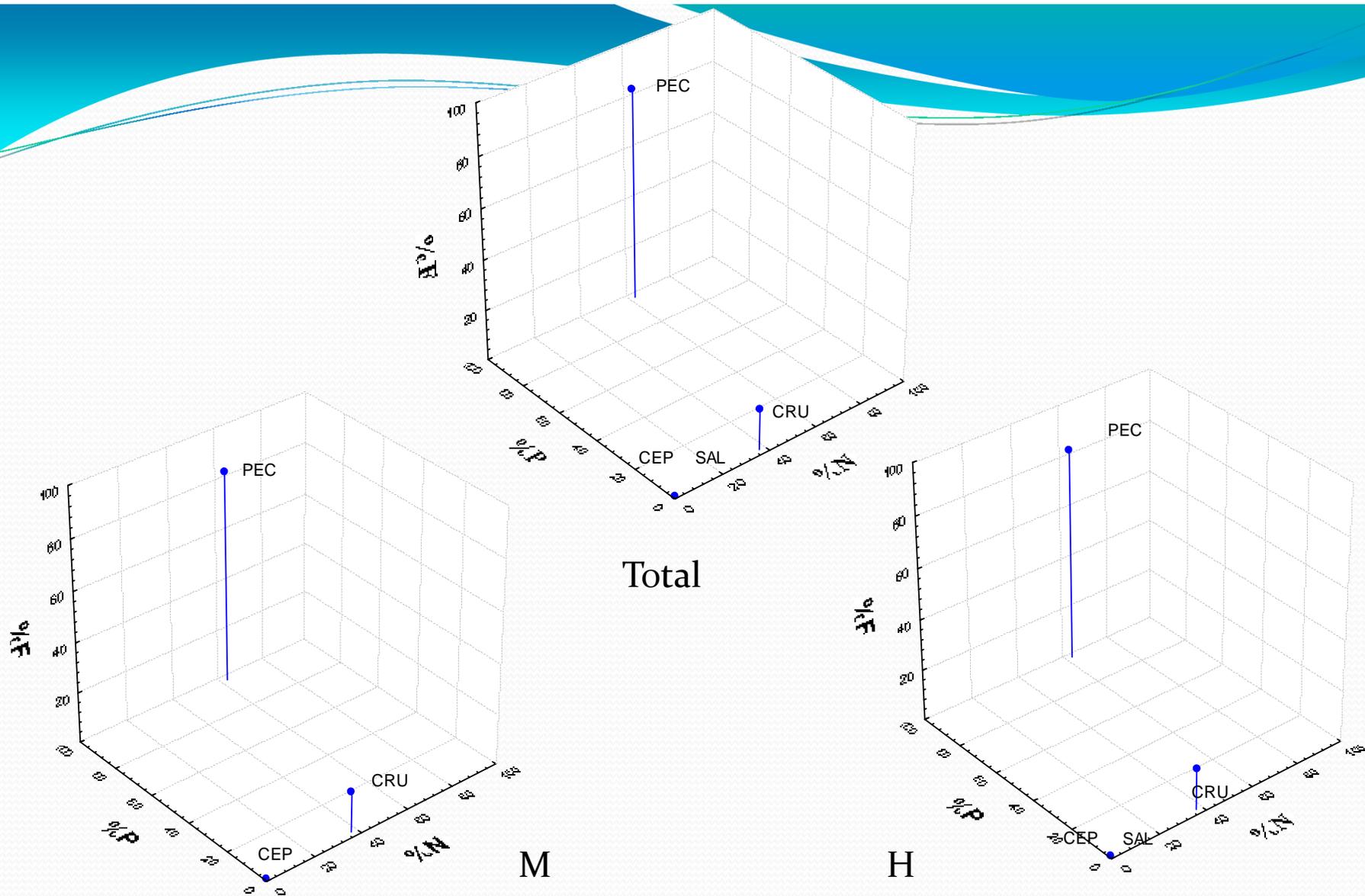


Gráfico tridimensional de los principales grupos de organismos que componen la dieta de ejemplares de *Micromesistius australis* en abril de 2011, capturadas en en aguas exteriores de la X y XI región de Chile. (PEC: PECES; CRU: CRUSTÁCEOS; CEP: CEPHALOPODA; SAL: SALPAS).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	1,8	1,3	1,2	4,0	0,11
Crustacea								
Copepoda								
Calanus chilensis?	1	1	0,015	1,8	1,3	0,01	2,4	0,07
Pasiphaea dofleini	4	4	1,5	7,3	5,3	0,7	42,5	1,17
Euphausiidae								
Euphausia sp	6	4	1,36	10,9	5,3	0,6	61,6	1,70
Euphausia valentini	9	3	1,4	16,4	4,0	0,7	68,1	1,88
Restos crustacea		1	0,1		1,3	0,05	0,1	0,002
SALPA								
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	11	7	6,76	20,0	9,3	3,1	216,1	5,95
Myctophidae	22	13	95,6	40,0	17,3	44,5	1465,5	40,39
Lampanyctus sp	1	1	16,5	1,8	1,3	7,7	12,7	0,35
Restos Myctophidae		2	15,2		2,7	7,1	18,9	0,52
Restos peces		38	73,57		50,7	34,3	1736,9	47,87
Total	55	75	214,6	100	100	100	3628,7	100



Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla I (30 – 31 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (75 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustacea								
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	0,1	3,7	0,7	0,1	2,8	0,06
Euphausiidae								
<i>Euphausia</i> sp	5	5	0,3	18,5	3,7	0,2	69,8	1,44
<i>Thysanoessa macrura</i>	5	4	0,5	18,5	3,0	0,4	56,4	1,16
Galatheidae								
Restos crustacea		2	0,2		1,5	0,1	0,2	0,004
SALPA								
Peces								
Sternoptichidae								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	7	6	5,6	25,9	4,5	4,4	135,6	2,79
Myctophidae	9	7	53,9	33,3	5,2	42,3	395,2	8,14
Restos Myctophidae		1	0,6		0,7	0,5	0,4	0,007
Restos peces		108	66,3		80,6	52,1	4196,5	86,40
Total	27	134	127,3	100	100	100	4857,0	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II (42 - 53 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (136 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		4	1,631		2,7	0,6	1,6	0,04
Crustacea								
Sergestes arcticus	1	1	0,16	2,9	0,7	0,1	2,0	0,05
Euphausiidae								
Euphausia sp	3	2	0,3	8,6	1,4	0,1	11,7	0,31
Euphausia valentini	2	2	0,187	5,7	1,4	0,1	7,8	0,21
Thysanoessa macrura								
Thysanoessa macrura	1	1	0,098	2,9	0,7	0,04	2,0	0,05
Galatheidae								
Munida subrugosa	1	1	0,62	2,9	0,7	0,2	2,1	0,06
Restos crustacea		5	1,531		3,4	0,6	1,9	0,05
SALPA								
SALPA	1	1	0,4	2,9	0,7	0,1	2,0	0,05
Peces								
Myctophidae	26	9	149,99	74,3	6,1	55,9	791,7	21,18
Restos Myctophidae		2	17,2		1,4	6,4	8,7	0,23
Restos peces		120	96,19		81,1	35,9	2906,8	77,76
Total	35	148	268,3	100	100	100	3738,3	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III (54 – 63 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011 (157 estómagos analizados con contenido).

Item		N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Peces									
Restos peces			12	3,03		100	100	10000	100
Total			12	3,03		100	100	10000	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla IV (> 64 cm), para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012 (12 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		1	0,4		0,9	1,4	1,3	0,02
Crustacea								
Pasiphaea dofleini	1	1	0,1	12,5	0,9	0,3	11,8	0,1
Sergestes arcticus	1	1	0,2	12,5	0,9	0,6	12,1	0,1
Euphausiidae								
Euphausia valentini	1	1	0,1	12,5	0,9	0,3	11,9	0,1
Thysanoessa macrura	2	2	0,2	25	1,9	0,7	47,6	0,6
Restos crustacea		4	0,4		3,7	1,3	4,9	0,1
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	3	3	1,5	37,5	2,8	5,2	118,7	1,5
Restos peces		95	25,8		88,0	90,2	7932,7	97,4
Total	8	108	28,6	100	100	100	8141,0	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2011. (N = 112 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		2	0,1		1,4	0,1	0,08	1,4
Crustacea								
Copepoda								
Restos copepoda		3	1,3		2,0	0,6	1,27	2,0
Euphausiidae								
Euphausia sp	9	7	0,6	25,7	4,8	0,3	123,82	4,8
Euphausia valentini	1	1	0,09	2,9	0,7	0,04	1,97	0,7
Nematoscelis megalops								
Thysanoessa macrura	1	1	0,1	2,9	0,7	0,05	1,98	0,7
Galatheidae								
Munida subrugosa	5	3	0,442	14,3	2,0	0,2	29,58	2,0
Peces								
Myctophidae	1	1	0,62	2,9	0,7	0,3	2,14	0,7
Restos Myctophidae	18	7	110,56	51,4	4,8	51,6	490,60	4,8
Restos peces		2	50,4		1,4	23,5	32,00	1,4
Total		120	49,98		81,6	23,3	1904,14	81,6
Total	35	147	214,3	100	100	100	2587,6	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2012. (n= 151 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	0,7	0,7	0,4	0,8	0,02
Restos cephalopoda		1	1,1		0,7	0,2	0,1	0,003
Crustacea								
Copepoda								
Calanus chilensis?	1	1	0,015	0,7	0,7	0,002	0,5	0,01
Restos copepoda		1	0,29		0,7	0,044	0,0	0,001
Pasiphaea dofleini	6	6	2,06	4,5	4,3	0,3	20,4	0,53
Euphausiidae								
Euphausia sp	17	6	1,5	12,7	4,3	0,2	54,9	1,44
Euphausia valentini	11	5	1,6	8,2	3,5	0,2	29,9	0,78
Restos crustacea		3	0,2		2,1	0,03	0,1	0,001
SALPA	1	1	0,4	0,7	0,7	0,1	0,6	0,01
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	18	12	15,0	13,4	8,5	2,3	133,5	3,49
Myctophidae	78	25	402,4	58,2	17,7	60,4	2103,9	55,03
Lampanyctus sp	1	1	16,5	0,7	0,7	2,5	2,3	0,06
Restos								
Myctophidae		5	34,7		3,5	5,2	18,5	0,48
Restos peces		73	187,4		51,8	28,1	1457,4	38,12
Total	134	141	665,7	100	100	100	3822,9	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Trinidad-Concepción en agosto 2012. (n= 119 estómagos analizados).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		3	0,5		1,5	0,1	0,2	0,01
Crustacea								
Pasiphaea dofleini	2	2	0,2	2,3	1,0	0,04	2,4	0,08
Euphausiidae								
Euphausia sp	11	7	1,8	12,8	3,6	0,4	47,5	1,65
Euphausia valentini	11	4	1,6	12,8	2,1	0,4	27,1	0,94
Nematoscelis megalops	1	1	0,1	1,2	0,5	0,02	0,6	0,02
Thysanoessa macrura	6	4	0,5	7,0	2,1	0,1	14,6	0,51
Galatheidae								
Munida subrugosa	1	1	0,6	1,2	0,5	0,1	0,7	0,02
Restos crustacea		5	1,5		2,6	0,3	0,9	0,03
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	3	3	1,8	3,5	1,5	0,4	6,0	0,21
Myctophidae	50	18	253,9	58,1	9,3	55,8	1057,4	36,78
Lampanyctus sp	1	1	16,5	1,2	0,5	3,6	2,5	0,09
Restos Myctophidae		5	70,2		2,6	15,4	39,8	1,38
Restos peces		140	105,6		72,2	23,2	1675,0	58,27
Total	86	194	454,8	100	100	100	2874,7	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 107 – 200 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (194 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Restos cephalopoda		1	1,1		0,7	0,6	0,4	0,01
Crustacea								
Pasiphaea dofleini	3	3	0,7	5,9	2,1	0,4	13,3	0,37
Sergestes arcticus		1	0,2		0,7	0,1	0,1	0,002
Euphausiidae								
Euphausia sp	15	5	0,4	29,4	3,5	0,2	105,0	2,94
Euphausia valentini	2	2	0,2	3,9	1,4	0,1	5,7	0,16
Thysanoessa macrura	1	1	0,1	2,0	0,7	0,1	1,4	0,04
Restos crustacea		4	0,3		2,8	0,2	0,5	0,01
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	20	9	11,9	39,2	6,4	6,5	292,1	8,16
Myctophidae	10	4	82,5	19,6	2,8	45,4	184,3	5,15
Restos Myctophidae		2	14,9		1,4	8,2	11,6	0,33
Restos peces		109	69,7		77,3	38,3	2963,0	82,83
Total	51	141	181,8	100	100	100	3577,4	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 201 -250 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2011. (141 estómagos analizados con contenido).

Item	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cephalopoda								
Loligolidae	1	1	2,6	2,3	1,9	1,1	6,3	0,1
Crustacea								
Copepoda								
Calanus chilensis?	1	1	0,02	2,3	1,9	0,01	4,3	0,09
Restos copepoda		1	0,29		1,9	0,1	0,2	0,005
Pasiphaea dofleini	1	1	1,30	2,3	1,9	0,5	5,3	0,11
Restos crustacea		1	0,05		1,9	0,02	0,03	0,0007
SALPA	1	1	0,40	2,3	1,9	0,2	4,6	0,10
Peces								
Sternoptichidae								
Maurolicus parvipinnis	3	3	2,81	7,0	5,6	1,2	45,2	0,96
Myctophidae	36	8	145,20	83,7	14,8	60,3	2134,3	45,36
Lampanyctus sp								
Restos Myctophidae								
Restos peces		37	87,96		68,5	36,6	2504,7	53,23
Total	43	54	240,6	100	100	100	4705,1	100

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de 251 – 300 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2012. (47 estómagos analizados con contenido).

Conclusiones

- 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.
- Es importante destacar la enorme presencia de restos de peces, los que necesariamente deben provenir de peces Myctophidae, Sternoptychidae u otra familia de peces 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 austral, nos estaría 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 ictiofaga, especialmente mictófidos, a diferencia de lo descrito para la Patagonia Atlántica.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

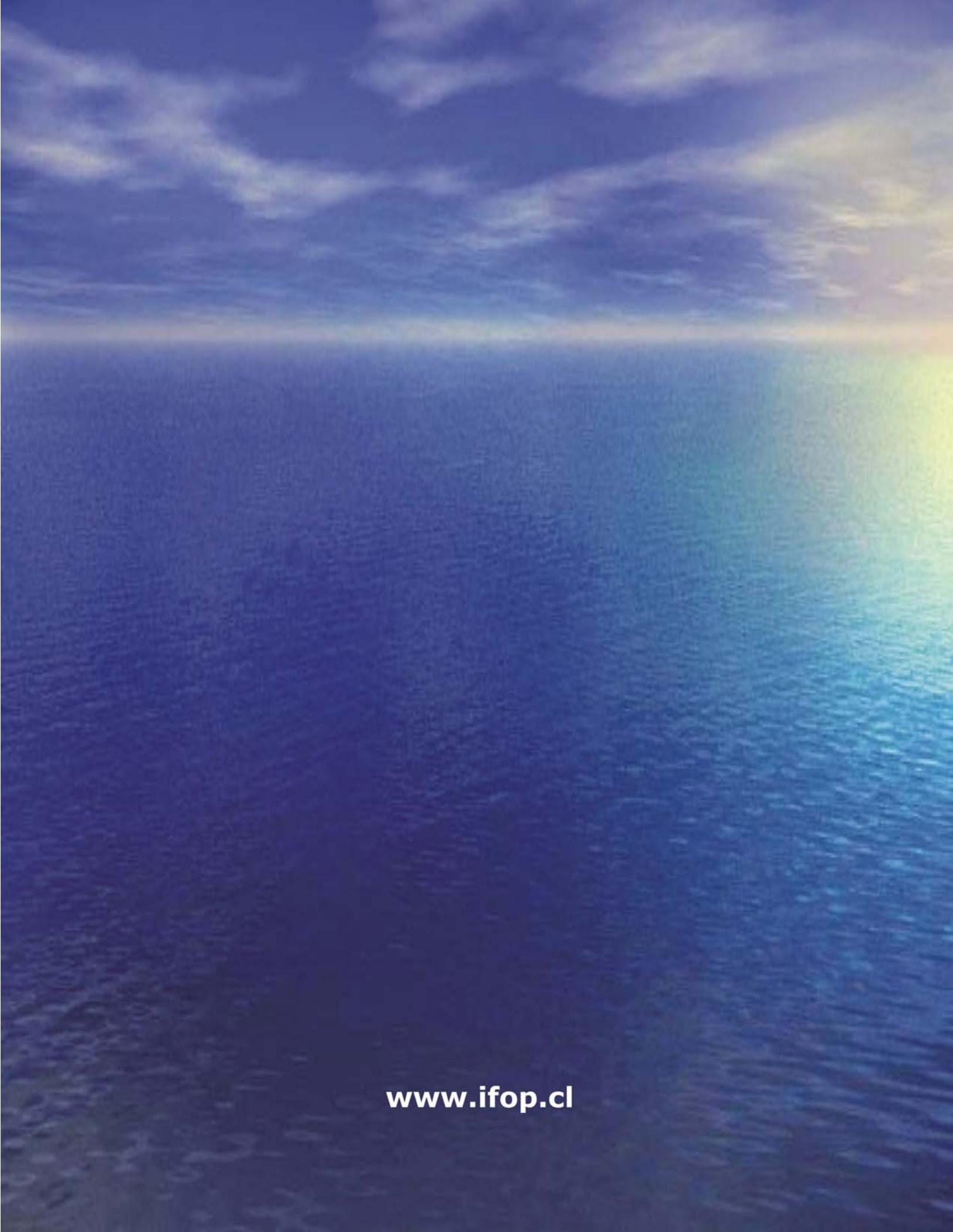
Sección Ediciones y Producción

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl