

INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2009

FIP N° 2009-11 / Junio-2010



INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2009

FIP N° 2009-11 / Junio-2010

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° 2009-11 / Marzo-2010

AUTORES

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

Álvaro Saavedra G.

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 Marcelo San Martín Q.

ÍTEMS ALIMENTARIOS MERLUZA DE TRES ALETAS Patricia Rojas Z.

COLABORADORES

EMBARQUE B/H FRIOSUR VIII, TOMA DE DATOS ACÚSTICOS Y MUESTREO BIOLÓGICO

Francisco Leiva D. Oscar Nancul P. Raúl Cárdenas V. Francisco Mañao M. Richard Gallardo 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.

APOYO GEOESTADÍSTICO Carolina Lang A.

AYUDANTE TÉCNICO DETERMINACIÓN ÍNDICE GONADOSOMÁTICO Y FECUNDIDAD DE MERLUZA DE TRES ALETAS Bernardita Carvajal G.

LECTURA OTOLITOS MERLUZA DE TRES ALETAS **María Miranda P.**

Lizandro Muñoz Q.



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los estimados de biomasa y abundancia (*Micromesistius australis*), estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones e ítems alimentarios de merluza de tres aletas, observados durante agosto del 2009 entre las latitudes 47° y 51° S. correspondiente al proyecto FIP 2009-11.

Se realizó un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del B/H Friosur VIII entre el 18 y el 29 de agosto del 2009, cubriendo el área comprendida entre las latitudes 47°00'S y 51°00'S realizándose un total de 49 transectas nocturnas perpendiculares a la costa, separadas entre sí cada 5 m.n. y un total de 27 lances de identificación con red de mediagua.

Merluza de tres aletas se distribuyó en toda la zona de estudio asociada al borde de la plataforma y talud continental observándose una mayor concentración en el sector centro del área, levemente desplazado al norte entre las latitudes 48°20' LS y 48°40' LS, y otra concentración secundaria al norte del área, entre las latitudes 47°00' LS y 47°20' LS, resultando el centro de gravedad en la latitud 48°05' LS. Esta concentración en el sector centro norte del área de estudio se refleja en el valor del índice de Gini que resultó en 0,97.

La biomasa de merluza de tres aletas fue estimada en 113.730 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 96.845 y 130.616 toneladas. La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimo en 174,23 millones de ejemplares, con un intervalo de confianza entre 149,82 y 198,63 millones de



ejemplares. Del total de abundancia, 128,6 millones (74%) correspondieron a machos y 45,6 millones (26%) a hembras. Respecto al año anterior, se observó un incremento del 22% en la estimación de biomasa y de un 63% en la estimación de la abundancia

El muestreo de talla de merluza de tres aletas para el área y período de estudio en el 2009 registró 3.064 individuos, compuesto por 2.161 machos y 903 hembras. El área con mayores ejemplares medidos fue el Golfo Penas-Ladrillero (área 2, 1.820 peces), seguido de Taitao (área 1, 899 peces) y Trinidad-Concepción (área 3, 345 peces).

El stock evaluado de merluza de tres aletas, estuvo compuesto por ejemplares de rango de tallas comprendido entre los 25 y 67 cm de longitud total. La estructura de talla registrada en el área y período de estudio fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm, predominio de los machos respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (3,4% < 35 cm). La estructura de talla del 2009 registró una forma bimodal. Una moda adulta de tallas mayores entre los 50 y 65 cm, y otra moda adulta de tallas menores entre 38-49 cm. En los últimos tres años de estudio (2007 a 2009) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 49% en el 2009), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 48% en el 2009). En los nueve 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.



El rango de edades observado abarca desde el GE I hasta el GE XXIV. Las modas principales en el stock desovante 2009 se presentaron en el GE V y que habían sido registrados el año anterior, adultos considerados jóvenes dada la estructura de la serie histórica de cruceros de investigación y en la pesquería misma. En hembras, la estructura también presentó de forma destacada grupos de mayor edad como lo son los GE XIV.

El cálculo del IGS de la fracción adulta permitió evidenciar actividad reproductiva durante el estudio, con un promedio de 7,3% en los machos y de 6,8% en las hembras, debido al mayor aporte al IGS de ejemplares en actividad de liberación de gametos, indicando que la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva en desarrollo.

El análisis macroscópico de los EMS en machos indicó, un 6% de gónadas inactivas (EMS I y II), mientras que de los testículos activos (EMS III a V), el 85% se encontró con actividad de evacuación (EMS IV y V). En hembras, el 91% de las gónadas se observaron con actividad (EMS III a V), de las cuales, el 30% presentó evidencia de desove (EMS IV y V).

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 27 lances de pesca de identificación, de los cuales 17 (63%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 22 (81,5%) y 14 (51,9%) lances de identificación, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (63,5%), merluza de cola (35,8%), jibia (9,3%), cojinova azul (6,8%) y merluza del sur (2,2%), las restantes especies capturadas presentaron niveles de captura inferiores al 1% respecto de la captura total



Los resultados del contenido estomacal de merluza de tres aletas confirman la característica zooplanctófaga de tipo carcinófago ya señalada en estudios anteriores, y en segundo término con un comportamiento ictiófago importante.



ÍNDICE GENERAL

			Página
RES	UMEN	EJECUTIVO	i
ÍNDI	CE GEI	NERAL	V
ÍNDI	CE DE	TABLAS	ix
		FIGURAS	xiii
	_		
INDI	CE DE	ANEXOS	XX
1.	OBJE	TIVO GENERAL	1
2.	OBJE	TIVOS ESPECÍFICOS	1
3.	ANTE	CEDENTES	2
4.	METO	DOLOGÍA	8
	4.1	Área y período de estudio	8
	4.2	Equipos	9
	4.2.1	Embarcación	9
	4.2.2 4.2.3	Sistema de ecointegración	10 11
	4.3	Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la	
		distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio	11
	4.3.1	Diseño de muestreo	11
	4.3.2	Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas	13
	4.3.3	Información acústica	15
	4.3.4	Relación TS utilizada y coeficiente de integración en número (Cn)	15
	4.3.5	Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)	20
	4.3.6	Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	23
	4.3.7	Estimación del coeficiente de variación (CV)	27
	4.3.8	Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas	28
	4.3.9	Fuentes de incertidumbre	31



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	34
4.4.1 4.4.2 4.4.3 4.4.4	Muestreo a bordo	34 34 37 40
4.5	Determinar el índice gonadosomático, estadíos de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.	41
4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4 4.5.5	Trabajo a bordo Procesamiento de muestras Estimación de indicadores reproductivos Estimación de la Ojiva de madurez Estimación de la fecundidad	41 42 43 44 46
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	48
4.6.1 4.6.2 4.6.3	Proporción de captura	48 51 51
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en zona de estudio	54
4.7.1 4.7.2	Descriptores morfológicos y batimétricos y de energía Análisis de los datos	56 60
4.8	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio	61
4.8.1 4.8.2 4.8.3	Muestreo a bordo Procesamiento de las muestras en laboratorio Análisis de los datos	61 61 64



5.	RESU	RESULTADOS			
	5.1 5.1.1.	Calibración del sistema de ecointegración Lances de pesca	66 66		
	5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribución del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio	66		
	5.2.1 5.2.2 5.2.3	Biomasa y abundancia	66 68 69		
	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	70		
	5.3.1 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.3.5 5.3.6	Composición de tallas y proporción sexual. Estructura de edades del stock. Relación peso-longitud Abundancia por grupos de edad Serie histórica Edad y estados de madurez	70 75 78 77 80 83		
	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	84		
	5.4.1 5.4.2 5.4.3 5.4.4 5.4.5	Índice gonadosomático Análisis macroscópico Análisis microscópico Ojiva de madurez Fecundidad	84 86 87 89 91		
	5.5	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificación	92		
	5.5.1 5.5.2 5.5.3 5.5.4 5.5.5	Proporción de captura	92 94 96 98		
		analizada por veril	99		



	5.6	Caracterizar y	analizar las agregaciones de merluza de tres aletas	101
	5.6.1 5.6.2 5.6.3 5.6.4 5.6.5	Descriptores s Descriptores s Descriptores s	enerales agregaciones merluza de tres aletassegún latitudsegún rango de fondosegún pendiente del fondosadisis componentes principales	101 103 105 107 109
	5.7		composición de los principales ítems alimentarios de es aletas en el área de estudio	110
	5.8	Taller de difus	ión y discusión metodológica	114
6.	ANÁL	ISIS DE LOS R	RESULTADOS	122
7.	CONC	CLUSIONES		134
8.	REFE	RENCIAS BIBI	LIOGRÁFICAS	137
	FIGU	JRAS		
	TAB	LAS		
	ANE	XOS:		
		ANEXO 1.	Resolución pesca de Investigación Na 2645 y captura y operaci las naves asociadas al proyecto de investigación.	ón de
		ANEXO2.	Comparación de distribuciones de frecuencia mediante la dócir heterogeneidad generalizada (DHG), por Marcelo San Martín.	na de
		ANEXO 3.	Personal participante por actividad y objetivo específico.	
		ANEXO 4.	Presentaciones Taller de resultados (en CD).	
		ANEXO 5.	"Parámetros reproductivos de <i>Micromesistius australis</i> en la sur austral de Chile". Por Eduardo Díaz y Alvaro Saavedra, Trabajo presentado en el I Simposio Iberoamericano "Eco Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías", realizado en Pontevedra, España, entre el 24 y 28 de Noviembre de 2009.	ología
		ANEXO 6.	Base de datos FIP N° 2009-11 (en CD).	



ÍNDICE DE TABLAS

- **Tabla 1.** Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2008) zona sur exterior (47°S-57°S).
- **Tabla 2.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.
- **Tabla 3.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.
- **Tabla 4.** Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).
- Tabla 5. Calibración del sistema de ecointegración ER60. B/H Friosur VIII
- **Tabla 6.** Posición y captura lances de identificación merluza de tres aletas, B/H Friosur VIII.
- **Tabla 7.** Estimados de Biomasa y abundancia según métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2009.
- **Tabla 8.** Área, y S_A promedio y varianza estimados según métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2009.
- **Tabla 9.** Estimados de Biomasa y abundancia a la talla para merluza de tres aletas, año 2009.
- **Tabla 10.** Valores estimados de biomasa según relación de TS utilizada para merluza de tres aletas, año 2009.



- **Tabla 11.** Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluación agosto del 2009.
- **Tabla 12.** Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2009.
- **Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos. Crucero agosto del 2009.
- **Tabla 14.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras. Crucero agosto del 2009.
- **Tabla 15.** 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 2009.
- **Tabla 16.** Incidencia (%) de estadios de madurez (macroscópicos y microscópicos) por sexo ponderado a la captura del lance, en ejemplares de merluza de tres aletas muestreados previo al crucero, durante el crucero y en la Pesquería demersal austral, en agosto de 2009.
- **Tabla 17.** Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con el peso corporal de las hembras de los lances de identificación de crucero de 2009.
- **Tabla 18.** Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con la longitud total de las hembras de los lances de identificación de crucero de 2009.
- **Tabla 19.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas
- **Tabla 20.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2009.
- **Tabla 21.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.



- **Tabla 22.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por latitud.
- **Tabla 23.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo
- **Tabla 24.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.
- **Tabla 25.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según pendiente del fondo.
- **Tabla 26.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores según pendiente del fondo.
- **Tabla 27.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- **Tabla 28.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales
- **Tabla 29.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales
- **Tabla 30.** Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. (agosto 2009).
- **Tabla 31.** Número de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados en los cruceros entre los años 2001-2009
- **Tabla 32.** Descriptores del contenido estomacal de merluza de tres aletas, año 2009



- **Tabla 33.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total año 2009
- **Tabla 34.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas total por especies 2005, 2007, 2008 y 2009.
- **Tabla 35.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los siete cruceros de investigación, por grupo taxonómico, entre 2001 y 2009.
- **Tabla 36.** Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas (2009)



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. B/H Friosur VIII, participante en la prospección Figura 2. Red mediagua Gloria utilizada por B/H Friosur VIII. Figura 3. Instalación cubrecopo 50 mm en red de mediagua. Figura 4. Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, agosto 2009 Figura 5. Inspección de ecogramas. Figura 6. Agregación tipo estrato de merluza de tres aletas. Figura 7. Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación. Figura 8. Cálculo de la pendiente del fondo. Figura 9. Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2009 Figura 10. Variograma distribución merluza de tres aletas, agosto 2009. Figura 11. Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2009 Figura 12. Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (ago., 2009). Figura 13. Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII

(agosto 2009).



- **Figura 14.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo y área. B/H Friosur VIII (ago., 2009).
- **Figura 15.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área. B/H Friosur VIII (ago., 2009).
- Figura 16. Distribución de talla de merluza de tres aletas del crucero investigación (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica para el mismo período y área de estudio (ago., 2009).
- **Figura 17.** 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 y 2009.
- **Figura 18.** 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 y 2009.
- **Figura 19.** Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación Merluza de tres aletas 2009
- **Figura 20.** Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada Lance, crucero de investigación 2009
- (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 ponderadas (en base a la captura de los lances), en el crucero de investigación 2009.
- **Figura 22.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigación 2009.
- **Figura 23.** Curvas teóricas de función peso longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, período 2002-2009.



- Figura 24. 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 2001-2009. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación
- **Figura 25.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001-2009.
- **Figura 26.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007 y 2009.
- **Figura 27.** Índice gonadosomático para machos y hembras, considerando todos los tamaños y desde los 36 cm de longitud total.
- **Figura 28.** Distribución de índice gonadosomático medio por lance para machos y hembras mayores a 35 cm de longitud total.
- **Figura 29.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos y hembras.
- **Figura 30.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en hembras.
- **Figura 31.** Incidencia por lance de estadios de madurez microscópicos en hembras.
- **Figura 32.** Frecuencia de estadios de madurez microscópicos por grupo de tamaño en hembras recolectadas en el crucero.
- **Figura 33.** Incidencia de estadios microscópicos de madurez por zonas.
- **Figura 34.** Distribución de índice gonadosomático medio por estadios de madurez en hembras.
- **Figura 35.** Proporción de hembras maduras y ajuste de la ojiva de madurez sexual para hembras en el crucero de 2009 y datos compilados de cruceros de 2001 al 2009.



- **Figura 36.** Distribución de tamaños de ovocitos de la moda avanzada de desarrollo en ovarios en maduración tardía, mediante el conteo y medición de las imágenes.
- **Figura 37.** Relación entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2009.I
- **Figura 38**. Relación entre la longitud y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2009.
- **Figura 39.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área total de estudio, crucero 2009.
- **Figura 40.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zona, crucero 2009.
- **Figura 41.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2009.
- **Figura 42.** Resultado del análisis de clasificación de los lances de identificación realizados durante el crucero 2009.
- **Figura 43.** Resultado del análisis de ordenación de los lances de identificación realizados durante el crucero 2009.
- **Figura 44.** Resultado del análisis de clasificación de los cruceros realizados entre el 2001 y 2009.
- **Figura 45.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros realizados 2001 y 2009.
- **Figura 46.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por zona, realizados entre el 2001 y 2009.



- **Figura 47.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por zona, realizados 2001 y 2009.
- **Figura 48.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2009.
- **Figura 49.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados 2001 y 2009.
- Figura 50. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.
- **Figura 51.** Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.
- Figura 52. Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones.
- **Figura 53.** Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones.
- **Figura 54.** Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones.
- **Figura 55.** Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal.
- **Figura 56.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.
- **Figura 57.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad del fondo.
- **Figura 58.** Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura.
- **Figura 59.** Distribución de frecuencia de la pendiente del fondo con presencia de agregaciones.
- **Figura 60.** Distribución de frecuencia de la energía retrodispersada de las agregaciones
- Figura 61. Distribución de frecuencia de la densidad acústica de las agregaciones



- **Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.
- **Figura 63.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.
- **Figura 64.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.
- **Figura 65.** Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según latitud.
- **Figura 66.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- **Figura 67.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- **Figura 68.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.
- **Figura 69.** Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.
- **Figura 70.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según pendiente del fondo
- **Figura 71.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según pendiente del fondo.



- **Figura 72.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según pendiente del fondo.
- **Figura 73.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.
- **Figura 74.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- **Figura 75.** Representación de las estrategias alimenticias según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para el año 2009.
- Figura 76. Representación de las estrategias alimenticias según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para los años 2005, 2007 y 2008. (•:2005, ▲:2007, •: 2008 y ■: 2009).
- **Figura 77.** Estimados de biomasa y abundancia para merluza de tres aletas, años 2001-2009



ÍNDICE DE ANEXOS

- **Anexo 1.** Resolución pesca de Investigación Nº 2645 y captura y operación de las naves asociadas al proyecto.
- **Anexo 2.** Comparación de distribuciones de frecuencia mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG), por Marcelo San Martín.
- **Anexo 3.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- **Anexo 4.** Presentaciones Taller de resultados (en CD).
- Anexo 5. "Parámetros reproductivos de *Micromesistius australis* en la zona sur austral de Chile". Por Eduardo Díaz y Alvaro Saavedra, trabajo presentado en el I Simposio Iberoamericano "Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías", realizado en Vigo-Pontevedra, España, entre el 24 y 28 de Noviembre del 2009.
- **Anexo 6.** Base de datos (en CD).



1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio.
- **2.2** Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- 2.3 Determinar el índice gonadosomático, estadíos 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.

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 estadíos 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*, esta presenta características zooplanctófagas del tipo carcinófago, siendo sus presas en primer lugar crustáceos pelágicos (eufáusidos) y en segundo lugar pequeños peces (mictófidos) (Otero, 1977, Pool, *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2003). 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 elevado a niveles que han fluctuado entre 29 y 30 mil toneladas los últimos años (Sernapesca 2008), 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).

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 biomasas 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 este ultimo año al período de realización del crucero, 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 93.340 toneladas, respectivamente. (Lillo et al., 2002, Cordova et al., 2003, Lillo et al., 2003, 2004 y 2005, Saavedra et al., 2006, 2007, 2008 y 2009)

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 (≈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 (Lillo *et al.*, 2003).

La presencia de un gran número de edades ha sido también observada en algunos sectores de su distribución en Nueva Zelanda (Russelo; 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 ha decidido incluir un proyecto de evaluación directa de la *M. australis* en el programa de investigaciones correspondiente al año 2009, del que se presenta su Informe final.



4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

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

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

El crucero de prospección se efectuó en el período comprendido desde el 18 al 29 de Agosto del 2009, en el área comprendida entre las latitudes 47° y 51°S.

Para determinar el área prospectada se utilizó el software Surfer 8.0. En él 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. A la cual se le aplicó la función Volumen, la cual entrega un reporte completo, incluyendo el área plana encerrada, expresada en millas náuticas cuadradas.



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

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

4.2 Equipos

4.2.1 Embarcación

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 Pesca Chile, quien manifestó su interés en participar con el B/H Friosur VIII 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 (**Fig. 1**), capacitada para operar en la zona de estudio. Además se incorporaron las naves "Cote Saint Jacques", Cabo de Hornos" y "Diego Ramírez" como naves de reemplazo o para eventual apoyo en el muestreo biológico.

La operación pesquera de estas naves fue regulada mediante la Resolución de pesca de investigación N° 2.645 de la Subsecretaría de Pesca en las que se autorizó la extracción de un máximo de 756 toneladas de merluza de tres aletas imputadas a la reserva de investigación, fraccionadas en 56 toneladas para el B/H Friosur VIII, y 700 toneladas a repartir entre las naves "Cote Saint Jacques", Cabo de Hornos" y "Diego Ramírez". Esta Resolución autorizó a las naves mencionadas



a operar entre 16 de agosto hasta el 31 de diciembre del año 2009. La información de la operación de estas naves y la resolución se entrega en el **Anexo 1**.

4.2.2 Sistema de ecointegración

El B/H Friosur VIII cuenta con 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 (medio) de 1,024 ms. La ganancia utilizada previa calibración fue de 21,5 dB. El coeficiente de absorción nominal fue de 9,75 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 3.00.81.34) 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 120 Gb de capacidad directamente al computador del ER60.

El sistema de ecointegración, 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.



4.2.3 Redes de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua Gloria 896 con abertura vertical de 40-45 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 (**Fig. 3**). Además se utilizó información de algunos lances del B/F UnionSur, el cual utilizó una red con Longitud relinga inferior de 205,8 m, laterales de 174,5 m, malla copo de 130 mm, abertura horizontal de 80 m y un largo de red de 45,5 m. Cabe consignar que la información de la red, proporcionada por la Empresa Emdepes es de carácter reservada. Aún así los análisis realizados (ver punto **4.3.4 b**) descartan la estandarización de las redes de pesca.

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), MacLennan y Simmonds (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 (MacLennan and Simmonds, 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 cien a 1.000 metros de profundidad aproximadamente (**Fig. 4**).

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 del recurso a fin de disminuir la incertidumbre espaciotemporal en la asignación de las unidades de ecointegración.

4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realizó mediante la inspección visual de los ecogramas, en base a los resultados de los lances de identificación. Para lo anterior se utilizó el software SonarData Echoview® fijándose un umbral mínimo de detección (S_v) de -65 dB. El procedimiento utilizado es el considerado estándar (Simmonds *et al.*, 1991) constando de los siguientes pasos (**Fig. 5**):



- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de integración superior e inferiormente 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 ecointegración, 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 (n_i) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersión acústico (σ).

$$S_{A(i)} = \frac{n_i * \overline{\sigma}_i}{\sum (n_j * \overline{\sigma}_j)} * S_{A(t)}$$



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:

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

Las tallas medias fueron estimadas a partir de los pesos medios de acuerdo a las relaciones longitud-peso derivadas Lillo *et al.* (2009) para merluza de cola y merluza austral mientras que para el resto de las especies se utilizó la de Cespedes *et al.*, 2007.

Merluza de cola: $W = 0.00273*L^{3.007}$ Merluza austral: $W = 0.00131*L^{3.384}$ Cojinoba del sur: $W = 0.0190*L^{2.9276}$ Reineta: $W = 0.0286*L^{2.8388}$ C. dorado: $W = 0.0042*L^{3.0426}$ Brotula: $W = 0.0120*L^{2.9230}$

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 27 lances distribuidos en el área de estudio, intensificándose el muestreo biológico en las zonas donde se detecto mayor presencia del recurso. La distribución espacial de los lances se entrega en la Figura 4. Este muestreo se vio complementado con la información obtenida de la operación del buque UnionSur, información referida a proporción de especies y talla medias de los lances efectuados en algunos sectores intermedios entre lances realizados por el Friosur VIII, a fin de asignar más acuciosamente los S_A de las especies recurrentes en el área de influencia del lance Este buque se encontraba operando en la zona durante la ejecución del crucero, considerándose los lances cronológica y espacialmente coincidentes. Se omitió la información de los restantes buques incorporados como naves de reemplazo o para eventual apoyo en el muestreo biológico ("Cote Saint Jacques", Cabo de Hornos" y "Diego Ramírez"), dado que los muestreos no cumplían las condiciones espacio temporales como para validar la información y ser incorporadas a la evaluación, operando principalmente en Noviembre y Diciembre para completar la cuota de merluza de tres aletas (Anexo 1).

4.3.3 Información acústica

La prospección acústica nocturna, se llevó a cabo en forma continua durante la navegación, discretizando la información en UBM de 0,5 mn. (Barbieri *et al.*, 1998). La información acústica está representada por el valor de densidad promedio detectada en cada UBM. 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 UBM's.



4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de ecointegración 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, 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 (**Fig. 6**), 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:

$$\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 68.5 \quad (dB)$$

Aun cuando 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: $\overline{TS} = 21.7*\log(talla) - 72.8$ (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 *Micromesistius 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, es que se recomienda tomar con cautela los resultados hasta efectuar nuevas mediciones. Lillo *et al.*, 2006 obtiene una relación de TS para merluza de tres aletas chilena igual a $TS = 20*Log(talla) - 69,1 \quad (dB)$, la cual ha significado en años anteriores aumentos en la estimación de biomasa en valores cercanos al 15%. Esta relación es incorporada nuevamente a modo comparativo en los resultados.

Independiente de la relación utilizada, los argumentos descritos anteriormente son los que mantienen como base comparativa la aplicación de la relación estimada para merluza común en la evaluación de merluza de tres aletas, debiendo considerarse, 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)

Respecto a la utilización de la TS a la talla, y a fin de determinar la existencia de diferencias significativas en las distribuciones de frecuencia de 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 (*Ho*) se plantea como

 H_0 : la estructura de talla generada por cada lance de pesca es "igual" a 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.

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

$$H_0: \vec{P}_1 = \vec{P}_2 = = \vec{P}_Z = \vec{P}_p$$

 $H_1: \vec{P}_z \neq \vec{P}_{z'}, z \neq z'; z = 1, 2, 3, ..., Z$

Hipótesis que pueden ser planteadas de manera equivalente como sigue:

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

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

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

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

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:

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

Luego la estadística de prueba esta dada por la relación:

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

Donde:

$$\chi^{2}_{p} = \sum_{k=1}^{K} \frac{\left[n_{k} - n\hat{P}_{pk}\right]^{2}}{n\hat{P}_{pk}} \sim \chi^{2}_{(K-1)}$$

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

Como criterio de decisión respecto de la hipótesis nula (Ho), esta es rechazada si el valor observado de la estadística de prueba $\chi^2_{DH} \succ \chi^2_{c(Z-1)(K-1)}$, a un nivel de significación preestablecido $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$.

De acuerdo a lo anterior, la estimación de la TS a la talla, se realizó a partir de la distribución de frecuencia ponderada de talla asignada para toda el área de estudio, ya que la prueba estadística muestra que el 95,4% de los lances de pesca realizados en la zona de estudio cumple el supuesto de igualdad, no existiendo evidencias estadísticamente significativas para rechazar la hipótesis nula.



Adicionalmente se comparó las distribuciones de frecuencia de las capturas logradas en el crucero de prospección con la de los lances realizados por el UnionSur, a fin de determinar la existencia de diferencias significativas y por ende la necesidad o no de estandarizar las redes de pesca utilizadas por uno y otro (Anexo 2).

• 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 ponderados por la captura de cada lance respecto a la captura total en la zona

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:

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

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

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

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



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 (n/mn²/S_a)

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

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

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

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

Siendo:

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

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

• Hansen (Conglomerados)

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

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

donde:

n = número de transectas de la muestra

 X_i = densidad de la transecta i-ésima.

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



Bootstrap

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

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

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.

• Variables regionalizadas

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución 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 UBM.

La lectura acústica del ecointegrador por UBM 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).

r₂, r₁ = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).

1.852 = factor de transformación de m a mn.

4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

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

$$\hat{V}(\hat{R}_{k}) = \hat{V}(P_{k})\hat{R}_{k}^{2} + \hat{V}(\hat{R}_{k})P_{k}^{2} - \hat{V}(\hat{R}_{k})\hat{V}(\hat{R}_{k})$$

La varianza de la biomasa se calcula según:

$$\hat{V}(\hat{B}_{k}) = \hat{V}(\hat{A}_{k}) w_{k}^{2} + \hat{V}(w_{k}) \hat{A}_{k}^{2} - \hat{V}(\hat{A}_{k}) \hat{V}(w_{k})$$

La varianza del coeficiente de ecointegración en número ($\hat{C}_{\scriptscriptstyle nk}$) se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0,1\overline{TS}+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

Donde:

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k)\hat{V}(\hat{\beta}) + 2\log L_k \operatorname{cov}(\alpha, \beta)$$



Siendo:

 α y β = coeficientes de la regresión TS-L.

 L_k = longitud a la talla 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 se 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)

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

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

$$s_{xy} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{n - 1}$$

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

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

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

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



Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)

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

Donde:

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

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- α) 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 función inversa de la distribución normal estándar y Z_{α} es el percentil superior de una normal estándar.



Método de las variables regionalizadas

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

$$\sigma_F^2 = 2 \overline{\gamma}(S,V) - \overline{\gamma}(V,V) - \overline{\gamma}(S,S)$$

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

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

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

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

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

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



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

V(B) = varianza de la abundancia ó biomasa

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 como 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 formulación es la siguiente:

Modelo gaussiano:

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

Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde, c₀ corresponde a la variabilidad de microescala, c representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y "a" el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlación (Isaaks and Srivastra, 1989; Cressie, 1991).

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



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

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

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

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

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

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



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

4.3.9 Fuentes de incertidumbre

Los estimados de Abundancia y de Biomasa son valores sensibles a muchas fuentes de incerteza que los rodean, y que ocurren durante la evaluación, si bien el medirlas es un proceso probabilístico 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 de la asignación por proximidad directa a la vecindad del lance de pesca y el post-proceso de ecogramas.



Se consideró además la incerteza generada por la calibración acústica. Este parámetro fue medido un día antes del inicio del crucero y si bien tuvo una diferencia de -1,42 dB respecto al año anterior, la calibración en sí asegura un mínimo de error en la respuesta acústica

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 (gentilmente proporcionado por el centro Trapananda de la UACH) instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del EK60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 180 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® (version 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, minimizando con esto la pérdida de señal por este concepto, siendo la compensación por este factor del 2%.

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, latitudinal y batimétrica.

4.4.1 Muestreo a bordo

La estimación de la estructura de tallas y la proporción sexual de merluza de tres aletas 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 submuestra al azar de ejemplares de la captura del lance, siendo ésta la unidad de análisis. En este sentido, a bordo y físicamente cerca del pozo de pesca de la nave, fueron realizados muestreos 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 y sexo.

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 tallas obtenidas en cada lance de pesca, utilizando como factor de ponderación los valores de capturas correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

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



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

donde,

$$\hat{V} \left[\hat{P}_{k} \right] = \left[1 - \frac{m}{M} \right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_{i}^{2}}{\hat{Y}^{2}} \left[\hat{P}_{jk} - \hat{P}_{k} \right]^{2} + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_{i}^{2}}{\hat{Y}^{2}} \left[1 - \frac{n_{j}}{N_{i}} \right] \frac{1}{n_{i} - 1} \hat{P}_{jk} \left[1 - \hat{P}_{jk} \right]$$

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

Notación:

Índices:

i = ejemplares i = 1,2,...,n

j = Lance j = 1, 2, ..., M

k = Longitud del ejemplar k = 1,...,K

s = Sexo 1 (macho), 2 (hembra)

Variables y Parámetros:

n = Número de ejemplares en la muestra.

Y = Captura en peso.

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 $(\hat{V}(\hat{l}))$

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

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

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

$$\hat{P}_{s} = \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_{j}}{Y_{0}} \cdot \hat{P}_{js}$$

$$\hat{V} \left[\hat{P}_{s} \right] = \left[1 - \frac{m}{M} \right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_{i}^{2}}{\hat{Y}^{2}} \left[\hat{P}_{js} - \hat{P}_{s} \right]^{2} + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_{i}^{2}}{\hat{Y}^{2}} \left[1 - \frac{n_{j}}{N_{j}} \right] \frac{1}{n_{j} - 1} \hat{P}_{js} \left[1 - \hat{P}_{js} \right]$$

donde,

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

A fin de hacer comparativos los resultados del presente crucero con otros estudios, 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 Nº 30043868-0, FIP 2007-15, FIP 200-12, 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; Área 2



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

4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Para la determinación de edad se dedicó la primera etapa para realizar lecturas de concordancia, que consisten en analizar en forma paralela las mismas muestras con los distintos analistas que trabajan en diferentes estudios de la edad en este mismo recurso. Esta es una etapa que requiere un particular esfuerzo en compartir 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 miscroscopios estereoscópicos con magnIficación 10X. Se utilizó sistema de análisis de imágenes con software Image Pro-Plus, lo cual potencia la captura de imágenes y registro de elementos de mediciones que permiten la conformación de colecciones de referencia en este recurso, las que corresponden a registros en que queda grabado en imágenes y datos las observaciones que permiten la ilustración (criterios de discernimiento) de los estudios de muestras para las generaciones futuras, lo cual forma parte del trabajo del Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP, dentro del 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, el cual es adecuado para el rango de tallas que las sustenta. Permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y calcular además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

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

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_{i i} = número de individuos de edad "i" con longitud "j"

n_i = 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_i = número estimado de individuos a la longitud "j"

 N_{ii} = 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:

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

Donde:

*l*_i = Proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud j

N = Tamaño de la muestra de longitudes

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

q_{ii} = Proporción de n_i 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~ N (μ , σ^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, Ψ (L), es:

$$E(W) = a(\mu^{n} + a_{1}\mu^{n-2}\sigma^{2} + a_{2}\mu^{n-4}\sigma^{4} + a_{3}\mu^{n-6}\sigma^{6} + ...)^{b}$$

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, estadíos de madurez macroscópicos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.

4.5.1 Trabajo a bordo

Para evaluar la condición reproductiva del stock de merluza de tres aletas, se recolectaron hembras de cada uno de los lances con pesca que se efectuaron durante el crucero de prospección asociado a la fase del proyecto. 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, la fecundidad y la ojiva de madurez.

En cada lance con captura de merluza de tres aletas se realizó un muestreo biológico para la caracterización de la condición reproductiva. A cada ejemplar se le registró la longitud total, el peso total y peso eviscerado con una balanza de contrapeso. En el caso de las hembras, a todos los ejemplares por lance se les extrajeron los ovarios, los que fueron pesados e inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador), previa asignación del estado de madurez sexual mediante criterios macroscópicos, según la escala de madurez específica de merluza (IFOP, 1985) que consta de los estadios descritos en las **Tablas 2 y 3**. 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 autolisis 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). En este contexto, se midieron 1.756 ejemplares para fines de caracterizar la condición reproductiva

4.5.2 Procesamiento de muestras

Las lecturas macroscópicas de la madurez sexual, asignadas durante el procesamiento biológico a bordo, se corroboraron en el laboratorio mediante un examen microscópico de los ovarios fijados de acuerdo al diagnóstico morfohistológico del parénquima gonadal, en base a los criterios básicos señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces teleósteos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado además de una escala microscópica apreciativa de la madurez sexual específica para merluza de tres aletas reportada por Córdova *et al.* (2003) (**Tabla 4**). El método microscópico se basa en la



observación interna de la gónada y resulta necesario para confirmar las apreciaciones macroscópicas del grado de madurez, dado que permite obtener 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, como una proporción del desarrollo (peso) de la gónada (W_g) con respecto al peso corporal (W). También, el indicador se consideró como un promedio ponderado de los índices por lance, donde el ponderador corresponde a la captura de la especie en cada lance.

• Estimador del índice gonadosomático

$$I\hat{G}S = \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_j}{Y_0} IGS_j$$

donde

$$I\hat{G}S_{j} = \sum_{i=1}^{n_{j}} I\hat{G}S_{ij} / n_{j}; \qquad I\hat{G}S_{ij} = \frac{Wg_{ij}}{W_{ii}} 100$$

• Estimador de la varianza del estimador del IĜS

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

donde

$$\hat{\bar{Y}} = \frac{\sum_{j=1}^{m} Y_{j}}{m} ; \quad \hat{S}_{j}^{2} = \frac{1}{n_{j} - 1} \sum_{i=1}^{n_{j}} \left(IGS_{ij} - IGS_{j} \right)^{2}$$



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,

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

4.5.3.4 Estimador de la varianza del estimador $\hat{P_{EM}}$

$$\hat{V} \Big[\hat{P}_{\!\!E\!M} \Big] = \! \Bigg[1 - \frac{n}{N} \Bigg] \! \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{\hat{Y}^2} \Big[\hat{P}_{\!\!E\!M} - \hat{P}_{\!\!E\!M} \Big]^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{\hat{Y}^2} \Bigg[1 - \frac{n_i^*}{N_i^*} \Bigg] \frac{1}{n_i^* - 1} \hat{P}_{\!\!E\!M} \Big[1 - \hat{P}_{\!\!E\!M} \Big]$$

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 el ajuste de la ojiva, además de considerar los registros de madurez de los ejemplares obtenidos en los muestreos al azar de la captura, alternativamente se



dirigió el muestreo de gónadas a censar todos los ejemplares de cada lance de identificación con longitudes igual y menor a los 40 cm LT, de tal manera de tener representatividad en el análisis de la fracción juvenil y de los tamaños cercanos al valor medio de la madurez sexual, de acuerdo a los valores de L_{50%} entre 36,0 y 36,7 cm reportados en evaluaciones anteriores de la especie (Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008 y 2009).

Se consideraron los diagnósticos histológicos del estadio de madurez del ovario para la clasificación de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el inicio de los procesos de vitelogénesis. Según la escala apreciativa propuesta, se clasificaron como sexualmente maduras las hembras en EMS 2, 3, 4, 5 y 6 y como inmaduras virginales, aquellas en EMS 1.

Debido a que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribución binomial. Los datos fueron ajustados un modelo logístico de madurez mediante el método de máxima verosimilitud, ya que el tamaño de muestra de cada grupo de talla es considerado explícitamente en la función de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988).

$$m(l) = \frac{\beta}{1 + \exp(-\alpha_{-1} + \alpha_{-2} l)}$$

donde m (l) es la fracción de individuos maduros en función de la talla, l es la talla (longitud total) y β , $\alpha 1$, $\alpha 2$ son los parámetros que representan la asíntota, la posición y la pendiente, respectivamente. El parámetro β se fijará en 1, basándose en los antecedentes que indican que a medida que los ejemplares crecen, la fracción de individuos maduros se aproxima a 1.



La función log de máxima verosimilitud corresponde a:

$$L(\beta,\alpha_1,\alpha_2) = \sum [(h)\ln(m(l)) + (1-h)\ln(1-m(l))]$$

donde h es la variable dicotómica que representa la condición de madurez (h=1) o inmadurez (h=0) 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 28 hembras que correspondió a la totalidad de la muestra disponible del crucero que clasificó para el cálculo de fecundidad.

Para el cálculo de fecundidad total se consideraron aquellos ovarios intactos y en un estado avanzado de desarrollo, los que serán sometidos a un examen histológico para descartar aquellos con indicio de desove (folículos postovulatorios) o atresia folicular.

La estimación de la fecundidad se efectuó mediante la aplicación del método de la moda más avanzada, donde secciones de tejido ovárico preservados en solución fijadora fueron pesados con una precisión de 0,1 mg y los ovocitos disgregados del estroma se separaron por clase de tamaño a través de una batería de tamices, con un rango de 250 a 2.000 micras, con un arrastre de agua en un sistema de vibración. Los registros del número de ovocitos retenidos en cada malla se utilizaron para la identificación de los diferentes grupos modales.



Para el cálculo de la fecundidad se utilizaron sólo aquellos ovarios maduros, cuyas distribuciones de frecuencia mostraron al grupo modal más avanzado claramente identificable. El número de ovocitos vitelados avanzados en la submuestra se utilizaron para la estimación del número total de ovocitos maduros del ovario (fecundidad total), de acuerdo a la expresión:

$$\hat{F}_{j} = \frac{1}{\nu} \sum_{\nu=1} \left[\frac{H_{\nu j}}{WS_{\nu j}} \right] * PG_{j}$$

Donde, la fecundidad promedio y su varianza corresponde a:

$$\hat{\overline{F}} = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} \hat{F}_j}{n^*}$$

$$\hat{V}(\hat{F}) = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} (\hat{F}_j - \hat{F})^2}{n^*(n^* - 1)}$$

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

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

 $W_{j\nu}$ = Peso de la submuestra V 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.



La estimación de la fecundidad media poblacional, representativa del total de la población de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad total en función de un parámetro corporal (peso, talla). En merluza de tres aletas la relación entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total se ha ajustado a un modelo de regresión lineal simple (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004):

$$\hat{F}_i = \alpha + \beta W_i$$

El análisis de los resultados permitió determinar la condición reproductiva de la merluza de tres aletas, los que fueron comparados con los resultados obtenidos en evaluaciones anteriores, según períodos de realización de crucero de prospección.

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

4.6.1 Proporción de captura

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

En el diseño se contempló la realización de un censo de lances, al interior de los cuales se tomó una muestra aleatoria de la captura, cuyo tamaño estaba en



función a la cantidad extraída. Para esto, al momento de traspasar la pesca desde la red al pozo, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg y su número varió de acuerdo a la siguiente escala de captura.

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

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

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

a) Estimador de la proporción de especie

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

$$\begin{split} \hat{p}_e &= \sum_{j=1}^M \frac{C_j}{C_o} \, \hat{p}_{ej} \\ C_o &= \sum_{j=1}^M C_j \; ; \qquad \qquad \hat{p}_{ej} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{ejk}}{\sum_{k=1}^K W_{jk}} \end{split}$$



donde:

 C_i : Captura total en el lance j.

 C_o : Captura total acumulada

 W_{ek} : Peso de la especie e, en la caja k del lance j.

 W_{ik} : Peso en la caja k del lance j

M : Número total de lances en el viaje.

 \hat{p}_{ei} : Estimador de la proporción de la especie e en el lance j

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

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

$$\hat{V}(\hat{p}_e) = \frac{1}{C_0^2} \sum_{j=1}^{M} C_j^2 \hat{V}(\hat{p}_{ej})$$

Donde

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

$$\overline{W}_{j} = \frac{1}{K_{j}} \sum_{k=1}^{K_{j}} W_{jk}$$

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. En aquellos lances en que la captura del recurso objetivo fue secundaria, los datos fueron considerados en forma separada, esto debido a que los registros históricos señalan que la fracción parental de *M. australis* generalmente conforma agregaciones de características monoespecíficas (Saavedra *et al.*, 2008).

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:

$$R = \frac{\left(\gamma_B - \gamma_W \right)}{n * \left(n - \frac{1}{4} \right)}$$

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



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

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

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

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

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 enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estándar provoca cortes en la agregación.
- 6) Asignación de S_A: A fin de asignar correctamente los S_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaban el largo de la UBM (0,5 mn), se procedió a exportar dos tipos de archivos. Uno con "regiones" y otro con "regiones y celdas (UBM's)", debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada "región" la sumatoria de los S_A (PRC_NASC) que esta región generaba en cada celda o UBM.

4.7.1 Descriptores morfológicos, batimétricos y de energía

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en tres tipos: morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.* 1996). Y de energía que reflejan la energía retrodispersada por el blanco o agregaciones de peces. Dentro de los descriptores morfológicos estimados para las agregaciones se encuentran: el área transversal, altura, largo, elongación y perímetro. De tipo batimétrico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones e índice de altura (**Fig. 7**), incorporándose adicionalmente este año la variable "pendiente del fondo" (**Fig. 8**) Como descriptores de energía se consideró la energía retrodispersada (expresada en S_A) y densidad acústica expresada en S_A/m²)



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

$$Se = d_i * e$$

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

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

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.

$$Elon = \frac{L\arg o}{Alto}$$

El Indice 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. 8**). El ángulo α fue determinado de acuerdo a:

$$\alpha = A \tan \left(\frac{Abs|F_1 - F_2|}{L \arg o} \right)$$



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:

$$S_A = 4 * \pi * (1852)^2 * 10^{\frac{S\overline{V}_{prom}}{10}} * Altura media$$

Donde:

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

$$Denst = S_A/Area$$



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 1º), 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 permitir 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 (*Micromesistius australis*) efectuados a los ejemplares capturados en 27 lances, los cuales fueron realizados en aguas exteriores entre los 47° 01' S y los 50° 49' S. Las muestras fueron tomadas al azar y se registró la información del lance de pesca (fecha, número del lance, y posición)

En los muestreos realizados se colectaron estómagos de merluza de tres aletas, los cuales fueron etiquetados y almacenados, para su posterior análisis en laboratorio. 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

Antes de realizar el procesamiento o análisis del contenido estomacal, los estómagos fueron puestos en bandejas durante 24 horas para eliminar el exceso de solución preservante. Posteriormente, cada estómago se identificó en un



registro indicando el número de la etiqueta, luego fueron pesados (gramos), luego se extrajo el contenido estomacal pesándose individualmente. Las presas contenidas en los estómagos fueron identificadas (al menor nivel taxonómico posible y observado bajo lupa), contadas y pesadas (peso húmedo con 0,01 gramo de precisión). El estado de digestión de las presas se clasificó según la siguiente escala:

- Digerido: el contenido se compone de restos de presas digeridas, sin posibilidad de identificar bien la presa.
- Semidigerido: se puede identificar la presa ya que no se ha desarmado y
 mantiene su forma. En el caso de peces pueden conservar algunos restos de
 piel.
- Entero: el contenido muestra rasgos de digestión, pero la presa está entera.
 En el caso de peces la piel ha perdido su tonalidad, las aletas muestran estado de digestión (pérdida de tejido).
- Frescos: las presas muestran muy pequeños rasgos de digestión, permanecen enteras y su piel sana, e incluso con escamas.

Esta información permitió explorar alguna relación de la alimentación con la hora del lance de pesca; por ejemplo una mayor proporción (porcentual) de estómagos con estados frescos y enteros podría indicar una condición activa de alimentación de merluza de tres aletas. Por otro lado, en los casos posibles, en los peces presas fueron medidos en longitud total. Información que fue traspasada archivo computacional para su procesamiento y análisis.



Para llevar a cabo el análisis de las muestras estomacales en laboratorio se emplearon diversos elementos, como pinzas, tijeras, bisturí, agujas de disección, placas petri, frascos, lupa estereoscópica, balanzas (0,01 g precisión), y claves taxonómicas pertinentes para plancton, crustáceos, moluscos y peces (Retamal, 1981, 1994, 2000; Boltovskoy, 1999; Wisner, 1974; Nakamura, 1986; Kawaguchi y Shimizu, 1978; Palma y Kaiser, 1993; Whitehead *et al.*, 1986; Pinkas *et al.*, 1971; Paulin *et al.*, 1989).

En los casos de estómagos con presas en avanzados estados de digestión se procedió, con el objeto de al menos obtener una estimación aproximada, a considerar algunos supuestos:

- En el caso de los eufáusidos es posible contabilizar un número de individuos considerando los pares de ojos presentes en el contenido.
- En el caso de los peces, se recurre al recuento de estructuras óseas únicas como pedúnculo caudal o neurocráneo.
- En el caso de los crustáceos se observó diversas características, como por ejemplo forma del caparazón, apéndices, ojos y tamaño de los ojos.
- De no ser posible el recuento, se puede considerar el peso promedio de una presa entera en relación al peso de la masa total de la misma naturaleza.
- Habiendo restos identificables a nivel de grupo taxonómico reconocible, y
 no siendo posible ninguna aproximación como las mencionadas
 anteriormente, se asume que al menos un individuo de ese grupo fue
 consumido.



Se entiende que de esta forma la información subestima la realidad, pero al menos ofrece una visión aproximada de ella. Por último, cuando no fue posible identificar la presa, éstas fueron clasificadas como restos según la respectiva *taxa* más elevada; por ejemplo restos de peces y restos de crustáceos.

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.

La importancia relativa de cada taxón de presa se determinó mediante un índice combinado, denominado Índice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR) propuesto por Cortés (1997), el cual es una modificación al IIR descrito por Pinkas *et al.* (1971, *fide* Berg, 1979). Una de las principales ventajas de emplear el IIR estandarizado es que permite y facilita la comparación entre estudios dietarios y se estima como:



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

$$IIR_{i} = [(N_{i} + P_{i}) \cdot F_{i}]$$

$$\%IIR = 100IIR_{i} / \sum_{i}^{n} IIR_{i}$$

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, ..., n

Esta información fue complementada con la información de dieta registrada (IIR) para la especie en estudios de años anteriores, proveniente de proyectos similares.



5. **RESULTADOS**

5.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración acústica del sistema de ecointegración del B/H Friosur VIII se realizó el 17 de agosto en el estero Butan (XI Región). Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 5**. La nueva ganancia se estimó en 20,08 dB.

5.1.1 Lances de pesca

Se realizó un total de 27 lances de identificación con un desarrollo vertical de la boca de la red de 40-45 m, su distribución geográfica y composición de capturas en peso y número se entrega en la **Tabla 6**. La prueba estadística DHG realizada a los lances del Friosur 8 y el UniónSur indicó que un 95,4%, cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptando la hipótesis nula, no siendo con esto necesaria una estandarización de las redes de pesca (**Anexo 2**).

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 Biomasa y abundancia

La abundancia total varió entre 174,2 y 179,6 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método Bootstrap y el menor con el método de Hansen y geoestadístico. El menor CV se logró con el método geoestadístico e igual a 0,085. Considerando este ultimo método la abundancia fue estimada en 174,2 millones de individuos con un intervalo de confianza entre 149,8 y 198,6 millones de individuos (**Tabla 7**).



La biomasa total varió entre 113.730 y 117.222 toneladas y al igual que en el caso anterior el mayor valor se obtuvo con el método Bootstrap y el menor con el método de Hansen y geoestadístico, mientras que el mejor CV se logró con el método geoestadístico e igual a 0,090. Considerando este ultimo método la biomasa se estimó 113.730 toneladas (**Tabla 7**) con un intervalo de confianza entre 96.845 y 130.616 toneladas.

El reporte de los S_A medios, varianza y CV obtenidos por cada uno de los métodos se entrega en la **Tabla 8**. donde se aprecia que el método geoestadístico entrega el menor valor de CV e igual a 0,398 mientras que el mayor se obtiene con el método de Hansen alcanzando un CV de 0,456

Los resultados de la Abundancia y la Biomasa a la talla se entregan en la Tabla 9.

Producto de la incertidumbre asociada a la relación de fuerza de blanco utilizada históricamente en este estudio y que corresponde a la determinada por Lillo *et al.* (1996) para merluza común, y a la relación de *TS* utilizada alternativamente y a modo comparativo y estimada para merluza de tres aletas chilena por Lillo *et al.*, 2006, es que se debe considerar estos resultados como una estimación relativa de la abundancia, sin embargo su consecutivo uso histórico, permite que sean comparables entre sí.

Al realizar la estimación con la relación de fuerza de blanco-talla estimada por Lillo *et al.*, 2006 y con el método geoestadístico, se obtuvo una biomasa total de 130.580 toneladas, resultando un aumento del 14,8% respecto al estimado con la relación de Lillo (1996) (**Tabla 10**).



En la estimación de la abundancia, se empleó la información de distribución de frecuencia de tallas ponderadas por la captura y las relaciones peso-longitud (**Tabla 11**) obtenidas durante el crucero de prospección.

Los resultados entregados por la DHG permitieron utilizar la estimación de la TS media a la talla, a partir de la distribución de frecuencia ponderada de talla asignada para toda el área de estudio, ya que la prueba estadística muestra que el 95,4% de los lances de pesca realizados en la zona de estudio cumple el supuesto de igualdad, no existiendo evidencias estadísticamente significativas para rechazar la hipótesis nula.

5.2.2 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

Durante el crucero se prospectó un área de 1.774 millas náuticas cuadradas, con una distribución espacial del recurso que mostró una estrecha franja asociada a la plataforma y talud continental (**Fig. 9**). El recurso fue detectado principalmente en el sector centro del área, levemente desplazado al norte entre las latitudes 48°20′ LS y 48°40′ LS, y otra concentración secundaria al norte del área, entre las latitudes 47°00′ LS y 47°20′ LS, resultando el centro de gravedad en la latitud 48°05′ LS, 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 batimétrica de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 120 y 340 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 220 metros.

El variograma teórico obtenido en el ajuste es de tipo esférico mostrando un valor para el índice Gof cercano a 0 (7,0013E-03), lo que indica un buen ajuste entre los valores estimados y observados del variograma (**Fig. 10**). Los parámetros obtenidos en el modelamiento de la densidad de merluza de tres aletas describen una zona de influencia y de máxima correlación entre las muestras que alcanza un valor de 1,86 mn (rango). En tanto, el nivel máximo de variabilidad entre las observaciones, cuantificado por la meseta muestra que el 38,5% es aportado por la variabilidad de microescala (nuggett), mientras que el restante 61,5% corresponde a la varianza estructurada o meseta parcial (**Tabla 12**).

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 0,97, mayor al 2008 (0,88) y similar al 2007 (0,96) indicando la característica de este recurso de conformar agregaciones generalmente concentradas dado el período de desove. Esta condición se repite año a año situación que se aprecia observando las curvas de Lorenz (**Fig. 11**).

5.2.3 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 timming, realizando el crucero en el período y zona de mayor agregación del recurso; la variabilidad espacio temporal, realizando los lances lo mas 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 UniónSur, 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 oesteeste, 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 estimación de la biomasa, con el objetivo de obtener una estimación de la incerteza del estimado. Esto dio como resultado una estimación de 113.730 t, con un coeficiente de variación de un 20% y un intervalo de confianza que fluctuó entre 76.199 y 151.261 t.

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

5.3.1 Composición de tallas y proporción sexual

5.3.1.1 Muestreos

El total de merluzas de tres aletas medidas durante el crucero de investigación para el análisis de las estructuras de tallas fue de 3.064 individuos (**Fig. 12**), compuesto de 2.161 machos y 903 hembras, valores superiores al total de ejemplares medidos en un estudio similar durante el año 2007 y 2008 (1.324 y 1.810 individuos, Saavedra *et al.* 2008, 2009, respectivamente). El área con



mayor número de ejemplares medidos fue Golfo Penas-Ladrillero (área 1) con 1.820 ejemplares, seguido de Taitao (área 1) con 899 peces y Trinidad-Concepción (área 2) con 345 peces (**Fig. 13 y 14**). En sentido batimétrico, las muestras se registraron solo en dos rangos de profundidad, 100-199 m y 200-299 m, con 1.211 y 1.853 ejemplares medidos, respectivamente (**Fig. 15**)

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

Como ha sido habitual en los anteriores estudios de evaluaciones directas, en el área y período de desove de merluza de tres aletas la estructura de talla registrada fue principalmente de ejemplares adultos (**Fig. 12**), con escasa presencia de juveniles (3,4% <35 cm), una talla promedio total de 49 cm y un predominio de los machos de 69% respecto de las hembras (31%).

La composición de tallas de merluza de tres aletas registró dos modas principales adultas, una entre 50-65 cm y otra entre 38-49 cm (**Fig. 12**). La fracción adulta entre 50-65 cm es la moda principal habitual registrada en los estudios anteriores y durante la máxima actividad de desove (Lillo **et al.** 2002, 2004, y 2005; Córdova **et al.** 2003, Saavedra **et al.** 2006, 2007, 2008 y 2009). La distribución de talla de las hembras aporta principalmente con la moda adulta mayor 50-65 cm; mientras, los machos aportan principalmente con la moda adulta menor 38-49 cm (**Fig. 12**). Luego, las hembras presentaron mayores tallas (talla promedio 53 cm) respecto de los machos (48 cm), no obstante, estos últimos registraron mayor presencia (69%) en el área de desove que respecto de las hembras.

Latitudinalmente, la estructura de talla del área Taitao explica en gran medida la distribución adulta del área total (**Fig. 13 y 14**), dado que aporta con el 71% de la captura total, le sigue el área G. Penas-Ladrillero (área 2) que aporta el 26% de la



captura. El área Trinidad-Concepción (área 3) registró un escaso aporte a la estructura de talla total por representar el 3% de la captura total. El área Taitao registró una mayor presencia de la moda adulta de tallas mayores 50-65 cm, explicada principalmente por el aporte de la estructura de las hembras, cuya talla promedio fue de 55 cm (**Fig. 13 y 14**); mientras los machos explican principalmente el aporte a la moda adulta de menor talla 38-49 cm, con un talla promedio de 49 cm. El área G. Penas-Ladrillero registró mayor presencia de la moda adulta de menor talla 38-49 cm; aportados tanto por la estructura de los machos como también por las hembras, con tallas promedios muy cercanas (46 cm y 47 cm, respectivamente). En esta área la moda de adultos de mayor talla registró una baja presencia (**Fig. 13 y 14**). Mientras, el área Trinidad-Concepción registró una mayor presencia de ejemplares juveniles (12,5%) respecto de las dos áreas anteriores (**Fig. 13 y 14**); no obstante, la moda principal se registró en los adultos de menor talla 38-49 cm, aportados por machos y hembras con talla promedios similares (40 y 42 cm, respectivamente).

En toda el área se registró predominio de los machos respecto de las hembras (**Fig. 13 y 14**). En Taitao, G. Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepción, la proporción de machos fue de 68%, 70% y 81%, respectivamente. La mayor diferencia de estructura de talla entre machos y hembras se registró en el área Taitao, en donde los machos registraron una composición de tallas bimodal, una moda en 38-49 cm y otra en 50-65 cm; en cambio, las hembras registraron principalmente una moda de adultos de mayor talla 50-65 cm.

En sentido batimétrico, en toda el área de estudio las muestras de longitud provienen de dos rangos de profundidad de religa de la red entre 100-199 m y 200-299 m (**Fig. 15**). La moda de mayor talla 50-65 cm se registró en Taitao en ambas profundidades; mientras la moda adulta de menor talla 38-49 cm se registró en toda el área y en ambas profundidades (**Fig. 15**).



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

La estructura de talla registrada en el estudio fue analizada respecto de la estructura de talla del recurso registrada en la captura comercial del buque surimero (dirigido a pescar merluza de tres aletas), para la misma área y período de estudio (**Fig. 16**). Ambas distribuciones de tallas resultaron pertenecer a una similar familia de distribución de tipo bimodal, siendo evidente en ambas las dos modas adultas de 38-49 cm y 50-65 cm; con tallas promedios similares (49 cm) y escasa presencia de juveniles. El predominio de los machos respecto de las hembras se presentó en ambas estructuras de talla, siendo mayor en la estructura del crucero (69%) que respecto de la estructura de la captura comercial (58%).

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 2009 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los ocho cruceros anteriores (**Fig. 17**), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 (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), realizados para la misma área de estudio con similar metodología.

Como es habitual, la alta presencia de adultos entre 50 y 65 cm registrada en la distribución de talla de merluza de tres aletas para el 2009 confirma la presencia de la fracción de la población que participa en el proceso migratorio reproductivo de esta especie (**Fig. 17**, Lillo *et al.* 2002). En este sentido, la composición de talla de las hembras del año 2009 muestra similar familia de distribución bimodal a las



estructuras registradas en los años 2003 y 2004 (**Fig. 17**), años con una proporción de machos de 56% y 49%, respectivamente. La estructura de las hembras del año 2009 muestra la presencia de la moda adulta principal (50-65 cm), la cual está presente en los años 2007 y 2008 (**Fig. 17**). Por otra parte, la fracción de ejemplares mayores e iguales a 50 cm entre los años 2007 al 2009 ha tendido a una menor presencia en la estructura de talla, pasando de 75% en el 2007 a 49% en el año 2009; en cambio los adultos entre 34-49 cm han aumentado su presencia en la estructura de talla en el área y período de estudio, de 24% en el 2007 a 48% en el 2009 (**Fig. 17**).

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas subdivididas por área en los nueve años de estudios se observa claramente la presencia de la moda de adultos entre 50 a 65 cm (Fig. 18) que participa en el proceso reproductivo de la especie; siendo en el año 2009 muy marcado en el área Taitao (área 1), siendo al año 2003 en donde esta moda se registró principalmente en el área norte (Taitao); mientras en los años 2008 y 2007 principalmente se presentó en el golfo Penas-Ladrillero (área 2). Mientras, la segunda moda adulta de talla menor (38-49 cm) registrada en toda el área en el año 2009 no tiene similar comparación con otras estructuras de tallas de otras áreas y años; excepto con la estructura de talla del área Taitao en el año 2008 (Fig. 18). Mientras, los años 2001, 2002 y 2005 la moda principal 50-65 cm se registró principalmente en el área central (G. Penas-Ladrillero) y sur (Trinidad-Concepción) del área de estudio. En cambio, los años 2004 y 2006 la moda se presentó principalmente en el área sur (Trinidad-Concepción) del área de estudio. 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, 2008 y 2008).



5.3.2 Estructura de edades del stock

La colecta de muestras en los aspectos referidos a medición de longitudes (azar) y muestreo biológico específico en que se registran talla, peso corporal, peso de la gónada, sexo, estado de madurez sexual y se extraen el par de otolitos sagitta de los ejemplares, fue llevado a cabo sobre la captura proveniente de los lances de pesca de identificación, realizados en el crucero de investigación 2009, a bordo del B/P Frío Sur VIII.

El stock evaluado de merluza de tres aletas, estuvo compuesto por ejemplares de rango de tallas comprendido entre los 25 y 67 cm de longitud total. Para el objetivo de edad se colectó una muestra de 1.783 pares de otolitos (1.151 machos y 632 hembras). El muestreo para el estudio de edad es dirigido a obtener la mayor cobertura de las tallas presentes en las capturas y debido a la proporción sexual en que se presentan en forma natural estos recursos, los machos en el muestreo colectado son notablemente más numerosos, que las hembras.

Los lances de pesca realizados, su captura y el muestreo de ejemplares se presentan en la **Figura 19**, en donde se puede apreciar el grado de muestreo al interior de cada uno de ellos. En diez del total de lances con éxito de captura (17), se obtuvo muestreo de longitud por sobre los 200 ejemplares.

La captura en cada lance con éxito fluctuó entre 7 k hasta 4.500 k, destacándose el lance 2 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 20**. 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. 20**) que la fracción de machos usualmente se presenta con medianas y rangos menores de longitud que lo que se observa en hembras, siendo una condición típica de este recurso que presenta dimorfismo sexual. En general, para machos se presenta la mediana en los 45 cm (rango 28-64 cm) y para hembras en 49cm (28-67cm), lo que marca una diferencia con lo observado el año 2008 en que para machos se presentó la mediana en los 49 cm (rango 29-63 cm) y para hembras en 57 cm (29-66cm), constituyendo en el presente un universo de peces más pequeños.

En sentido latitudinal, el lance 1 representa el muestreo obtenido más al norte del área estudiada, corresponde a la fase de inicio la prospección. A su vez el Lance 26 ó 27 muestra lo respectivo en la parte más hacia el sur del área de estudio.

La distribución de tallas del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad (frecuencia en %), para machos y hembras y la distribución de frecuencia de longitudes ponderadas (en base a la captura de los lances), en el crucero de investigación 2009, se presenta en la **Figura 21**.



Considerando que los ejemplares estén presentes en una clase de talla en prorporción mayor a 5%, se encontró que la distribución de tallas ponderadas se concentra principalmente en machos en el rango 40-58 cm, con moda principal en la clase de tallas 44-45cm (13,2%). En hembras la mayor concentración se observa en el rango de tallas 44-62 cm, con moda principal en las clases 54-55 y 56-57 cm (15% en cada una).

Al interior de cada intervalo de clase de tallas, machos y hembras no se distribuyen en similar proporción. En lo observado en 2009, hasta la clase 58,5 cm se presentan en mayor proporción los machos que las hembras, lo cual es diferente a lo encontrado el año anterior en que hasta la marca de clase 50,5 cm los machos se presentaban en mayor proporción, en la clase 52,5 cm se presentan en similar proporción ambos sexos y desde la clase 54,5 cm en adelante predominaban las hembras en la composición.

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 1 y 24 años.



5.3.3 Relaciones peso - longitud

Las funciones peso-longitud (**Tabla 11**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación presentan la dispersión de las variables que se muestra en la **Figura 22**.

Si se compara las estimaciones que entregan las curvas teóricas que describen las funciones peso talla en los últimos 8 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 (Figura 23), 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 2009 el recurso se encontraba en su estado de peso dentro de la franja de los valores promedios observados a la talla, aun cuando el peso de los ejemplares (por sobre los 30cm) es un tanto menor que lo observado en el recurso cuando está en época de pleno desove.

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 1 a 24 (**Tablas 13 y 14**).



La abundancia obtenida en el crucero (174.229.323 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 que se obtuvo en cada uno de ellos. Correspondió a un 73,8% de machos (128.635.804) y 26,2% de hembras (45.593.519).

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, un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en el GE V (**Tabla 13**) correspondiendo a peces de talla promedio de 48,1 cm. En hembras, este grupo de edad también es principal, no obstante se presenta con una estructura soportada de forma importante con grupos de edad mucho mayores como lo es GE XIV cuya talla promedio corresponde a de 56,1cm. (**Tabla 14**).

Considerando en general los GE que aportan desde un 5% a la estructura de la abundancia se observa que, en machos el 80% lo constituyen 10 grupos que corresponden desde GE II a XI, en hembras, en cambio, esta misma fracción la constituyen 13 grupos de edad, entre III - XV.

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 13 y 14**). En años anteriores se agrupó los últimos GE presentes en la abundancia, en un grupo denominado 20+, el cual incluía todas las edades superiores ó iguales a 20 años, a fin de reunir en este la información de peces más longevos del extremo



de la distribución (Ojeda y Miranda, 2008). En los dos últimos años, dado la alta abundancia en el GE XX y mayores, se presentó de forma desagregada estos grupos en las **Tablas 13 y 14**.

5.3.5 Serie histórica

Las estructuras de edades presente en las abundancias registradas en los cruceros de investigación 2001-2009 se presentan en la **Figura 24**, en porcentaje (**Fig. 24A**) y en número de individuos (**Fig. 24B**). A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción que corresponde a la pesquería anual (período 2001 y 2008), que actúa preferentemente en el segundo semestre del año, considerando ambos sexos en común (Ojeda *et al.*, 2009).

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. 24A**).

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. 24A**) 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. 24B**)

En la **Figura 25** se muestra la estructura demográfica de la serie de nueve 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 resumir en una notable moda principal en la marca de clase 54,5 cm en los años 2001 y 2002, en 56,5 cm en los años 2005 y 2007 y en 58,5 cm en 2007 y 2008, moda que está compuesta principalmente de hembras. Esta estructura cambia drásticamente en el año 2009 presentando moda en tallas más pequeñas (44,5cm).

La **Figura 25** permite apreciar el predominio de los machos en las clases de talla menores ó iguales a 52,5 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 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 56,5 cm, tienen a su vez marcada moda en peces más pequeños entre las marca de clase 46,5-48,5 cm.

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. 25), 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.

La **Tabla 15** muestra 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 10-23 %.

5.3.6 Edad y estados de madurez

Si se considera una talla media de madurez sexual (50%) de 36 cm 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 97% en machos y 99% 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 tres 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 (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. 26**).

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.



Las fracciones de peces inmaduros son bajas, corresponden a 5,1% de machos bajo el GE en que se manifiestan una FMM $_{50\%}$ y un 0,4% de hembras bajo FHM $_{50\%}$, en el período de desove, correspondiente al desarrollo del crucero de investigación 2009.

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

El análisis de los indicadores reproductivos de la agregación de merluza de tres aletas se sustentó en 1.756 ejemplares muestreados (machos: 1.132; hembras: 624) en 16 lances de identificación desde el 18 al 28 de agosto. De éstos, 607 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histológico para un análisis microscópico de la condición reproductiva.

La amplitud de tamaños de los ejemplares para el estudio de aspectos reproductivos abarcó, en los machos, de 28 a 64 cm, mientras que en las hembras fue de 25 a 67 cm de longitud total. El espectro de tamaños analizados permitió obtener una buena cobertura para del estado reproductivo de la población.

5.4.1 Índice gonadosomático

El índice gonadal medio para el total de machos fue de 7,0% (d.s. = 5,5), y para el total de hembras, de 6,6% (d. s. = 4,3), valor de IGS que no se vio influenciado, en ambos sexos, por la presencia de juveniles, dada la escasa representación de éstos en la muestra. El índice gonádico para los ejemplares a partir de los 36 cm de longitud total, los cuales se consideraron maduros sexualmente de acuerdo al estimado de la talla media de primera madurez para esta especie (Córdova *et al.*,



2003; Lillo *et al.*, 2004 y Saavedra *et al.*, 2009), fue de 7,3% (d.s. = 5,5) en los machos y de 6,8% (d.s. = 4,3) en las hembras, lo que confirma lo indicado anteriormente (**Fig. 27**). La dispersión de los valores del índice reflejado en la desviación estándar se explica principalmente por la presencia tanto de ejemplares en desove reciente como otros próximos a desovar.

A modo de evaluar el aporte del lance al estimado del índice gonadosomático de la fracción adulta en el período de estudio, los valores promedios de cada lance fueron ponderados por la captura correspondiente, indicando un estimado de IGS de 9,4% (d.s.= 0,23) en los machos y de 7,8% (d.s.= 0,18) en las hembras, valores que incrementaron respecto al valor promedio no ponderado por sexo.

El análisis de la tendencia del IGS medio por lance de la fracción adulta, en sentido temporal (**Fig. 28**), permitió visualizar la evolución del proceso de actividad gonadal durante el crucero. Los registros de IGS fluctuaron de 1,4% a 13,0% en los machos y de 0,6% a 10,8% en las hembras. El análisis de varianza teniendo como factor los lances, señaló que existían diferencias significativas entre las distribuciones del índice gonadosomático para los machos (KW= 367,7 (p<0,0001)) y para las hembras (KW= 197,1 (p<0,0001)).

De acuerdo a los resultados del IGS por lance, la merluza de tres aletas en el período de análisis se encontró en un proceso reproductivo en desarrollo, caracterizándose en machos y hembras por presentar valores de IGS relativamente bajos con una tendencia al descenso paulatino hacia fines de crucero. Las diferencias observadas en los lances se explican principalmente por el estado de avance de los procesos de desove.



5.4.2 Análisis macroscópico

5.4.2.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez macroscópicos en los machos, indicó un 6% de gónadas inmaduras (EMS II) (CV= 7,5%), mientras que de los estadios más avanzados de desarrollo testicular, el estadio de evacuación activa (EMS IV) predominó con un 80% (CV= 1,3%), respecto al EMS III (en maduración) con un 9% (CV= 9,1%) y al estadio de evacuados (EMS V) con un 5% (CV= 12,3%) (**Fig. 29**). Al agrupar los estadios, el 6% fueron testículos inactivos (EMS I y II) y el 94% presentó actividad gonadal (EMS III a V), de los cuales el 85% presentó actividad de evacuación (EMS IV y V).

En las hembras, el 9% de las gónadas se encontraron inmaduras (EMS II) (CV=8,2%), mientras que de los estadios más avanzados, el EMS III (en maduración), en que la gónada está próxima al desove, destacó con el 61% (CV=3,0%), visualizándose en menor proporción, ovarios en estado desovante (EMS IV) con un 11% (CV=11,0%) y en regresión (EMS V) con un 19% (CV=8,1%) (**Fig. 29**). Los estados agrupados mostraron un 9% de ovarios inactivos (EMS I y II) y un 91% con actividad gonadal (EMS III a V), de los cuales el 30% 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 fracción adulta de merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva en desarrollo, observándose una componente importante de ejemplares con gónadas en maduración avanzada y en procesos de liberación de gametos.



5.4.3 Análisis microscópico

El examen histológico a los ovarios de merluza de tres aletas permitió precisar el estado de desarrollo gonadal, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual establecidos para esta especie (**Tabla 4**).

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 la incidencia de estadios microscópicos de madurez, indicó un 6% de ovarios inactivos (EMS I) (CV= 5,9%), mientras que de los estadios más avanzado, las hembras en desove parcial (EMS V) predominaron claramente con un 75% (CV= 2,1%), en relación al EMS III (en desarrollo tardío) con un 8% (CV= 13,8%), al EMS IV (hidratado) con un 10% (CV= 11,3%) y al EMS VI (desovada) con un 1% (CV= 34,9%) (**Fig. 30**). El análisis de estados agrupados, indicó un 94% de las hembras con actividad gonadal (EMS III a VI), de las cuales, el 85% presentó evidencia de desove activo (EMS IV y V), mientras que sólo el 1% se encontró desovada y en regresión.

El aporte importante de hembras con evidencia de desove, conjuntamente con la insignificante incidencia de ovarios ya desovados (EMS VI), permiten indicar que durante el estudio de prospección, la agregación de merluza se encontró



masivamente en proceso de desove, sin presentar indicios claros que señalen la declinación del período de actividad reproductiva.

Para considerar el aporte de cada lance en el estimado de la proporción de estadios de madurez sexual, se utilizó como factor de ponderación los valores de captura correspondientes a cada lance, cuyos resultados por sexo y tipo de análisis macroscópico y microscópico se presentan en la **Tabla 16**. De aquí se destaca el mayor peso que tuvieron los ejemplares en procesos de liberación de gametos.

El análisis de la incidencia de estados de madurez microscópico por lance, en sentido latitudinal, permitió evidenciar el comportamiento reproductivo de las hembras durante el desarrollo del crucero, caracterizándose la mayoría de los lances, desde el 18 al 26 de agosto, por una condición ovárica similar, representados por una mayor incidencia de hembras en procesos de desove y en menor fracción, ovarios en maduración tardía, mientras que, contrariamente, en los lances del 27 y 28 de agosto, la condición ovárica se caracterizó por prácticamente la totalidad de gónadas inactivas, correspondientes principalmente a ejemplares juveniles (**Fig. 31**).

La distribución de los EMS de acuerdo a grupos arbitrarios de tamaños de las hembras (**Fig. 32**), permiten indicar que los ovarios en EMS I (inmaduro) se ubicaron en los grupos de tamaños menores a 40 cm longitud total, con un 100% de incidencia en los ejemplares inferiores a los 36 cm. Los estados avanzados de maduración gonadal se observaron desde el grupo 36 - 40 cm, para alcanzar la totalidad en las hembras mayores a los 40 cm, caracterizándose en los grupos parentales, el claro predominio de hembras en procesos de desove (IV y V), indicando la fracción parental de la población comprometida en el evento reproductivo.



De este análisis se desprende que en el período y área de estudio, la fracción adulta de merluza de tres aletas se encontró comprometida en un proceso reproductivo en desarrollo, con un aporte importante de hembras en 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 mostró el desarrollo de la actividad reproductiva en las tres áreas, con una mayor incidencia al proceso de desove, sin embargo, los lances en las áreas 1 y 2 se representaron prácticamente por la totalidad de gónadas en actividad de maduración, mientras que el área 3, se caracterizó por un aporte importante de ovarios inmaduros, asociado a la presencia de ejemplares juveniles (**Fig. 33**).

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 la agregación de merluza en desarrollo de un proceso reproductivo, sin embargo la clasificación macroscópica no señala la fracción de las hembras maduras que presentan 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 inmaduros virginales de aquellos en reposo (inmaduros reincidentes) para el ajuste de ojiva de madurez.

5.4.3.4 Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico

La **Fig. 34** muestra la distribución del IGS medio en relación al estado de desarrollo del ovario, así en gónadas virginales e inmaduras (EMS I) el IGS fue de 1%, mientras que en los EMS más avanzados, el IGS experimenta el máximo de 10% en el EMS III, para disminuir levemente en el EMS IV (hidratado y en desove) a 9% y decaer claramente en el EMS V (desove reciente) a 6%, hasta alcanzar la mayor caída de 2% en las hembras que finalizaron su actividad reproductiva (EMS VI), constituyendo el mayor aporte al IGS medio aquellas hembras en la condición de desove reciente (EMS V).

5.4.4 Ojiva de madurez

Se entrega una ojiva de madurez para 608 registros microscópicos de hembras, con tamaños entre 25 y 65 cm de longitud total. La información indicó, que la hembra madura sexualmente más pequeña midió 36 cm y que desde los 40 cm el 100% se encontraron maduras.

Importante destacar, la menor participación en los lances de tamaños menores a los 41 cm, que comprende el estrato de transición de ejemplares reclutados a la componente adulta, por lo que se debe tener en consideración en el estimado de la talla media de madurez. En este contexto, se ofrece también un ajuste de madurez que agrupa los registros microscópicos de ejemplares analizados en



evaluaciones de 2001 al 2009 (n= 4.464), sin embargo, se debe tomar como referencial al involucrar distintas agregaciones y pulsos reproductivos anuales.

La proporción de hembras sexualmente maduras y el ajuste de la ojiva para los datos de este estudio y de los registros agrupados de 2001 al 2009 se grafican en la **Fig. 35**. Los resultados indicaron, una talla media de madurez sexual de 37,3 cm (Límite inferior: 34,2; Límite superior: 40,2) y de 36,7 cm (Límite inferior: 35,9; Límite superior: 37,5), respectivamente.

5.4.5 Fecundidad

Debido a la condición de desovante parcial con fecundidad anual determinada, el estimado de fecundidad total fue considerado como el equivalente al número de ovocitos en desarrollo vitelogénico, constituyéndose esta moda en ovocitos comprendidos entre 450 y 1.125 micras (Lillo *et al.*, 2002). Complementariamente, el análisis preliminar de imágenes mediante un método de conteo y medición más preciso, a través del programa ImageJ, en ovarios clasificados en maduración tardía sin alcanzar la hidratación (n= 22), permitió corroborar la moda más avanzada contenida principalmente en tamaños sobre las 400 micras (**Fig. 36**).

Para el estimado de fecundidad se seleccionaron 36 ovarios que lograron clasificar para el análisis, en ejemplares con tamaños de 42 a 63 cm de longitud total. Una condición necesaria para la correcta estimación de fecundidad es contar con ovarios maduros sin presencia de folículos postovulatorios, incidencia que indica desove, ni atresia ovocitaria, requerimiento que se vio limitado por el estado de desove de la mayoría de las hembras analizadas, lo que dificultó la selección.



La fecundidad total varió de 18.478 a 926.779 ovocitos, con un promedio de 297.329 ovocitos (d.s. 234.683). La fecundidad relativa promedio fue de 314 ovocitos por gramo de peso corporal (d.s. 142), con un mínimo de 34 y un máximo de 646 ovocitos.

El ajuste de la fecundidad con el peso corporal fue mejor explicado por un modelo potencial, sin embargo el modelo lineal es preferible debido a que: 1) Explica mejor la variación que los curvilíneos; 2) Sus coeficientes de regresión tienen significado biológico; 3) Para la estimación de producción de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y pequeños) no es tan crítica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple (Hunter *et al.*,1985). Respecto a la longitud total, el mejor ajuste lo presentó un modelo de potencia (**Tablas 17 y 18; Fig. 37 y 38**).

5.5 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificación.

5.5.1 Proporción de captura

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 27 lances de pesca de identificación, de los cuales 17 (63%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 22 (81,5%) y 14 (51,9%) lances de identificación, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (63,5%), merluza de cola (35,8%), jibia (9,3%), cojinoba azul (6,8%) y merluza del sur (2,2%), las restantes especies capturadas presentaron niveles de captura inferiores al 1% respecto de la captura total (**Fig. 39**).



Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola representó el 51,3% de la captura de fauna, seguida en importancia por jibia (31%), cojinoba azul (10,3%), merluza del sur (4,7%) y reineta (2%). En tanto que las especies brótula y congrio dorado no superaron el 1%.

En cuanto a la captura efectuada en cada una de las zonas en la que se divide el área de estudio (Fig. 40), se tiene que para la zona 1 denominada Taitao, la principal especie capturada correspondió a merluza de tres aletas, con 85,9% de la captura efectuada en la zona, le siguieron en importancia merluza de cola (9,4%), cojinoba azul (3,5%), reineta (0,8%), merluza del sur (0,4%) y brótula con menos del 1%. No registrándose capturas de jibia y congrio dorado. Para la zona denominada Golfo de Penas (zona 2) se aprecia una mayor participación de las especies de fauna acompañante, en este contexto la merluza de cola se transforma en la principal especie capturada, alcanzando el 46% de la captura realizada en esta zona, seguida en importancia por jibia (20,7%), especie ausente en la primera zona, luego, de merluza de tres aletas (16,9%), cojinoba azul (11,5%), merluza del sur (3,7%), en tanto que reineta, brótula y congrio dorado no superaron el 1% de la captura efectuada en la zona 2. Por último en la zona 3, también llamada Trinidad – Concepción, se observa que el 83,1% de la captura en la zona estuvo compuesta por merluza de cola, mientras que merluza de tres aletas y merluza del sur representaron el 7,7% y 3%, respectivamente. Las demás especies cojinoba azul, brótula, jibia y congrio dorado representaron el 2,1%, 1,8%, 1% y 0,3%, respectivamente (**Fig. 40**).

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, y a diferencia de los demás veriles, no se capturo jibia, congrio dorado, ni brótula.



Además este veril presenta el mayor porcentaje de captura de merluza de tres aletas (83,7%), seguida de merluza de cola (12,3%), cojinova azul (3,6%) y merluza del sur (0,3%). 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 (54,2%), seguida de merluza de tres aletas (26,3%), cojinova azul (15,2%, mayor aporte en los veriles), merluza del sur (2,2%), reineta (2%, mayor aporte en los veriles); y jibia, congrio dorado y brótula, con menos del 0,2%. En el veril 3 (201m – 250m) el mayor aporte lo constituyo la merluza de cola y la jibia, con un 42,4% y 32,6%, respectivamente, mayor registro de esta última especie en los veriles. En tanto que la merluza de tres aletas presentó su menor aporte en los veriles Luego se presentó la merluza de tres aletas (17,5%), merluza del sur (4,4%), cojinoba azul (1,6%) y reineta, brótula y congrio dorado, con menos del 1%. Por último, el veril 4 (251m – 300m), se apreció el mayor aporte de merluza de cola (70,2%) y de brótula (9%). La merluza de tres aletas presentó el menor aporte registrado en los veriles, con un 8,9%. Luego sigue la merluza del sur (7%), congrio dorado (2,8%, mayor aporte en los veriles), jibia (1,4%) y reineta (0,7%), no registrándose aporte de cojinoba azul (Fig. 41).

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 realizo para la data histórica de los cruceros precedentes (periodo 2001-2008), 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.*, 2007, Saavedra *et al.*, 2008)

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados para el presente crucero (**Fig. 42**), muestra la presencia de tres grupos bien diferenciados con niveles de similitud superiores al 50%. El primer grupo (**Fig. 42**) se compone de los lances 21, 22, 24, 25, 26 y 27 y se localiza mayoritariamente entre los 200 m y 250 m profundidad (veril tres), en el sector sur del área de estudio. De manera general, este grupo presentó como característica faunística la presencia de merluza de cola y jibia, y en menor cantidad reineta, merluza de tres aletas, merluza austral, congrio dorado y cojinova azul.

El segundo grupo (**Fig. 42**), esta formado por lances que se localizan casi en la totalidad del área de estudio, excluyendo la parte extremo sur, y con distribución batimétrica que vario entre 100 m y 300 m (veriles 1, 2, 3 y 4). Los lances asociados a este grupo son el 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 y 23, grupo caracterizado principalmente por la presencia de altos niveles de merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur.

La tercera agrupación (**Fig. 42**), compuesta por los lances 5, 12 y 18, situados en la parte norte y centro del área de estudio, y con una distribución batimétrica localizada entre 150 y 250 m (veriles 2 y 3). La fauna asociada a esta agrupación se caracterizó por la sola presencia de reineta.



A partir del análisis de ordenación (**Fig. 43**) y dada la cercanía, se observa una agrupación formada por merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, estableciéndose como componentes faunísticos principales en la zona de estudio, en tanto que los demás componentes de fauna asociada se presentan como entidades individuales (**Fig. 43a**). Además se observa un alto grado de correlación entre un grupo de las entidades lances de pesca-veril con las tres especies de merluza capturadas en la zona de estudio (lances 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 y 23), mientras que algunos lances presentan el mayor aporte de las demás especies, como los lances 5, 12 y 18, caracterizados por la sola presencia de reineta y los lances 21, 22, 24, 25, 26 y 27, que tuvieron mayor incidencia de jibia merluza de cola (**Fig. 43b**). Estos resultados son coincidentes con la ordenación de los grupos obtenidos del análisis de clasificación (**Fig. 42**).

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 cuatro agrupaciones resultantes. El resultado obtenido del análisis de similitud (ANOSIM) de una vía obtenido del análisis de clasificación, pone en evidencia que las tres agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas, estimándose un valor global del estadístico $\bf R=0,896$ ($\it p-value < 0,001$). Este método de validación estadística se realiza para verificar diferencias entre las agrupaciones resultantes.

5.5.3 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2009.

Al igual que para el crucero 2009, se analizó mediante cluster y NMDS la información histórica de lances de identificación y veriles de profundidad establecidos para todos los cruceros realizados desde el 2001 al 2009. Esto se



realizó a modo de observar diferencias interanuales en la composición de especies.

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por año (**Fig. 44**), muestra la presencia de dos grupos, con niveles de similitud superiores al 60%. El primer grupo está compuesto por los cruceros realizados durante el 2001, 2002, 2005 y 2007, caracterizados por altos niveles de merluza de tres aletas y una menor cantidad de especies componentes de la fauna acompañante. En tanto que el segundo grupo formado por los cruceros realizados durante el 2003, 2004, 2006, 2008 y 2009, se caracterizaron por una mayor importancia de merluza de cola y merluza del sur, además del aumento el numero de especies de fauna acompañante.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 45**), se observar una agrupación formada por merluza de tres aletas, merluza de cola, merluza del sur y reineta, estableciéndose como componentes faunísticos principales en la zona de estudio para todo el periodo, mientras que los demás componentes de fauna asociada se presentan como entidades mas o menos individuales (**Fig. 45a**). 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. 45b**), las que siempre se constituyen como especies principales.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado obtenido del análisis de clasificación, entrega un $\mathbf{R} = \mathbf{0.456}$ (*p-value* = 0.021), evidenciando que las dos agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas.



5.5.4 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2009, analizada por zona.

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por año y zona (Fig. 46), muestra la presencia de cinco 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 las tres merluzas y cojinova moteada. El tercer grupo, conformado por los cruceros realizados durante el 2003, 2004, 2008 y 2009, en donde se aprecian similitudes en las tres zonas, destacándose la similitud entre las tres zonas en los años 2008 y 2009 y dos de las zonas del año 2004. Este grupo se caracterizó por la presencia mayoritaria de las tres merluzas y la incorporación de reineta principalmente. El cuarto grupo estuvo formado por todas las zonas del crucero realizado en el 2006, el que se caracteriza por la presencia de las tres merluzas, en especial de merluza de cola, y de la presencia de reineta y cojinova del sur. Finalmente, el quinto y último 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 cojinova moteada.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 47**), se mantiene la cercanía de las tres merluzas y la reineta, estableciéndose como componentes faunísticos principales en las tres zonas establecidas y para todo el periodo analizado, mientras que los demás componentes de fauna asociada se presentan más bien como entidades individuales (**Fig. 47a**). Además se aprecia un alto grado de correlación entre los cruceros estudiados por zona, con las tres especies de merluza capturadas en la



zona de estudio (**Fig. 47b**), las que se mantienen como especies principales, en toda el área de estudio.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado obtenido del análisis de clasificación, entrega un $\mathbf{R} = \mathbf{0,71}$ (*p-value* < 0,001), evidenciando que las cinco agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas.

5.5.5 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2009, analizada por veril.

Por último para el análisis de la serie histórica por veril, la clasificación por conglomerados por año y veril (**Fig. 48**), 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 similaridad 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 3 y 4 (201 y 300 m), los que se caracterizan por la mayor presencia de merluza de tres aletas y merluza de cola, y de reineta en menor cantidad. El tercer grupo, conformado por los cruceros realizados durante el 2004, 2006, 2008 y 2009, en donde se aprecian similitudes en un amplio rango de veriles. Este grupo se caracterizo por la presencia mayoritaria de las tres merluzas, en especial merluza de tres aletas y merluza de cola. La cuarta agrupación se conforma solo con el crucero realizado el 2006, año que tuvo gran similaridad en la gran mayoría de sus veriles, los cuales se caracterizaron por la gran contribución de la merluza de cola y merluza de tres aletas, además de la presencia de reineta y cojinova del sur en menor participación. El quinto grupo representado por los cruceros realizados durante 2001, 2002, 2003, 2005 y 2007, y que manifiesta similitudes en varios rangos de veriles, en su mayoría menores



al veril 4. Se destaca la similaridad en el crucero del año 2002 en los veriles del 2 al 4, y del crucero del año 2007 en los veriles del 1 al 3. Este grupo se caracteriza por la presencia mayoritaria de merluza de tres aletas. La sexta agrupación esta formada solo por los veriles 1 y 2 del crucero del año 2008, y esta caracterizada por la presencia casi exclusiva de merluza de cola. El séptimo grupo esta formado por los veriles 2 del crucero del año 2004 y el veril 5 y 6 del crucero realizado el 2005. Este grupo se caracteriza por el aporte mayoritario de merluza de cola y de merluza del sur en menor cantidad. El octavo y grupo final, esta formado por los veriles 4 y 5 del crucero realizado el año 2001, caracterizándose por la presencia mayoritaria de merluza del sur y de merluza de cola, además de un pequeño aporte de cojinova moteada.

Por último y a partir del análisis de ordenación (**Fig. 49**), se mantiene la cercanía de las tres merluzas y la reineta, estableciéndose como componentes faunísticos principales en los veriles establecidos, para todo el periodo analizado, manteniéndose los demás componentes de fauna más bien como entidades individuales (**Fig. 49a**). 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. 49b**), las que se mantienen como especies principales.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado obtenido del análisis de clasificación, evidencia diferencias estadísticas entre las agrupaciones resultantes, obteniéndose un $\mathbf{R} = \mathbf{0.809}$ (p-value < 0.001).



5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas

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 19** 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 79 agregaciones La **Tabla 20** entrega los valores promedio y los CV para la serie histórica 2003-2009 de los mismos descriptores.

a) Descriptores morfológicos

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron un largo promedio de 579 metros con un rango de variación, que fluctuó entre los 18 m y los 2.652 m (CV 0,99). La distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, presenta una orientación hacia el sector izquierdo de la curva, con moda en el rango de los 100 m (**Fig. 50**). El alto promedio fue de 23 m, con un rango entre 8 y 132 m (CV 0,68) La distribución de frecuencia del descriptor alto centra la moda en el rango de 16 m (**Fig. 51**). La relación de aspecto o elongación fluctuó entre 1 y 77 (CV 0,74) presentando un valor promedio de 25. La distribución de frecuencia presenta una moda principal en el valor 5, con valores altos hacia el sector izquierdo de la curva (**Fig. 52**).

El perímetro presentó un promedio de 1.682 m y un rango de distribución con valores entre 96 m y 6.948 m (CV 1,42). La distribución de frecuencia del perímetro presenta una moda en el rango de los 500 m (**Fig. 53**). El área de las agregaciones presentó un amplio rango de variación entre 188 y 4324.997 m² (CV 1,19) con promedio en



18.304 m². La distribución de frecuencia del área muestra una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con moda en el rango de 2.500 m² (**Fig. 54**). La dimensión fractal alcanzó un valor promedio de 1,29 reflejando una tendencia general a formar agregaciones bine definidas en los bordes. El valor mínimo fue de 1,0 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,59 (CV 0,09). La distribución de frecuencia es de tipo normal y con moda en el valor 1,20 (**Fig. 55**).

b) Descriptores batimétricos

Las agregaciones de merluza de tres aletas se distribuyeron en profundidades entre los 72 y 354 m en la columna de agua (CV0,22) presentando una profundidad promedio de 221 m. La distribución de frecuencia presenta una moda centrada en los 220 m (**Fig. 56**). El fondo marino fluctuó entre los 143 y 707 m (CV0,32) resultando en promedio 301 m. La distribución de frecuencia del fondo se orienta hacia la izquierda de la curva con moda en los 275 (**Fig. 57**).

El Índice de altura permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, el valor promedio fue de 23%, con valores que fluctuaron entre el 2 y el 78% del fondo (CV 0,77). La distribución de frecuencia registra una moda principal en el 5% y otra en el 35% (**Fig. 58**).

Los valores de la pendiente del fondo donde fueron detectadas las agregaciones variaron entre 0,2° y 41° con un promedio de 7°. La distribución de frecuencia registra una moda en los 5° de pendiente (**Fig. 59**)

c) Descriptores de energía

Los valores de energía acústica fluctuaron entre los 120 y 124.645 S_A con un promedio de 6.506 S_A , la distribución de frecuencia presenta una moda en el



rango de los 1.000 S_A (**Fig. 60**). La densidad acústica medida en S_A/m^2 , varió entre 0,01 y 7,0 con promedio de 0,8 S_A/m^2 mientras que la distribución de frecuencia se presentó muy orientada hacia el sector izquierdo con la moda en el primer rango de 0,1 S_A/m^2 (**Fig. 61**).

5.6.2 Descriptores según latitud

Los resultados obtenidos al separar las agregaciones detectadas por rango de latitud se entregan en la **Tabla 21.** 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°00' hasta los 47°59,99'. El mayor número de agregaciones se ubicó en la latitud 47° con 34 detecciones, disminuyendo en cantidad hacia el sur, con 27, 13 y 5 observaciones para las latitudes 48°, 49° y 50°, respectivamente

A fin de normalizar las distribuciones de frecuencia, se aplicó Logaritmo Natural (LN+1) a la base de datos. La aplicación del test de Kolmogorv-Smirnov para corroborar normalidad en las distribuciones, arrojó como resultado el rechazo de normalidad solamente para la distribución de la densidad de agregaciones, por lo que para este descriptor se utilizó el test de Krustal-Wallis. La **Tabla 22** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud.

De acuerdo a la ANDEVA realizada, los descriptores morfológicos: alto, y dimensión fractal no presentan diferencias significativas entre latitudes. El largo de agregaciones presenta una tendencia creciente ante aumentos de latitud, con el menor valor promedio en la latitud 47º aumentando progresivamente hacia el sur. El alto presenta valores promedio similares con un leve aumento en el valor promedio en la latitud 49º. La elongación presenta la misma



tendencia que el largo, un mínimo en la latitud 47° con leves aumentos hacia el sur. (**Fig. 62**). El perímetro y el área presentan similares tendencia que el largo y elongación, con aumentos progresivos desde la latitud 47° hacia el sur con el máximo valor promedio de perímetro en la latitud 50° y el máximo promedio del área en la latitud 49°. La dimensión fractal por su parte mantiene similares valores en toda el área de estudio (**Fig. 63**).

Respecto a las variables batimétricas, la profundidad del fondo y la pendiente no presentan diferencias significativas entre latitudes. La profundidad promedio de las agregaciones presenta su menor valor en la latitud 47° (194 m), siendo esta latitud la que genera las diferencias, ya que en el resto del área la profundidad promedio se mantiene similar y cercana a los 250 m. La profundidad del fondo se mantiene cercana a los 300 m en toda el área de estudio, mientras que el índice de altura presenta su mayor valor en la latitud 47° seguida del valor en la latitud 49°. Nuevamente se observa el menor valor de índice de altura en la latitud 50°, situación observada en años anteriores (**Fig. 64**). La pendiente del fondo presenta su menor valor en la latitud mas al sur (50°), presentando una tendencia muy similar a la observada en el índice de altura (**Fig. 65**).

El valor de S_A promedio presento un máximo en la latitud 48° seguida de la latitud 47° y valores bastante menores en las latitudes 49° y 50°, mientras que la densidad acústica presentó su mayor valor promedio en la latitud 47°, dado el menor valor de área registrada en dicha latitud, posteriormente disminuye gradualmente hacia latitudes más altas (**Fig. 65**).



5.6.3 Descriptores según rango de fondo

La **Tabla 23** 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 dos detecciones con profundidad del fondo mayor a 499 e iguales a 644 y 707 m, respectivamente. El mayor número de agregaciones fue detectado en el rango de fondo de 200 m (38 detecciones) seguido del rango de 300 m (25 detecciones) y de 400 m y 100 m con 9 y 7 detecciones, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza según rangos de fondo, se entrega en la **Tabla 24**, en ésta se aprecia que sólo las variables dimensión fractal y densidad acústica no presentaron diferencias significativas en los diferentes rangos de fondo, rechazando la similitud en el resto de los descriptores.

El largo de agregaciones presenta su mayor valor promedio (793 m) en el rango de 200 m y el menor (188 m) en el rango de 100 m, en los rangos de 300 y 400 m de fondo registra promedios de 360 y 590 m, respectivamente. El alto de agregaciones presenta su mínimo en el menor rango de fondo (100 m) para luego aumentar conforme aumenta el fondo y estabilizarse a mayores profundidades. La elongación presenta tendencia parecida al largo, con un máximo en el rango de 200 m seguida del rango de 400 m (**Fig. 66**).

Las agregaciones de menor tamaño se ubicaron en el rango de 100 m con los menores valores promedio de perímetro y área. El tamaño de las agregaciones tiende a aumentar y mantenerse estable en fondos superiores, observándose las mayores valores promedio en el rango de fondo de 200 m. La dimensión fractal se mantiene a niveles similares en todos los rangos de fondo (**Fig. 67**.



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. 68**) en donde se aprecia que éste descriptor aumenta a medida que aumenta el fondo desde el rango de 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, presenta un bajo nivel de inclinación promedio hasta el rango de los 200 m, a contar de los 300 m y aumentando la profundidad del fondo, la inclinación aumenta dada la caída del talud continental (**Fig. 68**).

Los descriptores de energía S_A y densidad acústica presentan su menor valor en el rango de 100 m. El mayor valor de S_A promedio se registró en los 400 m, seguido del rango de fondo de 200 m, rango en que dado el mayor número de agregaciones, es el de mayor concentración. Aun cuando la densidad acústica no presenta diferencias significativas, los valores promedio de este descriptor varían de menor a mayor densidad desde los rangos de menor profundidad a los de mayor profundidad, con un máximo en el rango de 400 m (**Fig. 69**).



5.6.4 Descriptores según pendiente del fondo

La **Tabla 25** 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, el rango 15° incluye los fondos con pendientes entre 10° y 15°, mientras que el último rango de 20° incluye todas las pendientes mayores a 15°, este ultimo rango es más amplio que el resto dado el bajo número de datos en el mismo (6 observaciones), e incluye el valor máximo registrado de 41°

El mayor número de observaciones se registró en la zona de menor pendiente (<5°) con 39 detecciones, para disminuir el número de registros a 21, 13 y 6 en los rangos siguientes de fondos con mayor pendiente, respectivamente.

La **Tabla 26** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por rango inclinación de la pendiente del fondo. Los descriptores largo, alto, perímetro, área, dimensión fractal profundidad de agregaciones, S_A y densidad acústica no presentaron diferencias significativas entre rangos inclinación de la pendiente del fondo.

A pesar del análisis estadístico, se observa que en promedio el largo de las agregaciones presenta sus valores máximos en fondos con inclinaciones de hasta 10°, luego ante aumentos en la pendiente el largo disminuye para presentar un mínimo en fondos con inclinación sobre 20°. El alto presenta valores estables y variando entre 20 y 26 m. La elongación presenta la misma tendencia observada en el largo de agregaciones disminuyendo su valor promedio ante aumentos en la pendiente (**Fig. 70**).



Las variables perímetro y área presentan visualmente una tendencia similar ante cambios en la inclinación del fondo, agregaciones de mayor tamaño hasta un máximo de 10° de inclinación para después disminuir en fondos mas abruptos o inclinados mientras que los valores de la dimensión fractal se presentan similares en todos los rangos de inclinación observados (**Fig. 71**).

La profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas ante cambios en la pendiente del fondo, manteniéndose estable en el rango entre 200 y 300 m de profundidad. La profundidad del fondo muestra una tendencia a presentarse con mayor pendiente en fondos mas profundos, mientras que el índice de altura muestra su menor valor en los fondos con menos pendiente, en fondos con inclinaciones sobre 10° las agregaciones tienden a estar mas separadas el fondo marino (**Fig. 72**).

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 inclinaciones menores a 10° , decayendo en fondos con pendientes mas inclinadas. La densidad de las agregaciones presenta el mayor valor promedio o agregaciones mas densas en sectores con fondos entre 5° y 10° de inclinación (**Fig. 73**).

5.6.5 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 19** 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: alto-área, largo-perímetro, largo-elongación, largo-área, elongación-perímetro y fondo - índice de altura, respectivamente (**Tabla 27**).

Se realizó una aplicación exploratoria del ACP utilizando diferentes combinaciones de variables como activas a fin de alcanzar un valor aceptable de la medida de suficiencia de muestreo (MSA), compatibilizado con un buen porcentaje de explicación de la varianza. El mejor valor de la MSA se logró con la exclusión de las variables dimensión fractal y profundidad del fondo, alcanzando un valor de MSA igual a 0,67 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 83,1% es importante señalar que valores de MSA sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicación de un análisis factorial (Hair *et al.*, 1999).

La **Tabla 28** 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 4 componentes cumplen la condición, explicando en conjunto el 83,1% de la variabilidad total. Se procedió a aplicar una rotación varimax a los ejes lográndose como resultado que el componente 1 aporte con un valor propio de 3,7 explicando el 37,2% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,2 y explicando el 21,6% de la variabilidad, los componentes 3 y 4 presentan valores propios de 1,4 y 1 explicando el 14,3% y el 10,0\$ de la variabilidad, respectivamente.

La **Tabla 29** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, elongación y perímetro



presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, mientras que el segundo componente se relaciona fuertemente con el alto, área e índice de altura. El tercer componente relaciona las variables de energía: densidad acústica y S_A, mientras que el cuarto componente asocia a las variables profundidad de agregaciones y pendiente.

La representación gráfica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **Figura 74**. En ella se aprecia la asociación proporcional y positiva entre las variables largo y perímetro. También es clara la asociación positiva entre el alto y el área, implicando que aumentos en una generan aumentos en la otra. En otro cuadrante se observa una leve asociación entre las variables índice de altura y pendiente del fondo, reflejando lo observado respecto al aumento de la variable índice de altura ante aumentos de la pendiente del fondo hasta inclinaciones de 10°, implicando que las agregaciones se mantendrían en su profundidad ante aumentos en la pendiente, lo que se corrobora al observar el gráfico del fondo marino con la pendiente del fondo, el cual presenta la misma tendencia, resultando una de las características de las agregaciones de esta especie: mantenerse en su profundidad ante aumentos en el fondo marino (**Fig. 61**)

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

En el presente estudio se analizaron en laboratorio 1.052 estómagos de merluza de tres aletas, de los cuales 604 (57,41%) se encontraron vacíos y sólo 448 estómagos (42,59%) presentaban contenido estomacal. Los contenidos se encontraban en su mayor parte digeridos (68,8%), (**Tabla 30**).



El número de estómagos analizados durante 2009, alcanzó un valor intermedio, siendo 2001 el año de mayor número de muestras analizadas con 2.575 individuos y 2007 el año en que se obtuvo un menor número de muestras para análisis con sólo 248 muestras. A pesar de esto, hubo mayor en porcentaje de estómagos con contenido en aquellos años en que la muestra fue menor, exceptuando el 2009 en que se alcanzó el mayor porcentaje de estómagos con contenido. Una comparación con estudios realizados en años anteriores se muestra en la **Tabla 31**.

Como se puede observar en la **Tabla 30**, un alto porcentaje de los estómagos, (68,8%), presentó su contenido en un estado de digerido y semidigerido (31%), sólo fue posible identificar los restos presentes a nivel de grandes grupos como restos de teleósteos, restos de crustáceos etc., no siendo posible su identificación a niveles taxonómicos menores. La **Tabla 32** muestra los resultados de los diferentes indicadores numérico, gravimétrico y de frecuencia de ocurrencia para el año 2009.

Estos descriptores cuantitativos permitieron calcular el Índice de Importancia Relativa (%IIR) para cada ítem presa durante 2009. Se puede observar que la mayor presencia estuvo dada por restos de crustáceos (58,87% de IIR), seguido por restos de peces (30,52% de IIR) y huevos de teleósteos (10,51%). Los demás ítems como restos de gelatinosos y restos de cefalópodos presentan una presencia casi marginal con 0,09% y 0,0004%, respectivamente (**Tabla 33**).

En la **Tabla 33**, para fines de comparación con cruceros de años anteriores, se ha considerado el ítem peces teleósteos en conjunto con los huevos de teleósteos lo que suma un 41% de IIR en el período 2009. Los restos de zooplancton gelatinoso y restos de cefalópodos presentan valores muy inferiores a los dos ítems principales, por lo cual han sido considerados como ítems secundarios y accidentales, respectivamente, en este período de estudio.



Se observa que entre el año 2002 y 2007 la importancia de los crustáceos fue alta (entre 81 y 94 % IIR), bajando notoriamente durante el 2008 a un 28% y recuperándose durante el presente período en que se obtiene casi un 60% de IIR. En los años mencionados, la presa principal dentro de los crustáceos fueron los eufáusidos, el año 2008 la presa principal fueron los peces teleósteos, los que presentan el mayor valor de IIR para ese período (71,86% IIR).

En los años 2001, 2002 y 2004 se registró la presencia de otros crustáceos zooplanctónicos en la dieta de la especie objetivo, como camarón (*Pasiphaea*), anfípodos y copépodos. Se debe destacar que durante el 2001 se registró la mayor diversidad en la dieta, resaltando la presencia de la subclase Salpida (16% IIR), y del orden Siphonophorae, ambos pertenecientes al zooplancton gelatinoso (*Tabla 33*). En el 2005 y 2007, vuelven a aparecer individuos de la subclase Salpida, registrándose un %IIR de 8,67%, valor menor al registrado durante el 2001. Debido al avanzado estado de digestión presentado por el contenido durante el período 2009, no es posible determinar la variedad de ítems específicos en la dieta pero la presencia de zooplancton gelatinoso fue notoriamente menor durante el presente año. Durante el mismo periodo, se mantiene una relativamente baja proporción de estómagos con contenido presentándose casi un 60% de estómagos vacíos.

Los valores de %IIR, fueron comparados con resultados de años anteriores para cada taxón de presa (**Tabla 34**). Si bien se observa que entre los años comparados la presa principal fueron los eufáusidos, cuyo %IIR varía entre 40% y 95%; el año 2008 presenta teleósteos con el mayor valor de IIR (71,86% IIR). La dieta de la merluza de tres aletas en los años 2008 y 2009 carece de algunos componentes zooplanctónicos como salpas y sifonóforos presentes en los años anteriores; sin embargo, dentro del grupo de los crustáceos, cuyo avanzado estado de digestión no permitió realizar una identificación mas precisa de dichos



organismos, se puede presumir la presencia de elementos zooplanctónicos de frecuente aparición como es el caso de los eufáusidos.

El %IIR comparado a nivel de grandes grupos con resultados de cruceros desde el año 2001, muestra los cuatro grupos taxonómicos que están siempre presentes como componentes del contenido gástrico de merluza de tres aletas en la zona de estudio durante los meses de Agosto y Agosto-Septiembre (**Tabla 35**).

La estrategia alimentaria estimada a través del índice Q de Hureau indica que el ítem de mayor preferencia serían los crustáceos, seguido por los peces teleósteos (en estado digerido) con un valor de Q > 200, quedando en un nivel secundario los huevos de teleósteos y el zooplancton gelatinoso como presas accidentales (**Tabla 36**).

A través del método gráfico de Admundsen *et.al.*, (1996), basado en el porcentaje de frecuencia-ocurrencia versus el porcentaje de abundancia de los ítems del contenido reunidos en grupos taxonómicos, se puede observar que el ítem crustáceos es el más importante tanto en frecuencia como en abundancia en el contenido, en tanto que los peces muestran una abundancia y frecuencia visiblemente menor (**Fig. 75**).

En la **Figura 76**, se presenta el mismo análisis considerando los años entre 2005 a 2009; en este caso sólo se destacan los años en que el ítem presenta un grado relevante en el grafico ,observándose un aumento en et ítem crustáceos respecto al 2008 y una disminución importante en el ítem teleósteos en comparación al mismo año



5.8 Taller de difusión y discusión metodológica

El proyecto contemplo la realización de un taller de difusión y discusión metodológica de los resultados, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería. En concordancia con lo requerido en los términos básicos de referencia, el Taller se efectuó el día 19 de marzo de 2009 en el auditorio "Marcos Espejo Vidal", del Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, al cual asistieron 21 personas provenientes de diversos ámbitos: institucional, investigación y universitario El Taller se organizó según la siguiente Agenda:

TALLER PRESENTACIÓN RESULTADOS:

Proyecto FIP N° 2009-11

"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2009".

AGENDA TALLER

Valparaíso, viernes 19 de marzo de 2009.

10:00 h Bienvenida a los asistentes y antecedentes del proyecto. Sr. Álvaro Saavedra

10:15 h Metodologías y resultados del proyecto.

- -Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza tres aletas. (Alvaro Saavedra, 15')
- -Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas. (Renato Céspedes y Vilma Ojeda, 30')
- -Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. (Eduardo Díaz, 15')

11:15 h Coffe-break

- -Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a la merluza de tres aletas. (Marcelo San Martín, 15')
- -Caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio. (Álvaro Saavedra, 15')
- -Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio. (Patricia Rojas, 15')

12:15 h Discusión de resultados.

13:30 h Cierre taller.



Resúmenes de las presentaciones

⇒ Principales antecedentes de la distribución y pesquería de merluza de tres aletas y estimación de la biomasa y abundancia del recurso.

La primera exposición a cargo del Ingeniero Pesquero y Jefe de proyecto, Sr. Álvaro Saavedra, presentó los antecedentes de la especie y del proyecto junto a la metodología aplicada. Seguido, se expusieron los resultados de biomasa y abundancia del stock de merluza de tres aletas que alcanzaron estimados de 113.730 toneladas y 174,23 millones de ejemplares, respecto al 2008 estos valores presentaron un incremento de un 22% para la biomasa y un 63% para la abundancia. En cuanto a la distribución espacial del recurso y su situación en el periodo de estudio, se mostró una amplia distribución de la especie en la zona de estudio, con la principal concentración al centro norte del área y un CG de 48°05'LS, detectándose un recurso en plena actividad reproductiva próximo a iniciar desove masivo.

⇒ Edad del stock de merluza de tres aletas

La Sra. Vilma Ojeda, Ingeniero pesquero, presentó la metodología de identificación de los grupos de edad a través de las muestras de otolitos de merluza de tres aletas y los resultados obtenidos de los análisis de estructura de la abundancia por talla y grupo de edad entre los años 2001-2009 y gráficos de estados de madurez versus grupo de edad, Concluyendo con esto que los estimados de abundancia (número) están compuestos en mayor proporción por machos en un 74% (128,6 millones de ejemplares) y que los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los GE III en machos y hembras. En cuanto a los resultados de las relaciones longitud- peso en



un análisis histórico, señalo que el recurso mostró pesos promedios por talla levemente menores a los observados en los años anteriores, en la época de desove. Y por ultimo durante el 2009, el área de estudio, en la época de desove, reflejó como grupos modales al GE V en machos y grupos modales de mayor edad en hembras GE V y XIV.

⇒ Composición de talla del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, 2008.

Las principales conclusiones expuestas por el Biólogo marino Sr. Renato Céspedes señalan que para el área y periodo de estudio la estructura de talla registrada fue principalmente de individuos adultos y una forma bimodal, siendo la talla adulta promedio de 49 cm, con un predominio en biomasa (peso) de machos (69%) y escasa presencia de juveniles. Históricamente, entre los años 2007-2009 se registro un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm y un leve aumento de adultos de menor talla entre 34-49 cm, en consecuencia 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.

⇒ Índice gonadosomático, estadios de madurez microscópicos, ojiva de madurez y fecundidad.

El Biólogo marino, Sr. Eduardo Díaz describió aspectos metodológicos aplicados y expuso resultados relacionados al Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. Las



principales conclusiones son que la condición de madurez de la merluza de tres aletas mostró un proceso reproductivo en desarrollo, asociado a un aporte masivo de hembras en desove activo, sin presentar evidencias que indicara la declinación del período reproductivo, señalando así también que la talla promedio de primera madurez sexual es de 37,3 cm de longitud total y que la fecundidad total promedio fue de 297.329 ovocitos y la fecundidad relativa de 314 ovocitos, valores que se ubicaron por debajo de los estimados en años anteriores.

⇒ Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), en su unidad de pesquería.

De acuerdo a lo expuesto por Biólogo marino, Sr. Marcelo San Martin, los recursos merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza austral, componen alrededor del 99% de la fauna asociada a la zona de estudio, distribuyéndose el 85% de esta en una franja batimétrica de 200 m, localizada entre los veriles de 100 m y 300 m. En cuanto a la fauna acompañante para esta especie, merluza de cola compone el 87% de ésta, seguida en importancia por merluza del sur (7,9%) y reineta (2,1%). En un análisis multivariado se detectaron diferencias interanuales en la importancia y participación de las especies que forman parte de comunidad demersal sur austral. No obstante, la fauna acompañante de merluza de tres aletas esta restringida a unas pocas especies, siendo generalmente las tres especies de merluza las más influyentes de la comunidad.



⇒ Caracterización y análisis de las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.

A cargo del Ingeniero pesquero, Sr. A. Saavedra que expuso los aspectos estadístico-descriptivo de las variables que caracterizan a las agregaciones e involucradas en el análisis, referidas a rangos de fondo, referencia geográfica latitudinal y tipos de fondo, concluyo principalmente que: Se observó una tendencia a formar agregaciones de mayor tamaño hacia el sur del área de estudio, las cuales están mas cercanas al fondo y en zonas de menor pendiente, en tanto las agregaciones que presentaron sus mayores valores de energía se detectaron al norte del área de estudio. Por otra parte señala que esta especie tiende a mantenerse en su profundidad, independientemente del fondo o de los aumentos de pendiente, sin embargo existe la tendencia clara a ocupar zonas con pendientes menores a 15°. En un análisis histórico se mantiene la tendencia en los últimos años a la disminución de los parámetros morfométricos, sin embargo par el año 2009 las agregaciones presentaron un aumento considerable de los valores de S_A promedio respecto a la serie 2006-2008.

⇒ Determinación de la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio

Por ultimo, la Srta Patricia Rojas de acuerdo a los resultados obtenidos indico, que la merluza de tres aletas es una especie zooplanctófaga, con una dieta preferentemente del tipo carcinófaga, y en segundo término con un comportamiento ictiófago importante. En consecuencia, se confirma la tendencia generalista y oportunista de merluza de tres aletas, la que se alimenta de los ítems que se encuentran en mayor cantidad en el ambiente o que están más disponibles a la hora de la alimentación.



⇒ Principales Observaciones

Ante una observación del jefe de proyecto respecto a la perdida en ganancia observada en el transductor en una serie de tres años, el Sr. Luis Adasme consulta sobre la incidencia de este factor en los resultados de la evaluación. El Sr. Saavedra contesta que de no calibrarse el equipo significaría en reducciones de la densidad acústica estimada, pero como siempre antes del crucero se procede a calibrar el equipo la diferencia debiera ser cero.

El Sr Ignacio Paya consulta sobre la posibilidad de ampliar la zona de estudio al sur de la latitud 51°, considerando la característica migratoria de la especie y la posibilidad de que haya una fracción del stock que no esté siendo considerara. El Sr. Saavedra contesta que dado los antecedentes históricos y los resultados obtenidos referidos a los CG o centro de concentración del recurso v/s períodos de realización del crucero y considerando además los índices gonadosomáticos observados en los mismos períodos, las señales apuntan a que el mejor período para realizar la evaluación es justamente la segunda quincena de agosto, período donde el recurso siempre se ha concentrado principalmente al norte de la latitud 50°, destacando que el único año que el CG se ubicó mas al sur (LS 50°10') fue el año 2004, año en que el crucero se realizo la primera quincena de septiembre, lo cual confirmaría los argumentos para realizar el crucero en el área y período que se realiza.

El Sr Jorge Castillo consulta si hay diferencias en la pesquería comercial referido a la participación de machos y hembras, dado el alto valor de machos registrado en el crucero. El Sr. Renato Cespedes contesta que en la pesquería comercial se observó también un importante aporte de machos del orden del 58%, menor al registrado en el crucero el cual fue del orden del 69%, el Sr. Saavedra complementa diciendo que esta diferencia se debe probablemente a la diferencia



en las estrategias de pesca comercial y de investigación, dado que en el primer caso el esfuerzo de pesca se orienta sobre un área de concentración en particular y en un veril, mientras que en la pesca de investigación se intenta abarcar toda el área de estudio.

El Sr. Enrique Gutiérrez consulta sobre la influencia de la red en la importancia de la fauna acompañante, dado el bajo número de especies que participan en este ítem, consulta referida específicamente a la altura de la boca. El Sr. San Martín contesta que al parecer no tendría mayor influencia dados los resultados obtenidos en este ítem en la serie histórica 2001-2009, en donde se ha trabajado con redes pequeñas que abren 40 m y también con redes comerciales de abertura horizontal de 80 m. El bajo número de especies se explicaría por el alto grado de concentración que presenta este recurso durante el período de desove, resultando varios lances con captura monoespecífica. El Sr. Sergio Lillo complementa que antes de iniciar los cruceros de investigación el 2001, se operó con redes aun mayores y la fauna acompañante no presentó diferencias en su composición.

El resto de las consultas y observaciones fueron de carácter general y referidas a la factibilidad de incorporar e implementar variables bio-oceanográficas en la toma de datos, ya que estas ampliaran las alternativas de análisis y al mismo permitirían caracterizar al recurso y sus condiciones desde un punto de vista ecosistémico.



Nómina de asistentes al Taller:

Asistentes al Taller de presentación de Resultados:

NOMBRE	INSTITUCIÓN			
Álvaro Saavedra	IFOP			
Carolina Lang	IFOP			
Dario Rivas	SUBPESCA			
Eduardo Diaz	IFOP			
Elson Leal	IFOP			
Enrique Gutierrez	PESCACHILE			
Esteban Molina	IFOP			
Fernando Balbontin	CEPES			
Francisco Contreras	IFOP			
Sylvana Maluje	UNIVERSIDAD DE VALPARAISO			
Gabriela Silva	UNIVERSIDAD DE VALPARAISO			
Héctor Torruella	EMDEPES			
Hernan Miranda	IFOP			
Jorge Castillo	IFOP			
Juan C. Saavedra	IFOP			
Luis Adasme	IFOP			
Marcelo San Martin	IFOP			
Michell Dapremontt	FIP			
Patricia Rojas	PUCV			
Renato Céspedes	IFOP			
Satoshi Kaneda	EMDEPES			
Sergio Lillo	IFOP			



6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el presente estudio, se estimó un valor de biomasa igual a 113.730 toneladas de merluza tres aletas, con un intervalo de confianza entre 96.845 y 130.616 toneladas. Valor obtenido con el método geoestadístico ya que entregó el menor CV Esta estimación de la biomasa significa un incremento del 22% respecto al 2008, y un importante incremento en la abundancia del 63%.

El mayor incremento porcentual de la abundancia respecto al de biomasa este año, se puede explicar principalmente por dos factores; 1) el menor peso promedio total de los individuos, y especialmente por 2) la importante componente de machos en la proporción sexual (69%), los que representan individuos de menor tamaño y peso que las hembras registradas en los muestreos. La talla media ponderada de los machos y hembras fue de 47,6 y 53,2 cm, respectivamente, los que significan individuos de 623 g y 894 g, respectivamente. La talla media ponderada de machos y hembras en conjunto alcanzó los 49,4 cm, implicando un peso promedio total de 703 g, notablemente menor al observado en el crucero de evaluación del año anterior (1007 g). La distribución de frecuencia de longitudes registrada en el crucero, refleja la diferencia observada entre machos y hembras registrando los primeros una moda en los 45 cm y las hembras moda en los 55 cm.

Considerando la serie histórica 2001-2009, 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. 77**), este año a pesar del aumento del 22% en la biomasa, no se alcanza los niveles pico de este recurso logrados en la serie 2001-2003 y el año 2005, cercanos a las 180.000 toneladas. Sin embargo contrasta lo anterior el 63% de aumento observado en la abundancia del recurso, la cual sí llega a niveles cercanos a los estimados anteriormente en la misma serie de años. Esto



sumado a la consistencia observada año a año en la estructura de edad de merluza de tres aletas, donde las clases anuales son fácilmente observables, manteniéndose éstas en el tiempo, indicaría señales de buena salud del recurso.

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 y 2009), al conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (esteoeste) y más extensas longitudinalmente.

El recurso fue detectado principalmente en el sector centro del área, levemente desplazado al norte entre las latitudes 48°20' LS y 48°40' LS, con un foco secundario al norte del área, entre las latitudes 47°00' LS y 47°20' LS, 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 en el 2009, como también en los ocho cruceros de investigación realizados en los años 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 (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), mantiene la característica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, confirmando la presencia en el área de estudio de la fracción adulta (50 a 65 cm) migratoria 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).

La alta presencia de fracciones adultas en los nueve años de estudio confirma en gran medida la estabilidad temporal del proceso migratorio de esta especie, aspecto que ha sido mencionado por otros estudios anteriormente (Lillo *et al.* 1999, 2002, 2004 y 2005; Córdova y Céspedes, 1997, Céspedes *et al.* 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009; Córdova *et al.*, 2003). No obstante, esta estabilidad se presenta principalmente en la estructura de las hembras, que respecto de los machos, quienes junto con presentar la moda adulta principal, también muestran presencia de otras modas secundarias de adultos de menor talla, como por ejemplo modas entre 38-49 cm.

En la estructura del año 2009 se resalta que también se registró una importante presencia en el área de desove de una fracción de adultos de menor tamaño entre 38 y 49 cm que podrían también estar participando y aportando al proceso reproductivo. Esta fracción también se registró en los años 2007 y 2008, pero en menor presencia (modas secundarias) respecto a la moda adulta de mayor talla (50-65 cm, Saavedra *et al.* 2008, Saavedra *et al.* 2009).



Lo anterior muestra cambios en la estructura de talla del recurso en estos últimos tres años, en donde la fracción adulta migratoria mayores de 50 cm gradualmente ha registrado un descenso en su participación en la composición de talla en el área de estudio, pasando de 75% en el año 2007 a 66% en el 2008 y 49% en el 2009. En cambio, la fracción adulta de menor talla entre 34 y 49 cm ha registrado un aumento gradual en su presencia, de 24% en el 2007 a 34% en el 2008 y 48% en el 2009. El descenso en la presencia de ejemplares mayores a 50 cm podría estar indicando alguna señal de menor ingreso o disminución de ejemplares adultos de mayor talla, y principalmente en la fracción de las hembras, que en el año 2009 tuvieron 31% de participación en las capturas del presente estudio; siendo un registro menor que los registrados en el año 2007 (51%) y 2008 (47%). Por otro lado, el aumento en la presencia de adultos de menor talla, podría indicar un pulso de ingreso al stock desovante, señal positiva al stock desovante del recurso.

El rango de edades observado abarca desde el GE I hasta el GE XXIV. Las modas principales en el stock desovante 2009 se presentaron en el GE V, adultos considerados jóvenes dada la estructura de la Serie Histórica de Cruceros de Investigación y en la Pesquería misma. En hembras, la estructura también presentó de forma destacada grupos de mayor edad como lo son los GE XIV.

Históricamente se ha podido apreciar en el tiempo la fuerza de diferentes clases anuales y en la actualidad son los peces nacidos en el año 2004 y 1998 grupos relevantes en la estructura junto con las clases nacidas a fines de los '80 que son quienes está conformando un importante grupo XX+ en la actualidad (moda principal). En estos nueve 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 mantiene 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.

La estructura de edades en el año 2009 presentó una elevada participación de peces de GE V, que habían sido registrados en el año anterior.

Si bien la flota pesquera explota el stock adulto, los cruceros de evaluación cuando se realizan en el período de pleno desove, reflejan una estructura aun más concentrada hacia los adultos mayores, presentando un número de clases de edad que se mantienen con el paso del tiempo, lo que entrega signos de una población que mantiene sus grupos de edad.

A modo general se señala que es deseable profundizar en el estudio de las migraciones que puedan proporcionar mayores antecedentes de la conducta de este recurso en el cono sur. Una posibilidad de conocer aspectos de interés como los lugares de nacimiento hasta las migraciones es estudiando esta temática a través de la microquímica de los otolitos, para lo cual se requiere contar con la priorización de estudios y fondos que destine la autoridad pesquera.

Respecto a los indicadores reproductivos, éstos mostraron que el recurso se encontró en un proceso reproductivo en desarrollo, con un aporte importante de hembras en actividad de desove, sin presentar signos claros que señalen la declinación del período reproductivo. Estos resultados son concordantes con la evolución del evento reproductivo de la merluza de tres aletas en el Pacífico sur,



respecto a lo observado en evaluaciones anteriores, en similar zona y período del año (bimestre agosto-septiembre).

El análisis conjunto de evaluaciones anteriores y de muestras del seguimiento demersal austral, en similar área y periodo de estudio, permiten indicar que el pulso migratorio de merluza de tres aletas alcanza la madurez máxima gonadal durante agosto, iniciando el proceso de desove que se visualiza 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 comienzan gradualmente a destacar al término de agosto hembras que finalizaron la actividad reproductiva, con un incremento de esta condición hacia la segunda quincena de septiembre (Lillo **et al.**, 2002; Córdova **et al.**, 2003; Lillo **et al.**, 2004 y 2005 y Saavedra **et al.**, 2006, 2007, 2008 y 2009).

Estos antecedentes señalan la estabilidad temporal del pulso migratorio reproductivo a desovar principalmente desde mediados de agosto a mediados de septiembre en el área de estudio, condición que cambia durante la segunda quincena de septiembre en que predominan las hembras desovadas y en regresión que caracterizan el término del periodo de desove.

Los datos permitieron el ajuste de la ojiva de madurez sexual, pero con la limitante de evaluaciones anteriores de estar débilmente representados los ejemplares bajo los 45 cm de longitud total, donde los lances se asociaron a la mayor presencia de tamaños de hembras adultas, lo que es esperable al prospectar el stock parental en su época y fondo de desove. De manera complementaria y con la restricción de utilizar registros de distintos pulsos migratorios, se obtuvo un ajuste de la ojiva de madurez con información histológica compilada de los cruceros de evaluación de 2001 a 2009, a fin de suplir las tallas pequeñas entre los distintos cruceros.



Al respecto, en el Pacífico sur, Lillo *et al.* (2002), indicaron el 100% de hembras maduras desde los 41 cm de longitud total. Luego, Córdova *et al.* (2003), utilizando datos de cruceros de evaluación del 2001 y 2002, estiman una talla de primera madurez sexual en 36,0 cm de longitud total, mientras que Lillo *et al.* (2004), con registros de madurez de cruceros de evaluación del 2001 al 2003, la calculan en 36,6 cm de longitud total. Posteriormente, y compilando datos anteriores, Lillo *et al.* (2005) la estiman en 36,1 cm de longitud total. Recientemente, Saavedra *et al.*, (2006, 2007 y 2008), compilando la serie de años, la calculan en 36,7 cm, en 36,6 cm y en 36,0 cm de longitud total, respectivamente. En el 2008, a diferencia de años anteriores, la mayor participación de tamaños pequeños en los lances permitió el ajuste de la ojiva, indicando un estimado de madurez sexual de 36,7 cm (Saavedra *et al.*, 2009).

En este estudio, los datos entregaron un estimado de la talla media de primera madurez de 37,3 cm, mientras que con los registros acumulados de los cruceros de 2001 al 2009 fue de 36,7 cm de longitud total, en que ambos intervalos de confianza al 95% del estimado se sobreponen, indicando que no existen diferencias significativas en los estimados. Estos antecedentes indican que las estimaciones en el Pacífico sur se mantienen en el rango entre años y son similares a los estimados para el Atlántico.

La merluza de tres aletas se caracteriza por pertenecer al grupo de desovadores parciales con fecundidad anual determinada, condición que permitió estimar su fecundidad a través del conteo del número total de ovocitos vitelados en hembras predesovantes 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).



Al respecto, las estimaciones de fecundidad total realizadas en el pacífico sur, han variado entre 52.285 y 1.537.646 ovocitos, entre los años 2001 al 2008, mientras que la fecundidad promedio ha presentado variaciones entre 386.831 y 733.540 ovocitos en la misma serie de años. En este crucero, los valores de fecundidad total variaron de 18.478 a 926.779 ovocitos, con una media de 297.329 ovocitos, valor inferior a los estimados para esta especie en el Pacífico sur. De manera similar, la fecundidad relativa se ubicó por debajo a los registros de años anteriores (392-698), con una media de 314 ovocitos por gramo de peso corporal (34-646). Para aguas argentinas, Sánchez et al. (1986) la calculan en 323 ovocitos, mientras que Pájaro y Macchi (1999) para una hembra promedio de 51 cm la indican en 706 ovocitos. Los menores valores obtenidos en estas variables pudieron ser influenciados por el bajo número de ovarios analizados y al período de muestreo que se caracterizó por el estado avanzado de desove de la mayoría de las hembras, que limitó el número de hembras que clasificaron para el análisis. Otra explicación podría ser la juvenilización del stock desovante que pudiera estar compuesto también por hembras jóvenes que aun no presenten fecundidades abundantes.

Los resultados descriptivos de la composición faunística del presente crucero, muestran que merluza de tres aletas se presentó como la principal especie capturada durante el período de estudio, seguida en importancia por merluza de cola, jibia y cojinova azul. Otras especies que conforman la fauna acompañante en la zona de estudio como merluza del sur, brótula y congrio dorado, participaron de manera marginal al analizar la totalidad de la zona de estudio. Esta estructura cambia al analizarla mediante la división de esta gran área en tres zonas, apreciándose que la merluza de tres aletas solo es mayoría en la primera zona (zona de Taitao o zona 1), en tanto que la merluza de cola aumenta su participación hacia el sur, siendo mayoría en la zona centro y la sur del área de estudio.



El análisis de la fauna acompañante por veril en el presente crucero, da a conocer que la merluza de tres aletas disminuye su participación a medida que se profundiza el muestreo, mientras que la merluza de cola manifiesta un comportamiento contrario, registrándose su mayor aporte en el veril 4 (251-300 m).

Del resultado obtenido en el análisis de clasificación, es posible establecer la presencia de tres asociaciones principales, las que presentarían característica diferentes de la fauna asociada, una con alta participación de merluza de cola y jibia, otra solo con reineta y una tercera, la más grande agrupación, con alta participación de las tres 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, situación que también se observó durante el estudio realizado el 2008 en la misma zona y período (Saavedra *et al.*, 2009), no obstante, además, se aprecia una influencia no despreciable de otras especies como cojinova azul, jibia o reineta, en algunos 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 presencia marginal, varían su aporte año a año.

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 220 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, especialmente si se considera



la serie de años 2003-2005 v/s 2006-2008. Sin embargo este año se observó un aumento importante en el área promedio de las agregaciones, pero sin llegar al tamaño observado en la serie 2003-2005.

Similar caso ocurre con los niveles de energía acústica (S_A promedio), la que presenta una disminución en sus valores promedio para las mismas series de años, sin embargo al igual que el área, presentó un importante aumento este año, sin alcanzar tampoco los niveles de la serie 2003-2005. Aún así, los valores alcanzados este año en particular por este descriptor, pueden ser considerados como un repunte en el estado del recurso.

Respecto al ítem alimentación, el presente período de estudio se caracterizó por el aumento de la presencia de crustáceos y la disminución del ítem peces en la dieta de la merluza de tres aletas comparado con el mismo período del año 2008 (**Tablas 32 y 33**). El Índice de Importancia Relativa (IIR) confirmó que la dieta principal de merluza de tres aletas en el período de estudio fueron los crustáceos, seguido de teleósteos.

Los estudios de contenidos estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigación entre los años 2001 y 2009 confirman una alta probabilidad de registrar estómagos vacíos en los muestreos biológicos de la captura. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada por otros estudios de éste recurso. Córdova *et al.* (2003) y Lillo *et al.* (2004) sugieren que la alta presencia de estómagos vacíos encontrados en los cruceros de investigación correspondería a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria de esta especie. Así, los estudios de contenido estomacal entre los años 2001 y 2003, durante el período reproductivo de merluza de tres aletas, muestran que la incidencia de encontrar estómagos con contenido dentro de la captura es escasa (8%, 13% y 22% en el 2001, 2002 y



2003, respectivamente), siendo lo más probable encontrar un alto porcentaje de estómagos vacíos. Sin embargo, el crucero del 2004 fue efectuado en septiembre, mes posterior al máximo desove (agosto), registrándose una mayor incidencia de estómagos con contenido, situación que se repite en 2007 (**Tabla 31**).

Otra razón que podría explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies del zooplancton.

La estrategia alimentaria de la merluza de tres aletas, sobre la base de la representación gráfica de la abundancia específica de cada presa (Ai) *versus* las respectivas frecuencias de ocurrencia (F) (Figura 75), muestra a los crustáceos y a los peces teleósteos como presas dominantes respecto de las restantes presas durante el año 2009; es decir, en el área y período de estudio, la merluza de tres aletas se alimentó prácticamente de estos dos ítems-presa y en una alta proporción, un aspecto que la acercaría a una condición de especialista. No obstante, también se observa el consumo de huevos de teleósteos con un valor del indicador menor, que se pueden clasificar como secundario o raro, y los restos de zooplancton gelatinoso, con valor del indicador aún menor como presa accidental.

A juzgar por los resultados históricos, se presume que el componente crustáceos en el presente estudio está compuesto principalmente por eufáusidos, lo que confirmaría la característica zooplanctófaga de tipo carcinófago ya señalada en estudios anteriores (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003; Pool *et al.*, 1997). En dichos estudios se identificó, entre sus principales presas, crustáceos zooplanctónicos como eufáusidos, presa mencionada como la dieta principal en esta especie, seguido de pequeños peces luminiscentes que al igual que los crustáceos en este período 2009, sólo se pudo detectar como restos no identificables.



Como se mencionó anteriormente, se observa un cambio en la preferencia en la dieta alimentaria de la merluza de tres aletas, en donde los crustáceos eufáusidos disminuyen su importancia desde 2005 al 2007, desapareciendo aparentemente en el 2008 y volviendo a constituir una presa principal por su importancia en el contenido durante el año 2009, como restos de crustáceos no identificados por su estado de digestión y teleósteos en condiciones parecidas. Durante el estudio de 2009, los teleósteos que cobraron mayor importancia en el 2008 en comparación con el 2005 vuelven a ocupar un lugar secundario en la dieta de la merluza de tres aletas.



7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa total media de 113.730 toneladas, con un intervalo de confianza entre 96.845 y 130.616 toneladas.
- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 174.229.323 ejemplares, de los cuales 128,6 millones (74%) correspondieron a machos y 45,6 millones (26%) a hembras.
- La abundancia de la fracción desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 87,9% en machos y 96,8% en hembras, indicando la presencia de un stock esencialmente adulto durante el período y área de la prospección
- 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 48°05'S. con una distribución agregada en una estrecha franja longitudinal, representada por un índice de Gini igual a 0,97.
- La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2009 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm, predominio de los machos (69% en peso) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (3,4% < 35 cm).
- En los últimos tres años de estudio (2007 a 2009) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 49% en el 2009), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 48% en el 2009).



- En los nueve 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.
- El stock de merluza de tres aletas estuvo compuesto sobre el 80% por 10 grupos de edad que corresponden a machos de los GE II a XI y 13 grupos de edad hembras de GE III a XV.
- 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 2009, el estudio del área, en la época de desove, reflejó como grupos modales al GE V en machos y grupos modales de mayor edad en hembras (GE V a XIV).
- El índice gonadosomático (IGS) evidenció actividad reproductiva en desarrollo, correspondiendo a un valor promedio de 7,3% en los machos y de 6,8% en las hembras. La condición de madurez mostró un proceso reproductivo, asociado a un aporte masivo de hembras en desove activo, sin presentar evidencias que indicara la declinación del período reproductivo
- La talla media de primera madurez sexual se estimó en 37,3 cm para los datos del crucero y en 36,7 cm para los registros compilados de los cruceros de 2001 al 2009.



- La fecundidad total promedio fue de 297.329 ovocitos y la fecundidad relativa fue de 314 ovocitos, valores que se ubicaron por debajo de los estimados de años anteriores (386.831 – 733.540; 392-698).
- Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (63,5%), merluza de cola (35,8%), jibia (9,3%), cojinova azul (6,8%) y merluza del sur (2,2%), las restantes especies capturadas presentaron niveles de captura inferiores al 1% respecto de la captura total
- Existen diferencias interanuales en la importancia y participación de las especies que forman parte de comunidad demersal sur austral. No obstante, la fauna acompañante de merluza de tres aletas esta restringida a unas pocas especies, siendo generalmente las tres especies de merluza las más influyentes de la comunidad
- Se apreció un importante aumento en el tamaño medio de las agregaciones y de los valores de energía de éstas, en relación al último trienio. Lo anterior genera una señal positiva en el estado de las agregaciones, sin embargo aun no puede considerarse como un indicador fehaciente del estado del recurso
- Se aprecia una vez más que la merluza de tres aletas es una especie zooplanctófaga, con una dieta preferentemente del tipo carcinófaga, y en segundo término con un comportamiento ictiófago importante.



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 desdonnes acoustiques utilicées dans l'evaluation des bomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretgne 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 invetigating 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 zooplancton. 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 Figs.).

- Céspedes, L. Adasme, C. Vera y H. Miranda. 2001. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral 2000. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA, Parte I, Informe final, IFOP, 60 p. (+ tablas, Figs y anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, M. Nilo, F. Cerna, E. Palta, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Muñoz y L. Chong 2002. Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur Austral, 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 184 p. (más anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (más anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Toledo, E. Palta, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Chong, K. Hunt y F. Cerna. 2004. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 159 p. (más anexos).



- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Toledo, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Chong, K. Hunt. 2005. Investigación situación pesquería demersal austral 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe Final Fase II, IFOP, 186 p (+anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 2006. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2005. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 159 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 2007. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2006. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 198 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Miranda, K. Hunt y M. Miranda. 2008. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 202 p. (+ anexos).
- Ciechomski, 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



- **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. Aguat. 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 fishusing 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.
- **Foote K, G. 1987**. Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82, 981-7.



- Foote, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; Maclennan, D. & Simmonds, J. 1987.

 Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Freon , P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assesment. ICES. Mar. Sci. Symp., 178-183.
- **Giakoni, I. 1992**. Pesca exploratoria de recursos presentes en mediagua en el área comprendidad entre los paralelos 47°-57° S. IFOP. 32 p.
- **Gibbons, 1976**. Nonparametric methods for quatitative analysis, Holt, Rinehart & Winston. NY., 463pp
- Godø, O., M. Heino, H. Søiland, 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.
- 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.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (1999): Análisis Multivariante, 5° edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.



- Hansen, R., W. Modow & W. Huwitz. 1953. Sanmple Survey methods and theory. Volume I and II Methods and applications: John Wiley and sons. INC.
- Heino, M, O.R. Godø, H. Søiland, 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 frecuency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of palagic fish: aplication to the norther 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 stimating spawning biomass of pelagic fish: Aplication to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Repoprt, 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.
- **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 Southest 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.
- **Macchi, G. & Pájaro,M. 1996**. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesiostius australis*). INIDEP. 23 pp.
- Macchi, G. Y M. Pájaro. 1999. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP). Documento Científico 5: 67-79.



- Macchi, G., M. Pájaro y O.C. Wöhler. 2004. Batch fecundity and spawning frequency of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southwest Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 2005, Vol. 39: 993-1000
- **MacLennan, D. and J. Simmonds. 2005**. Fisheries acoustic, second edition. Chapman & Hall, 379 pp.
- Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prensky, M. Sabatini, M. Pájaro and L. Machindiarena. 1997. Acoustic, oceanographic and icthioplanton 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 Morphologíe 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).
- **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, 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.
- **Petitgas, P. 1991**. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- **Petitgas, P. And A. Prampart. 1993**. EVA. **E**stimation **V**ariance. 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 assessment 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.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.
- **Retamal, M. 1981**. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana Zoológica, Vol 44.
- **Retamal, M. 1994**. Los decápodos de Chile. Facultad de Ciencias Biológicas, U. Concepción. 256 p.
- **Ricker W., 1958**. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., No 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 resourses 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.
- Sánchez, R., J. de Ciechomski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesg. 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 monospecifiques.

 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.
- **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. Norh 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 maximun 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.

TABLAS



Tabla 1Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2008)
zona sur exterior (47°S-57°S)

Mes	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Julio	67	13	31	50	29	28	20	19	18	14	7	11	10	11	7	9
Agosto	80	59	51	137	62	41	63	43	59	46	54	71	33	35	43	46
Septiembre	68	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30	31	29	33	29	29
Octubre	33	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23	18	18	22	16	10
Noviembre	28	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-	-	-	-	6	7

Tabla 2
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).
Ш	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 3

.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 turgescente.
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 4Caracterización 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 5Calibración del sistema de ecointegración ER60. B/H Friosur VIII.

Γ.					
Lugar	Estero Bután				
Fecha	17/08/2009				
Buque	Friosur VIII				
Ecosonda	Simrad ER 60				
Transductor	ES38B				
Profundidad esfera	11 m				
Profundidad fondo	34 m				
Frecuencia	38 KHz				
Ganancia anterior	21,50 dB				
Ganancia (calibración)	20,08 dB				
TS esfera	-33,6 dB				
Sa corrección	-0,56 dB				
Ancho de banda	2,43 KHz				
Intervalo de muestreo	0,189 m				
Coeficiente de absorción	8,0 dB/km				
Velocidad del sonido	1480,2 m/s				
2-way beam angle	-20,6 dB				
	Alongship	<u>Athwartships</u>			
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9			
Ancho del haz	6,34 °	6,24 °			
Desplazamiento del ángulo	0,05 °	0,1 °			



Tabla 6Posición y captura lances de identificación merluza de tres aletas, Agosto 2009

								(Captura en	Kg			
Lance	fecha	hora inicio	Lat	Long	m3A	cola	austral	reineta	cojinoba	c dorado	jibia	brotula	Total
1	18/08/2009	0517	4701	7535	891	200	100					9.2	1200
2	18/08/2009	1814	4709	7535	4500	300			200				5000
3	19/08/2009	0108	4715	7534	1100	370			30				1500
4	19/08/2009	0845	4730	7535		0.9		23.8	28.5				53
5	19/08/2009	1442	4718	7534				62					62
6	19/08/2009	1930	4736	7538	300	856.3	41.1	2.6					1200
7	20/08/2009	0225	4745	7540									0
8	20/08/2009	0748	4749	7543				40.0	60		5900		6000
9	21/08/2009	0751	4755	7542	500	3000					10		3510
10	21/08/2009	2120	4800	7550	600	400	193.0	2.0		5.6		5.8	1206
11	22/08/2009	0220	4804	7552	150	70	140.0					15	375
12	22/08/2009	0803	4809	7553				180.0					180
13	22/08/2009	2105	4815	7555	150	195	70.0			1			416
14	23/08/2009	0505	4825	7556	30	68.0	75.0	18	23				214
15	23/08/2009	2217	4834	7557	214	61.0	23.0						298
16	24/08/2009	1921	4841	7556	200	700.0	56.4	2.7	28	1.15		4.6	993
17	25/08/2009	0038	4855	7559	230	150.0	74.95	3.3	1538		1.3	2.2	2000
18	25/08/2009	0748	4909	7560				8.2					8
19	25/08/2009	1947	4930	7556	200	2700	34.4	4.6	52.1	0.65	1.7	19.6	3013
20	26/08/2009	0120	4940	7557	7.33	21	27.8	4.8	23.2			7.6	92
21	26/08/2009	0736	4950	7555		14.5		10.3			7.6		32
22	26/08/2009	1844	5000	7548		14.2	4.45		1.5		1.4		22
23	26/08/2009	2306	5008	7551	50	345	39.35	3.7		12.05		50.15	500
24	27/08/2009	0553	5018	7556		168		12			10.2		190
25	27/08/2009	2040	5031	7604	33.2	39.2					9.7		82
26	28/08/2009	0003	5036	7607	9	101.2	14.4				4.9		130
27	28/08/2009	0711	5046	7610		59.7				4.5	9.9		
		•		_	9164.33	9834	893.85	378	1984.3	24.95	5956.7	114.15	28276.2

								Captu	ra en Nº inc	dividuos			
Lance	fecha	hora inicio	Lat	Long	m3A	cola	austral	reineta	cojinoba	c dorado	jibia	brotula	Total
1	18/08/2009	0517	4701	7535	895	320	25					5	1245
2	18/08/2009	1814	4709	7535	4727	1639			2725				9091
3	19/08/2009	0108	4715	7534	1221	1721			31				2972
4	19/08/2009	0845	4730	7535		3		19	40				62
5	19/08/2009	1442	4718	7534				57					57
6	19/08/2009	1930	4736	7538	599	4369	12	2					4982
7	20/08/2009	0225	4745	7540									0
8	20/08/2009	0748	4749	7543				33	80		26818		26932
9	21/08/2009	0751	4755	7542	1073	17442					7		18522
10	21/08/2009	2120	4800	7550									0
11	22/08/2009	0220	4804	7552	230	156	53					10	449
12	22/08/2009	0803	4809	7553				97					97
13	22/08/2009	2105	4815	7555	219	951	18			1			1189
14	23/08/2009	0505	4825	7556	67	209	20	17	29				341
15	23/08/2009	2217	4834	7557		174	6						180
16	24/08/2009	1921	4841	7556	341	2473	24	2	40	1		2	2883
17	25/08/2009	0038	4855	7559	293	455	18	3	1908		1	3	2681
18	25/08/2009	0748	4909	7560				8					8
19	25/08/2009	1947	4930	7556	568	8710	12	3	68	1	1	18	9381
20	26/08/2009	0120	4940	7557	8	60	6	4	30			2	110
21	26/08/2009	0736	4950	7555		40		7			5		52
22	26/08/2009	1844	5000	7548		40	3		2		1		46
23	26/08/2009	2306	5008	7551	111	1009	17	3		3	-	25	1168
24	27/08/2009	0553	5018	7556		356		11			7		374
25	27/08/2009	2040	5031	7604	167	204					6		377
26	28/08/2009	0003	5036	7607	40	368	8				4		420
27	28/08/2009	0711	5046	7610		195				3	6		204



Tabla 7Estimados de Biomasa y abundancia según métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2009

Método	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Hansen	113.730	0,101	174.229	0,095
Bootstrap	117.222	0,091	179.577	0,086
Geoestadístico	113.730	0,090	174.229	0,085

Tabla 8 Área, y S_A promedio y varianza estimados según métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2009

Método	Área (mn²)	S_A Prom	Var(S _A)	CV
Hansen	1.774,1	392,26	32.018,4	0,456
Bootstrap	1.774,1	404,30	26.337,8	0,401
Geoestadístico	1.774,1	392,26	24.335,0	0,398



 Tabla 9

 Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas, año 2009

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
25	64,8	109.342	7,09
26	74,4	0	0,00
27	84,8	0	0,00
28	96,4	46.381	4,47
29	109,0	792.497	86,34
30	122,7	2.094.792	256,98
31	137,6	5.677.889	781,21
32	153,8	351.925	54,11
33	171,2	2.678.131	458,58
34	190,1	1.562.941	297,10
35	210,4	3.669.155	771,92
36	232,2	1.689.383	392,23
37	255,5	2.616.173	668,52
38	280,5	3.345.773	938,59
39	307,2	3.668.972	1.127,19
40	335,7	5.747.135	1.929,20
41	366,0	7.156.678	2.619,15
42	398,2	8.724.615	3.473,88
43	432,3	10.640.171	4.600,18
44	468,6	9.000.632	4.217,31
45	506,9	12.505.925	6.339,12
46	547,4	7.946.723	4.350,12
47	590,2	9.339.629	5.512,20
48	635,3	7.500.524	4.765,19
49	682,8	4.647.164	3.173,30
50	732,9	4.613.404	3.381,00
51	785,4	5.545.063	4.355,35
52	840,7	4.916.560	4.133,20
53	898,6	4.085.023	3.670,85
54	959,4	6.327.710	6.070,49
55	1.023,0	7.282.823	7.450,08
56	1.089,5	6.525.552	7.109,85
57	1.159,2	6.011.229	6.967,93
58	1.231,9	4.510.095	5.555,91
59	1.307,8	4.683.669	6.125,38
60	1.387,0	3.716.639	5.155,11
61	1.469,6	1.934.413	2.842,86
62	1.555,7	1.770.834	2.754,83
63	1.645,2	561.966	924,57
64	1.738,5	181.996	316,39
65	1.835,4	43.524	79,88
66	1.936,1	0	0,00
67	2.040,7	6.275	12,81
TOTAL		174.229.323	113.730



Tabla 10
Valores estimados de biomasa según relación de TS utilizada para merluza de tres aletas, año 2009

Relación TS	Biomasa (t)	Lim inf	Lim sup	% aumento
20*Log(talla) - 68,5	113.730	96.845	130.616	0
20*Log(talla) -69,1	130.580	111.193	149.967	14,8

Tabla 11Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluación agosto del 2009

Sexo	Parámetros	Zona sur
	а	0,000647037
	intervalo	0,0005359 0,0007582
ω	b	3,566908232
કુ	intervalo	3,5235074 3,6103090
Machos		
_	N	1131
	r^2	0,963
	1 2	0,903
	а	0,000811573
	intervalo	0,0005941 0,0010291
2	b	3,500885302
bra	intervalo	3,4342672 3,5675034
Hembras		
Ĭ	N	622
	r^2	0,95714
	. a	0,000832028
	intervalo	0,0007123 0,0009517
	ь	3,499111721
So	intervalo	3,4630361 3,5351874
Ambos		-,
₹	N	1753
	r^2	0,96139
		-,



Tabla 12
Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2009

Variable	Modelo	Со	С	Co/(Co+C) (%)	Spd
S _A merluza 3 aletas	Esférico	2,41	3,85	38,49	61,51



Tabla 13

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero 2009

(Abundancia total= 174.229.323 ejemplares; machos= 128.635.804; hembras= 45.593.519)

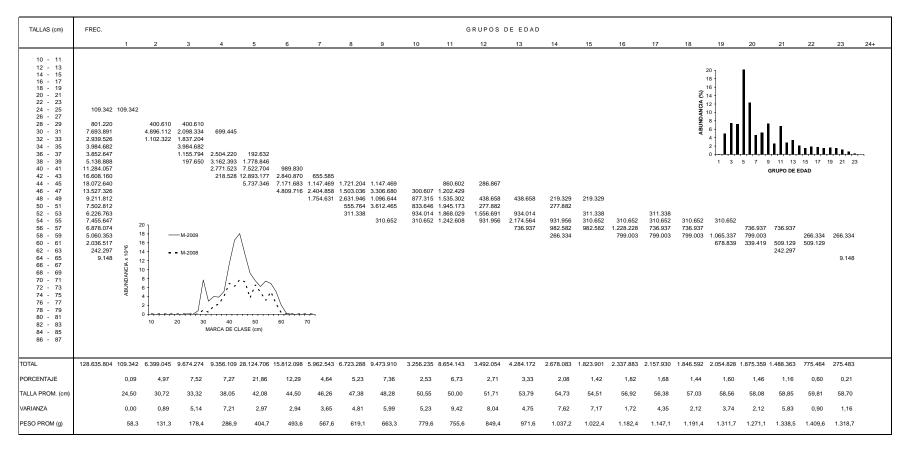




Tabla 14
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2009
(Abundancia total= 174.229.323 ejemplares; machos= 128.635.804; hembras= 45.593.519)

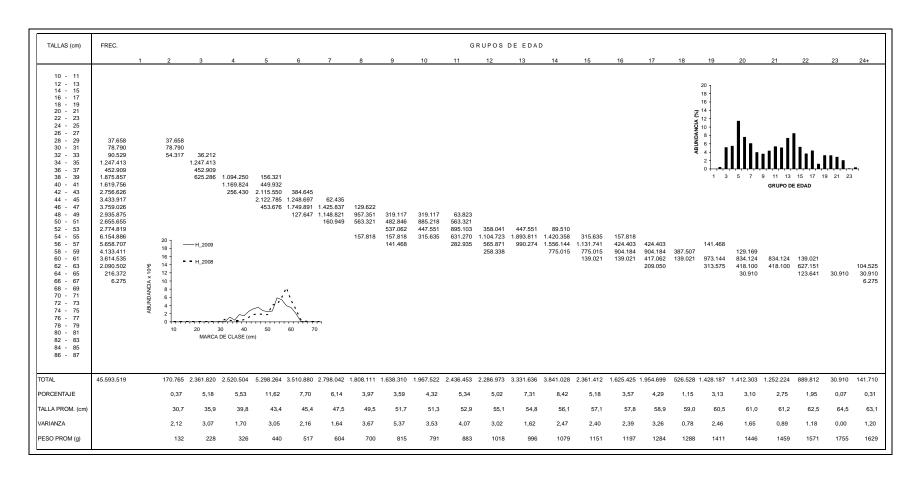




Tabla 15

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 2009.

		MACHOS			HEMBRAS	
GE	N⁰	VAR	CV	N⁰	VAR	CV
1	109342	608801	0,0071			
II	6.399.045	463.500.360.227	0,1064	170.765	777.064.088	0,1632
III	9.674.274	615.484.722.496	0,0811	2.361.820	77.506.086.074	0,1179
IV	9.356.109	759.250.005.635	0,0931	2.520.504	297.887.344.842	0,2165
V	28.124.706	2.616.093.163.557	0,0575	5.298.264	484.824.366.697	0,1314
VI	15.812.098	2.835.342.538.662	0,1065	3.510.880	313.756.711.503	0,1595
VII	5.962.543	1.455.839.887.351	0,2024	2.798.042	320.351.231.758	0,2023
VIII	6.723.288	1.789.424.505.237	0,1990	1.808.111	76.083.197.080	0,1526
IX	9.473.910	2.481.595.396.577	0,1663	1.638.310	188.288.638.391	0,2649
Х	3.256.235	1.274.880.228.728	0,3468	1.967.522	287.390.568.596	0,2725
XI	8.654.143	3.000.938.137.761	0,2002	2.436.453	275.366.910.237	0,2154
XII	3.492.054	1.508.210.764.708	0,3517	2.286.973	371.510.651.652	0,2665
XIII	4.284.172	2.005.582.305.781	0,3306	3.331.636	164.993.677.793	0,1219
XIV	2.678.083	1.413.625.013.857	0,4440	3.841.028	440.171.350.830	0,1727
XV	1.823.901	929.181.944.162	0,5285	2.361.412	326.213.180.101	0,2419
XVI	2.337.883	1.331.260.510.820	0,4935	1.625.425	229.104.850.446	0,2945
XVII	2.157.930	1.274.134.310.139	0,5231	1.954.699	250.854.079.843	0,2562
XVIII	1.846.592	1.111.560.425.240	0,5709	526.528	135.902.242.054	0,7002
XIX	2.054.828	1.131.329.684.110	0,5176	1.428.187	230.445.975.830	0,3361
XX	1.875.359	1.083.829.275.379	0,5551	1.412.303	161.999.767.996	0,2850
XXI	1.488.363	628.548.291.517	0,5327	1.252.224	152.212.131.434	0,3116
XXII	775.464	423.054.094.506	0,8388	889.812	103.383.114.332	0,3613
XXIII	275.483	192.206.973.675	1,5914	30.910	31.097.758.521	5,7051
XIV				141.710	5.501.936.800	0,5234
TOTAL	128.635.804	·		45.593.519		



Tabla 16

Incidencia (%) de estadios de madurez macroscópicos y microscópicos ponderados a la captura del lance, por sexo y área de estudio, en ejemplares de merluza de tres aletas colectados en el 2009.

		Análisis macroscópico					Análisis microscópico					
Sexo	Area		II	III	IV	V		П	Ш	IV	V	VI
	Total	0	1	8	88	3						
Maahaa	Taitao	0	0	8	90	1						
Machos	G. Penas-Ladrillero	0	2	8	84	7						
	Trinidad-Concepción	0	11	10	75	3						
	Total	0	2	68	9	21	1	0	5	7	86	1
Hembras	Taitao	0	0	70	8	22	0	0	3	5	92	0
Пенныаз	G. Penas-Ladrillero	0	3	66	10	20	1	0	10	10	76	3
	Trinidad-Concepción	0	20	40	26	14	14	0	9	31	46	0

Tabla 17

Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con el peso corporal de las hembras de los lances de identificación de crucero de 2009.

		Peso corporal	
	Lineal	Potencial	Exponencial
а	-243700	0,7665	62245
Sa	44253	0,7996	10380
b	644,2	1,893	0,001689
Sb	49,07	0,1467	0,0001277
R^2	0,8352	0,8667	0,8383
MSE	9344117647	7558823529	9167647059

Sa y Sb: Error estándar del parámetro



Tabla 18

Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con la longitud total de las hembras de los lances de identificación de crucero de 2009.

		Longitud total	
	Lineal	Potencial	Exponencial
а	-1444000	0,00000045	358,1
Sa	189734,0	0,00000132	252,6
b	33330	6,819	0,1236
Sb	3609	0,6958	0,01195
R^2	0,715	0,8097	0,8155
MSE	16155882353	10791176471	10458823529

Sa y Sb: Error estándar del parámetro



Tabla 19
Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas

Variable	Promedio	Min.	Max	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	579	18	2.652	573	0,99	79
Alto (m)	23	8	132	16	0,68	79
Elongación	25	1	77	18	0,74	79
Perímetro (m)	1.682	96	6.948	1.452	0,86	79
Area (m ²)	18.304	188	324.997	40.021	2,19	79
Dim. Fractal	1,29	1,00	1,59	0,11	0,09	79
Prof. Card (m)	221	72	354	49	0,22	79
Prof. Fondo (m)	301	143	707	97	0,32	79
Indice altura (%)	23	2	78	18	0,77	79
$S_A (m^2/mn^2)$	6.506	120	124.645	15.358	2,36	79
Densidad (S _A /m ²)	0,8	0,0	7,03	1,4	1,78	79
Pendiente Fondo(°)	7	0,2	41,4	7	0,93	79

Tabla 20Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2009.

	20	03	20	04	20	05	20	06	20	07	20	08	20	09
Variable	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Largo (m)	1.776	1,09	1.742	0,80	1.088	1,09	527	1,43	675	0,93	536	0,78	579	0,99
Alto (m)	31	0,41	23	0,45	21	0,53	14	0,58	16	0,52	24	0,38	23	0,68
Elongación	56	1,01	80	0,85	53	0,93	42	1,35	57	1,15	23	0,76	25	0,74
Perímetro (m)	7.722	1,25	9.530	0,74	5.214	1,19	2.639	1,87	3.649	0,93	3.057	1,27	1.682	0,86
Area (m ²)	65.831	1,39	42.787	0,94	28.226	1,65	8.570	1,88	9.986	0,95	13.994	0,93	18.304	2,19
Dim. Fractal	1,36	0,08	1,46	0,04	1,41	0,06	1,39	0,10	1,47	0,07	1,34	0,13	1,29	0,09
Prof. Card (m)	253	0,34	208	0,20	181	0,21	159	0,19	202	0,36	256	0,20	221	0,22
Prof. Fondo (m)	414	0,51	448	0,55	261	0,48	238	0,60	275	0,58	398	0,43	301	0,32
Indice altura (%)	30	0,71	44	0,46	22	0,96	22	0,99	17	1,09	28	0,77	23	0,77
S _A (m ² /mn ²)	9.323	1,85	11.942	1,67	10.513	1,93	3.573	2,48	2.260	1,31	2.178	1,12	6.506	2,36
Densidad (S _A /m ²)	0,54	4,08	0,29	1,46	0,46	2,15	0,74	1,89	0,68	2,43	0,35	1,51	0,79	1,78
Nº obs	10	07	4	6	13	36	18	31	7	0	6	6	7:	9



Tabla 21

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	362	34	468	1,29
Largo	48	688	27	614	0,89
	49	774	13	611	0,89
	50	966	5	486	0,79
Alto	47	21	34	12	0,55
Allo	48	22	27	9	0,39
	49	28	13	32	1,14
	50	27	5	7	0,28
Elongación	47	17	34	13	0,28
Elorigacion	48	29	27	21	0,79
	49	32	13	17	
	50	32 37	5	20	0,51 0,53
Perímetro	47	1.348	34	1.193	0,88
renneno	48	1.512	27		0,88
	49	2.105	13	1.166 1.411	0,77
					•
Áraa	50 47	3.778 10.405	5 34	2.708	0,72
Área			_	22.129	2,13
	48	18.009	27	19.746	1,10
	49	36.490	13	87.030	2,39
Dire. Frantal	50	26.327	5	15.773	0,60
Dim. Fractal	47	1,32	34	0,10	0,07
	48	1,25	27	0,12	0,10
	49	1,30	13	0,09	0,07
Duef Assessifu	50 47	1,31	5	0,16	0,12
Prof. Agregación		194	34	35	0,18
	48	237	27	38	0,16
	49 50	247	13	70	0,28
Familia .	50 47	253	5 34	37	0,15
Fondo		311	_	124	0,40
	48 49	283 316	27 13	66 79	0,23 0,25
Ind. Altura	50 47	295 32	5 34	65 18	0,22
ina. Altura	48	32 15	34 27	10	0,56
	49	20	13	21	0,68
	50	13	5	11	1,09 0,82
c					
S _A	47	7.063	34	9.056	1,28
	48	9.459	27	23.937	2,53
	49	1.006	13	752	0,75
<u> </u>	50	1.079	5	550	0,51
Densidad	47	1,4	34	1,9	1,41
	48	0,5	27	0,7	1,24
	49	0,1	13	0,1	0,85
<u></u>	50	0,1	5	0,1	1,08
Pendiente	47	7	34	6	0,77
	48	7	27	8	1,12
	49	9	13	8	0,85
	50	3	5	4	1,22



Tabla 22

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	13,47	3	4,49	4,22	0,008
	Intra-grupos	79,87	75	1,06		
	Total	93,34	78			
Alto	Inter-grupos	0,50	3	0,17	0,78	0,511
	Intra-grupos	16,12	75	0,21		
	Total	16,62	78			
Elongación	Inter-grupos	7,76	3	2,59	3,77	0,014
	Intra-grupos	51,48	75	0,69		
	Total	59,25	78			
Perímetro	Inter-grupos	7,18	3	2,39	3,25	0,026
	Intra-grupos	55,28	75	0,74		
	Total	62,47	78			
Área	Inter-grupos	19,36	3	6,45	3,58	0,018
	Intra-grupos	135,13	75	1,80		
	Total	154,50	78			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,01	3	0,00	1,95	0,129
	Intra-grupos	0,17	75	0,00		
	Total	0,19	78			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,88	3	0,29	6,00	0,001
	Intra-grupos	3,65	75	0,05		
	Total	4,53	78			
Fondo	Inter-grupos	0,11	3	0,04	0,39	0,757
	Intra-grupos	6,71	75	0,09		
	Total	6,82	78			
Ind. Altura	Inter-grupos	10,45	3	3,48	6,46	0,001
	Intra-grupos	40,45	75	0,54		
	Total	50,90	78			
S _A	Inter-grupos	18,48	3	6,16	2,96	0,037
	Intra-grupos	155,91	75	2,08		
	Total	174,39	78	,		
Densidad	Inter-grupos	3,85	3	1,28	6,81	0,000
	Intra-grupos	14,15	75	0,19	, -	,
	Total	18,00	78	•		
Pendiente	Inter-grupos	2,62	3	0,87	1,65	0,185
	Intra-grupos	39,75	75	0,53	,	-,
	Total	42,38	78	-,		



Tabla 23
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	188	7	158	0,84
	200	793	38	510	0,64
	300	360	25	503	1,40
	400	590	9	846	1,43
Alto	100	11	7	2	0,22
	200	23	38	8	0,34
	300	26	25	24	0,94
	400	26	9	15	0,57
Elongación	100	17	7	11	0,67
	200	34	38	17	0,51
	300	15	25	13	0,87
	400	20	9	23	1,14
Perímetro	100	706	7	539	0,76
	200	2.115	38	1.334	0,63
	300	1.386	25	1.582	1,14
	400	1.441	9	1.591	1,10
Área	100	2.099	7	2.129	1,01
	200	20.177	38	17.044	0,84
	300	18.685	25	64.143	3,43
	400	21.946	9	40.795	1,86
Dim. Fractal	100	1,36	7	0,09	0,07
	200	1,29	38	0,08	0,06
	300	1,28	25	0,15	0,12
	400	1,27	9	0,09	0,07
Prof. Agregación	100	145	7	15	0,10
	200	220	38	27	0,12
	300	231	25	57	0,25
	400	258	9	55	0,21
Ind. Altura	100	12	7	9	0,69
	200	13	38	9	0,72
	300	32	25	17	0,54
	400	46	9	16	0,34
S_A	100	554	7	404	0,73
	200	8.929	38	20.515	2,30
	300	3.227	25	4.384	1,36
	400	10.016	9	13.750	1,37
Densidad	100	0,4	7	0,32	0,85
	200	0,6	38	1,03	1,78
	300	0,9	25	1,50	1,61
	400	1,6	9	2,52	1,54
Pendiente	100	4	7	5,2	1,16
	200	5	38	3,8	0,74
	300	10	25	9,3	0,98
	400	12	9	5,3	0,43



Tabla 24Valores 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	24,86	3	8,29	9,08	0,000
	Intra-grupos	68,47	75	0,91		
	Total	93,34	78			
Alto	Inter-grupos	3,01	3	1,00	5,52	0,002
	Intra-grupos	13,62	75	0,18		
	Total	16,62	78			
Elongación	Inter-grupos	16,09	3	5,36	9,32	0,000
	Intra-grupos	43,15	75	0,58		
	Total	59,25	78			
Perímetro	Inter-grupos	13,28	3	4,43	6,75	0,000
	Intra-grupos	49,19	75	0,66		
	Total	62,47	78			
Área	Inter-grupos	38,19	3	12,73	8,21	0,000
	Intra-grupos	116,31	75	1,55		
	Total	154,50	78			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,01	3	0,00	0,99	0,403
	Intra-grupos	0,18	75	0,00		
	Total	0,19	78			
Prof. Agregación	Inter-grupos	1,37	3	0,46	10,84	0,000
	Intra-grupos	3,16	75	0,04		
	Total	4,53	78			
Ind. Altura	Inter-grupos	20,82	3	6,94	17,30	0,000
	Intra-grupos	30,08	75	0,40		
	Total	50,90	78			
S_A	Inter-grupos	29,34	3	9,78	5,06	0,003
	Intra-grupos	145,04	75	1,93		
	Total	174,39	78	,		
Densidad	Inter-grupos	0,99	3	0,33	1,46	0,232
	Intra-grupos	17,01	75	0,23	,	,
	Total	18,00	78	,		
Pendiente	Inter-grupos	7,19	3	2,40	5,11	0,003
	Intra-grupos	35,19	75	0,47	•	•
	Total	42,38	78	,		



Tabla 25
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	648	39	518	0,80
	10	695	21	778	1,12
	15	359	13	333	0,93
	20	208	6	129	0,62
Alto	5	22	39	10	0,45
	10	27	21	26	0,95
	15	20	13	11	0,54
	20	26	6	12	0,48
Elongación	5	29	39	18	0,62
	10	24	21	17	0,74
	15	19	13	18	0,97
	20	9	6	7	0,75
Perímetro	5	1.864	39	1.513	0,81
	10	1.923	21	1.622	0,84
	15	1.166	13	1.028	0,88
	20	779	6	498	0,64
Área	5	16.146	39	16.948	1,05
	10	32.250	21	72.786	2,26
	15	8.174	13	10.746	1,31
	20	5.476	6	4.157	0,76
Dim. Fractal	5	1,30	39	0,11	0,09
	10	1,30	21	0,09	0,07
	15	1,28	13	0,12	0,09
	20	1,21	6	0,14	0,12
Prof. Agregación	5	217	39	42	0,19
	10	204	21	42	0,21
	15	242	13	57	0,23
	20	261	6	69	0,27
Fondo	5	265	39	63	0,24
	10	312	21	101	0,32
	15	362	13	135	0,37
	20	365	6	74	0,20
Ind. Altura	5	16	39	14	0,92
	10	30	21	21	0,71
	15	29	13	15	0,52
	20	29	6	12	0,43
S _A	5	7.586	39	20.198	2,66
	10	7.746	21	10.379	1,34
	15	3.709	13	5.674	1,53
	20	1.210	6	1.208	1,00
Densidad	5	0,7	39	1,3	1,86
	10	1,2	21	2,0	1,64
	15	0,6	13	0,6	1,06
	20	0,4	6	0,5	1,18



Tabla 26Valores 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	6,97	3	2,32	2,02	0,119
	Intra-grupos	86,37	75	1,15		
	Total	93,34	78			
Alto	Inter-grupos	0,49	3	0,16	0,76	0,522
	Intra-grupos	16,14	75	0,22		
	Total	16,62	78			
Elongación	Inter-grupos	7,16	3	2,39	3,44	0,021
	Intra-grupos	52,09	75	0,69		
	Total	59,25	78			
Perímetro	Inter-grupos	5,34	3	1,78	2,34	0,080
	Intra-grupos	57,13	75	0,76		
	Total	62,47	78			
Área	Inter-grupos	6,34	3	2,11	1,07	0,367
	Intra-grupos	148,16	75	1,98		
	Total	154,50	78			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,01	3	0,00	1,36	0,262
	Intra-grupos	0,18	75	0,00		
	Total	0,19	78			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,40	3	0,13	2,45	0,070
	Intra-grupos	4,13	75	0,06		
	Total	4,53	78			
Fondo	Inter-grupos	1,18	3	0,39	5,22	0,003
	Intra-grupos	5,64	75	0,08		
	Total	6,82	78			
Ind. Altura	Inter-grupos	10,04	3	3,35	6,14	0,001
	Intra-grupos	40,86	75	0,54		
	Total	50,90	78			
S _A	Inter-grupos	9,83	3	3,28	1,49	0,223
	Intra-grupos	164,56	75	2,19		•
	Total	174,39	78	_,		
Densidad	Inter-grupos	0,51	3	0,17	0,73	0,537
	Intra-grupos	17,49	75	0,23	-,	-,
	Total	18,00	78	0,=0		



Tabla 27Matriz 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											
Alto	0,582	1										
Elongación	0,780	0,041	1									
Perímetro	0,818	0,443	0,701	1								
Área	0,753	0,881	0,278	0,582	1							
Dim. Fractal	-0,157	-0,487	0,140	0,184	-0,236	1						
Prof. Agreg.	-0,163	-0,229	-0,022	-0,074	-0,322	0,001	1					
Fondo	-0,098	0,214	-0,275	-0,093	0,053	-0,161	0,443	1				
Ind. Altura	-0,013	0,415	-0,336	-0,054	0,319	-0,150	-0,265	0,696	1			
S _A	0,450	0,174	0,354	0,310	0,210	-0,112	-0,145	-0,002	0,059	1		
Densidad	-0,260	0,021	-0,330	-0,254	-0,144	-0,103	-0,177	0,258	0,391	0,316	1	
Pendiente	-0,200	0,108	-0,321	-0,221	-0,037	-0,339	0,213	0,365	0,299	-0,117	-0,061	1

Tabla 28Valores propios y proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8	Com.9	Com.10
Valor propio	3,72	2,16	1,43	1,00	0,62	0,46	0,30	0,21	0,07	0,03
% variabilidad	37,19	21,63	14,27	10,01	6,16	4,60	2,96	2,14	0,70	0,34
% acumulado	37,19	58,82	73,09	83,11	89,26	93,86	96,82	98,95	99,66	100,00

Tabla 29

Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales (rotación Varimax)

Variable	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4
Largo	0,90	0,38	0,01	-0,09
Alto	0,30	0,88	0,00	0,00
Elongación	0,90	-0,17	-0,03	-0,11
Perímetro	0,85	0,26	-0,05	-0,06
Área	0,49	0,81	-0,09	-0,14
Prof. Agreg	0,06	-0,39	-0,12	0,76
Índice altura	-0,33	0,72	0,33	0,05
S _A	0,50	0,03	0,77	0,01
Densidad	-0,36	0,08	0,82	-0,16
Pendiente	-0,29	0,32	-0,03	0,76



Tabla 30 Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. (agosto 2009).

Total de estómagos	Número de estómagos muestreados	Porcentaje
estómagos con contenido	448	42,59
estómagos vacíos	604	57,41
total estómagos	1052	100,00
estados estómagos	Número de estómagos	Porcentaje
estómagos distendidos	54	11,42
estómagos llenos	44	9,30
estómagos semillenos	350	74,00
estómagos descompuestos	25	5,29
total	473	100,00
estados de contenido	Número de estómagos	Porcentaje
contenido digerido	333	68,80
contenido semidigerido	151	31,20
contenido entero	0	0,00
contenido fresco	0	0,00
total	484	100,00

Tabla 31

Número de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados en los cruceros entre los años 2001-2009

ítem presa	2001 AGO / SEPT	2002 AGO	2003 AGO	2004 SEPT	2005 AGO	2007 AGO	2008 AGO	2009 AGO
N° individuos analizados N° estómagos con	2.575	1.796	452	673	1.498	248	1.333	1052
contenido N° estómagos vacíos	213 817	224 1342	98 252	244 321	353 781	101 247	187 1146	448 604
N° estómagos evaginados	1545	230	102	108	364	0	0	0
% estómago c/contenido	8,3	12,5	21,7	36,3	23,6	40,7	14	42,6
% estómago vacío	31,7	74,7	55,8	47,7	52,1	59,3	86	57,4
% estómago evaginados	60,0	12,8	22,6	16,0	24,3	0	0	0



Tabla 32Descriptores del contenido estomacal de merluza de tres aletas, año 2009

NUMERICO								
ítem presa	% Número							
Huevos teleósteos	58,76							
Restos de crustáceos	36,40							
Restos de cefalópodos	0,04							
Restos de gelatinosos	0,50							
Restos de peces	4,31							
Total	100							
Número total de individuos	2415							
GRAVIMETRICO								
ítem presa	% Peso							
Huevos teleósteos	2,67							
Restos de crustáceos	22,80							
Restos de cefalópodos	0,03							
Restos de gelatinosos	1,66							
Restos de peces	72,84							
Total	100							
Peso total en gramos	165,58							
FRECUENCIA	DE OCURRENCIA							
ítem presa	% Frecuencia							
Huevos teleósteos	10,63							
Restos de crustáceos	61,79							
Restos de cefalópodos	0,33							
Restos de gelatinosos	2,66							
Restos de peces	24,58							
Total	100							
Total de presas	301							



Tabla 33 Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total año 2009

ÍTEM PRESA	%IIR 2009
CRUSTÁCEOS	58,87
Restos de crustáceos	58,87
PECES	41,03
Restos de peces	30,52
Huevos de peces teleósteos	10,51
CEFALOPODOS	0,0004
Restos de cefalópodos	0,0004
ZOOPLANCTON	0,09
GELATINOSO	
Restos de gelatinosos	0,09
Total	100

Tabla 34 Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas total por especies 2005, 2007, 2008 y 2009

	2005	2007	2008	2009
ítem presa				
Euphausia vallentini (Eufáusido)	46,71	61,92		
Thysanoessa gregaria (Eufáusido)	0,08			
Macrura sp. (mysis larva)		3,80		
Nematoscelis megalops (Eufáusido)	1,78			
Crustacea (Amphipoda)		0,09		
Crustacea (Caridea)	0,41			
Crustacea (Copepoda)		0,02		
Crustacea (Euphausiidae)		0,94		
Huevos crustáceos		22,89		
Huevos teleósteos				10,51
Larvas crustáceos		0,01		
Salpidae (Salpa)	1,27	8,67		
Sifonóforos(Siphonophora)		0,00		
Restos de crustáceos	1,95	0,83	28,12	58,87
Restos de cefalópodos		0,02	0,01	0,0004
Restos de eufáusidos	5,87			
Restos de gelatinosos				0,09
Restos de peces	41,93	0,81	71,86	30,52
Total de estómagos analizados (%)	100	100	100	100
Total de estómagos analizados	278	101	187	448



Tabla 35

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los siete cruceros de investigación, por grupo taxonómico, entre 2001 y 2009

ítem presa	2001 Ago- Sept.	2002 Agosto	2003 Agosto	2004 Sept.	2005 Agosto	2007 Agosto	2008 Agosto	2009 Agosto
Crustáceos	40,007	82,912	89,659	94,446	81,525	90,50	28,12	58,87
Peces (incluye huevos)	22,405	16,983	10,303	5,553	17,499	0,81	71,86	41,03
Cefalópodos	0,009	0,027	0,038	0,0003		0,02	0,01	0,0004
Zooplancton gelatinoso	37,58	0,078			0,976	8,68		0,09

Tabla 36

Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas (2009)

ITEM	Q
Cefalópodos	0.00
Crustáceos	829.81
Zooplancton Gelatinoso	0.83
Teleósteos	313.68
Huevos	156.85
	1301.17

Q<20 = presa incidental 20<Q<200 = presa secundaria Q>200 = presa principal

FIGURAS





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



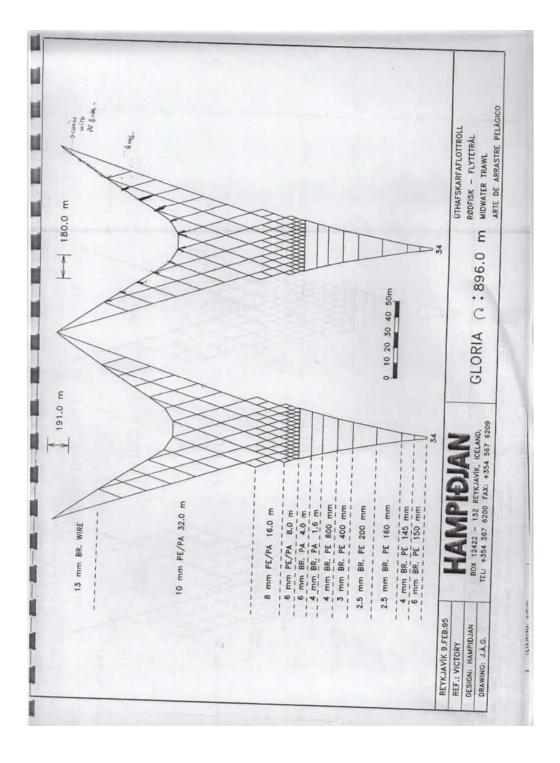


Figura 2. Red de arrastre Gloria 896 utilizada en el crucero.







Figura 3. Instalación cubrecopo 50 mm en red de mediagua.



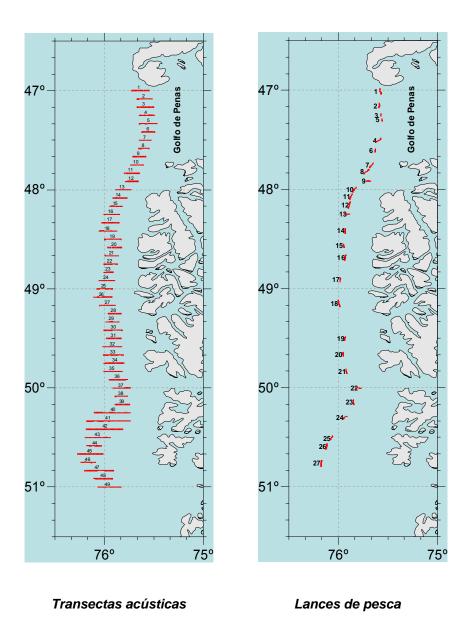


Figura 4. Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, agosto 2009.



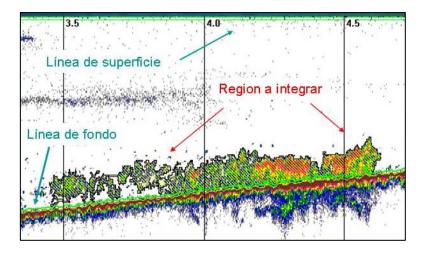


Figura 5. Inspección de ecogramas.

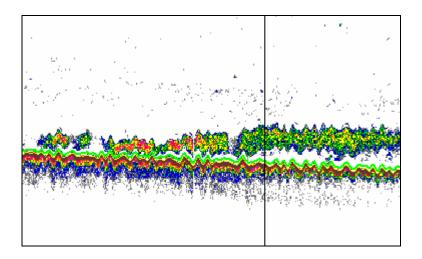


Figura 6. Agregación tipo estrato de merluza de tres aletas.



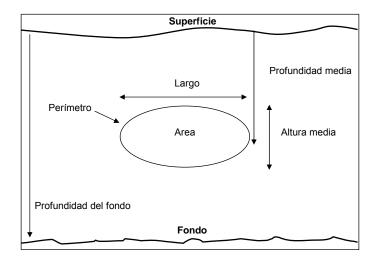


Figura 7. Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.

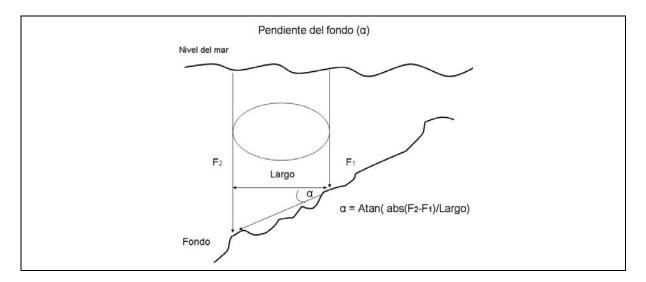


Figura 8. Cálculo de la pendiente del fondo.

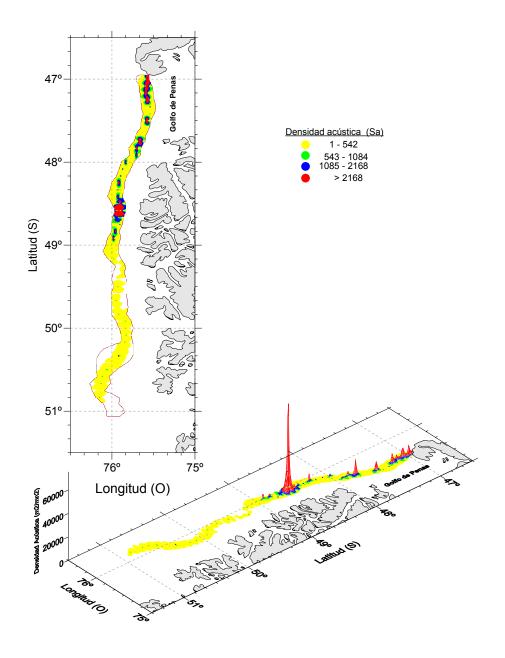


Figura 9. Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto 2009.



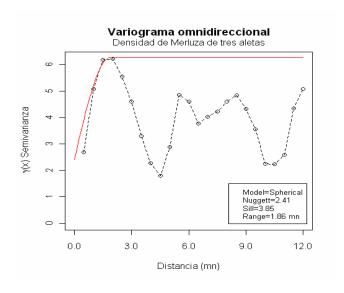


Figura 10. Variograma distribución merluza de tres aletas, agosto 2009.

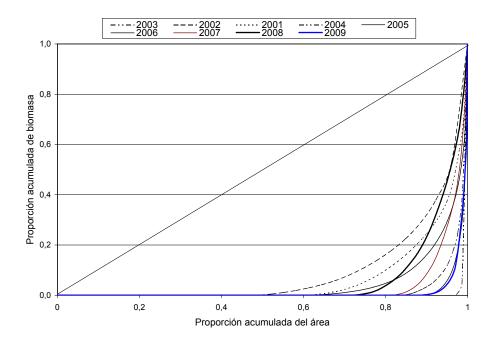
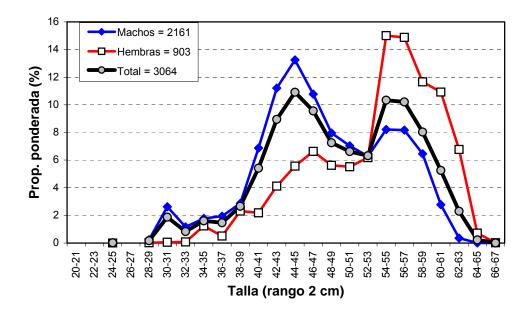


Figura 11. Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2009.





Indicador	Macho	Hembra	Total
n	2161	903	3064
Mín. (cm)	25	28	25
Máx. (cm)	64	67	67
Prom. (cm)	47,6	53,2	49,4
D. est. (cm)	1,83	2,95	1,69
% < 35 cm	4,7	0,2	3,4
Pr. Sex. (%)	68,9	31,1	100

Figura 12. Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (agosto, 2009).



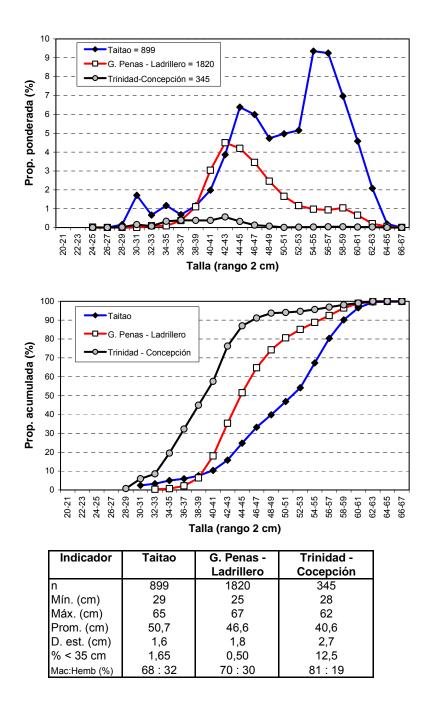


Figura 13. Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII (agosto, 2009).



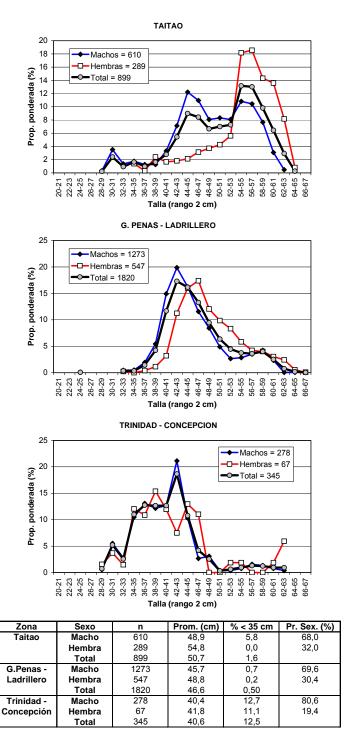


Figura 14. Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo y área. B/H Friosur VIII (agosto, 2009).



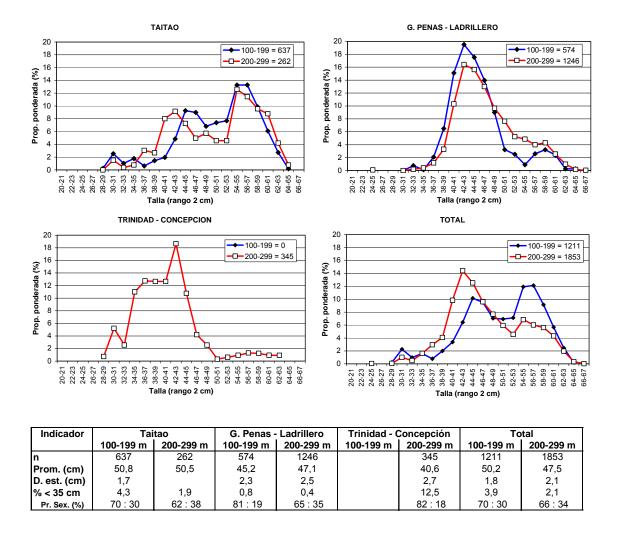


Fig. 15. Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área. B/H Friosur VIII (ago., 2009).



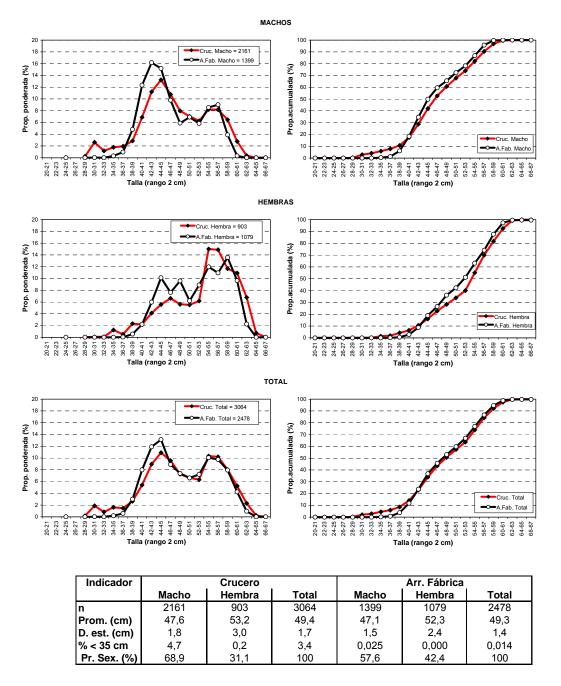


Figura 16. Distribución de talla de merluza de tres aletas del crucero investigación (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica para el mismo período y área de estudio (agosto, 2009).



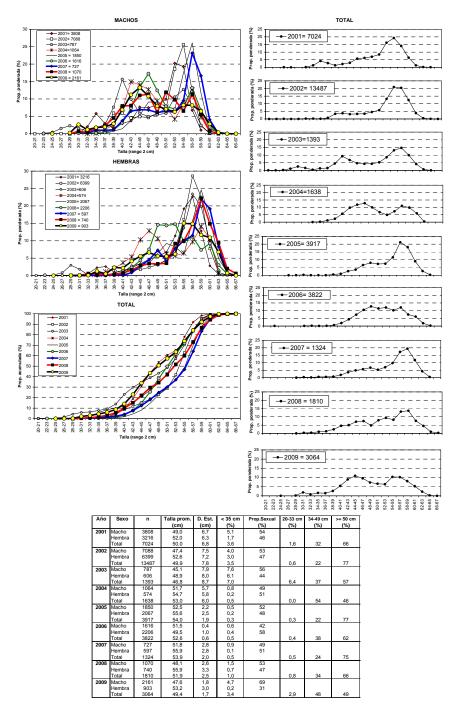


Figura 17. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.



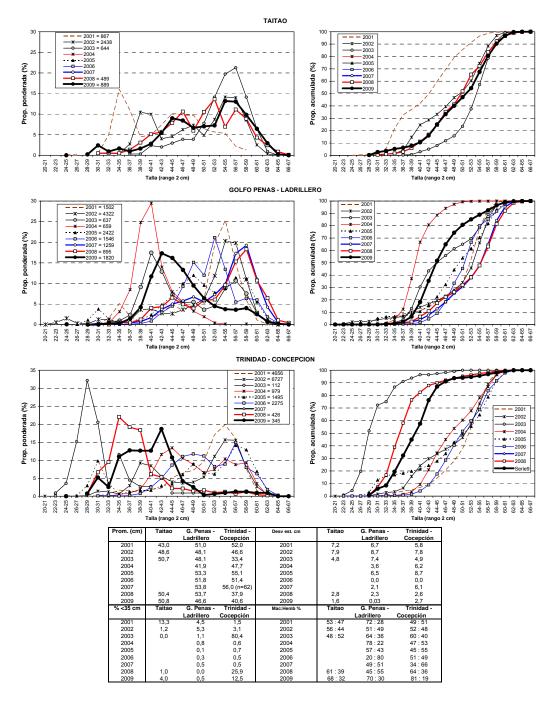


Figura 18. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por área para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.





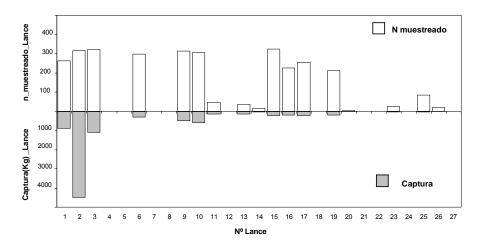


Figura 19. Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación merluza de tres aletas 2009

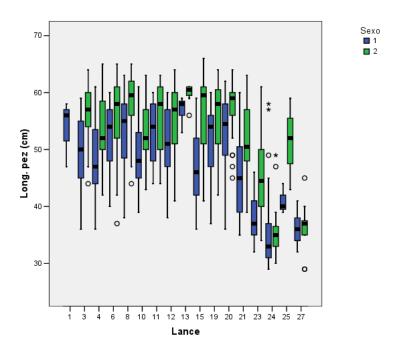
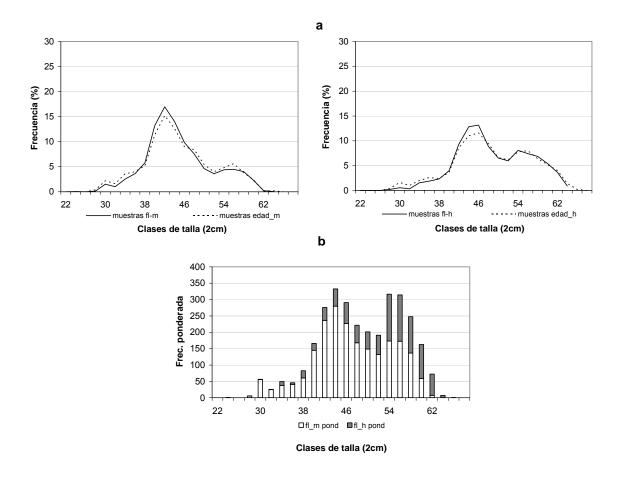


Figura 20. Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada Lance, crucero de investigación 2009.





(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 ponderadas (en base a la captura de los lances), en el crucero de investigación 2009.



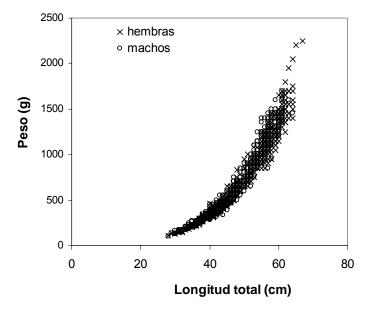
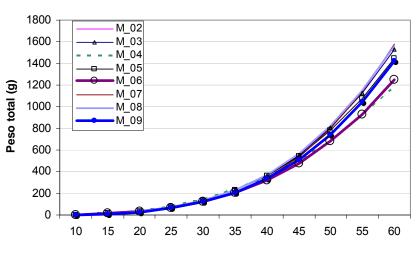


Figura 22. Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigación 2009.





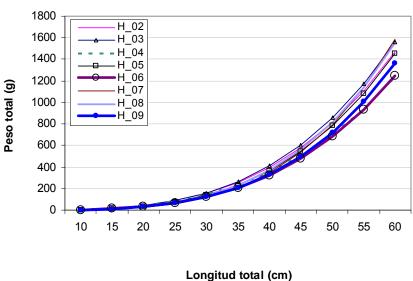
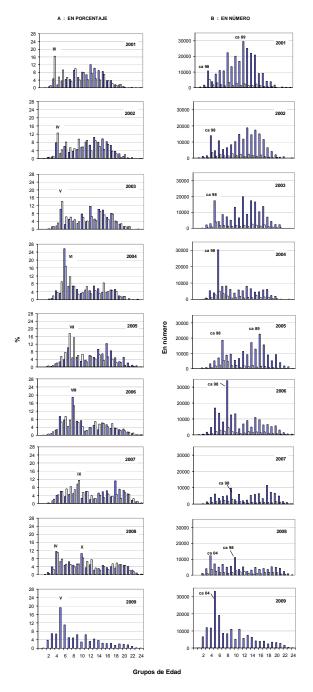
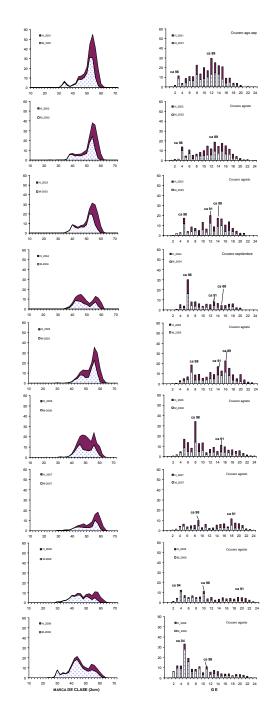


Figura 23. Curvas teóricas de función peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, período 2002 – 2009.



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 2001-2009. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.



ABUNDANCIA X 106

Figura 25. Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001-2009.



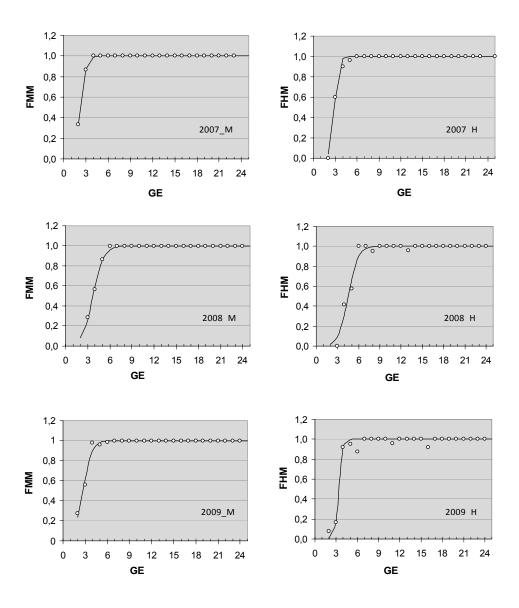


Figura 26. Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007-2009.



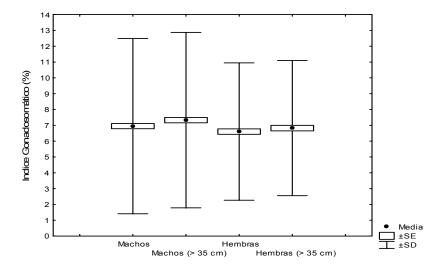


Figura 27. Índice gonadosomático para machos y hembras, considerando todos los tamaños y desde los 36 cm de longitud total.

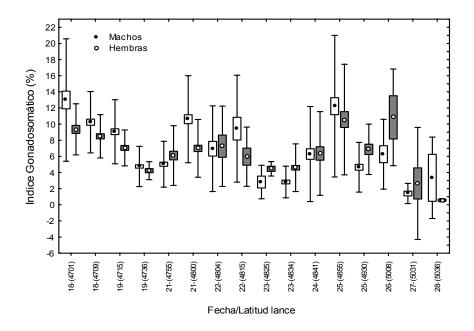


Figura 28. Distribución de índice gonadosomático medio por lance para machos y hembras mayores a 35 cm de longitud total.



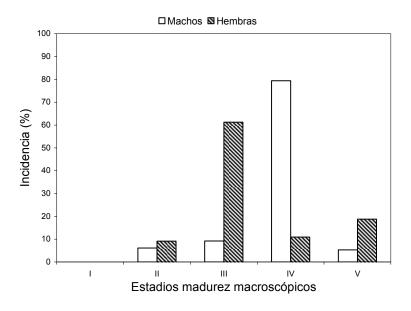


Figura 29. Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos y hembras.

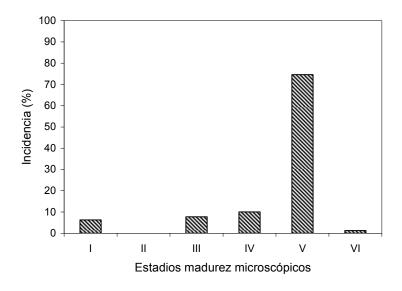


Figura 30. Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en hembras.



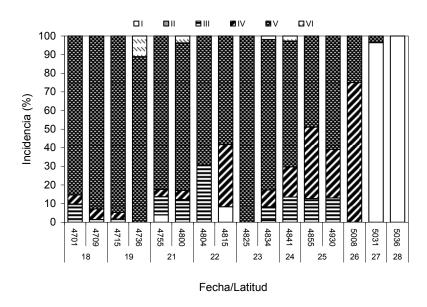


Figura 31. Incidencia por lance de estadios de madurez microscópicos en hembras.

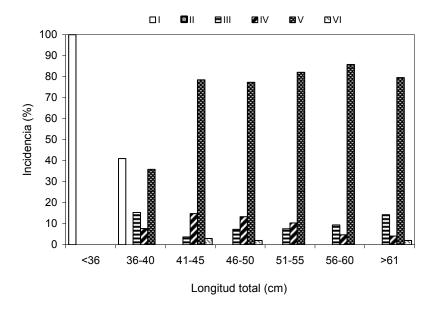


Figura 32. Frecuencia de estadios de madurez microscópicos por grupo de tamaño en hembras recolectadas en el crucero.



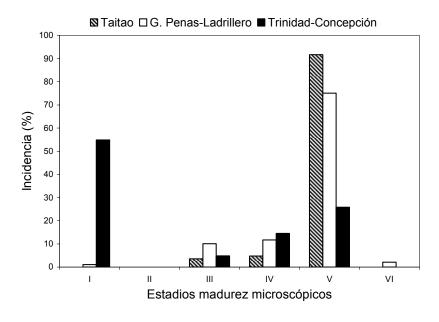


Figura 33. Incidencia de estadios microscópicos de madurez por zonas.

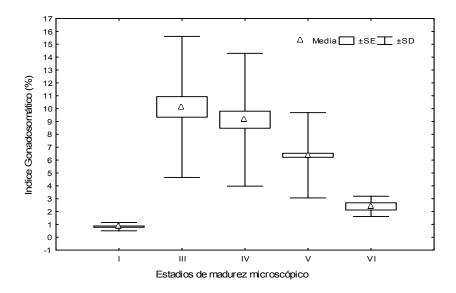


Figura 34. Distribución de índice gonadosomático medio por estadios de madurez en hembras.



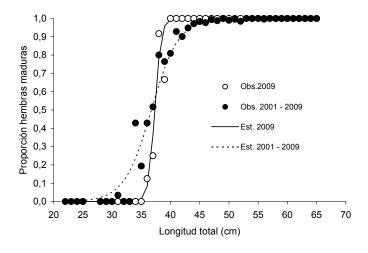


Figura 35. Proporción de hembras maduras y ajuste de la ojiva de madurez sexual para hembras en el crucero de 2009 y datos compilados de cruceros de 2001 al 2009.

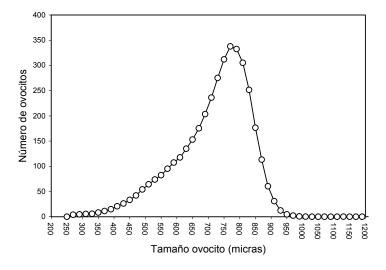


Figura 36. Distribución de tamaños de ovocitos de la moda avanzada de desarrolloen ovarios en maduración tardía, mediante el conteo y medición de las imágenes.



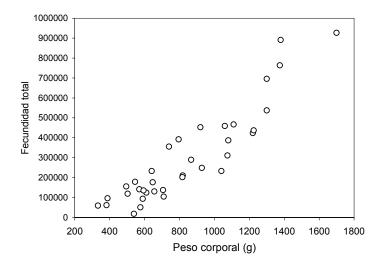


Figura 37. Relación entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2009

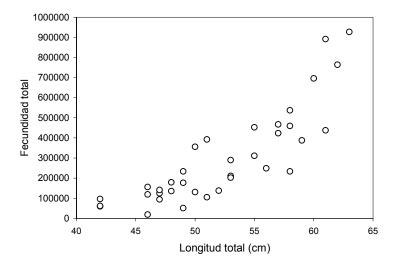


Figura 38. Relación entre la longitud y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2009.



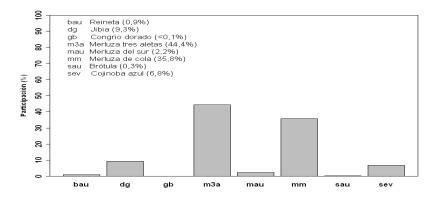


Figura 39. Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área total de estudio, crucero 2009.

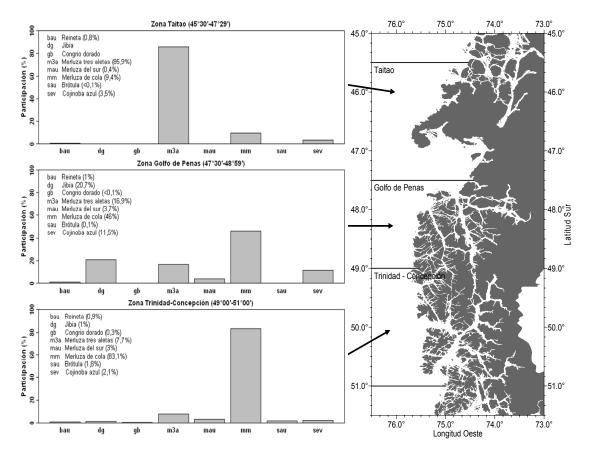


Figura 40. Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zona, crucero 2009.



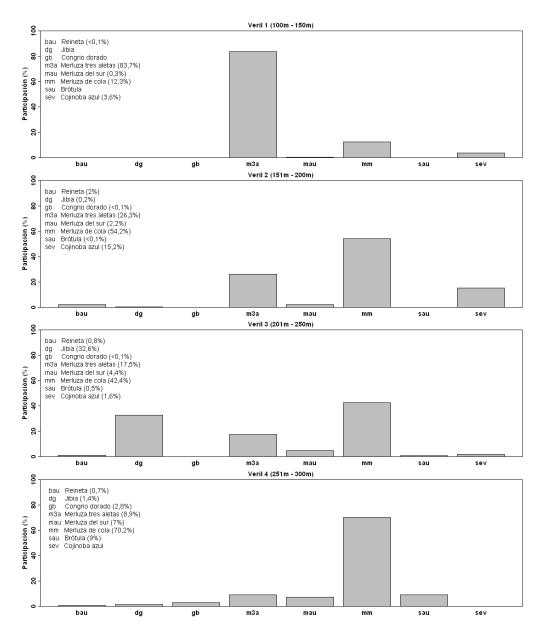


Figura 41. Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2009.



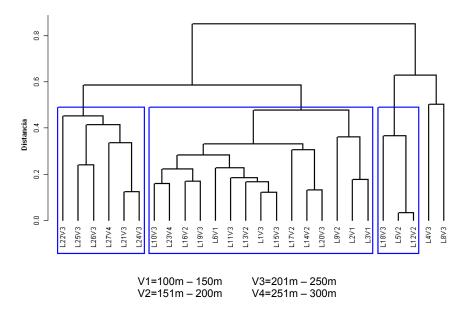


Figura 42. Resultado del análisis de clasificación de los lances de identificación realizados durante el crucero 2009.

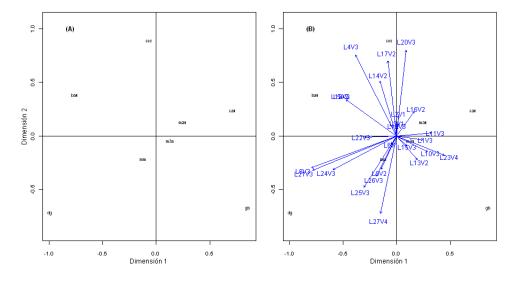


Figura 43. Resultado del análisis de ordenación de los lances de identificación realizados durante el crucero 2009.



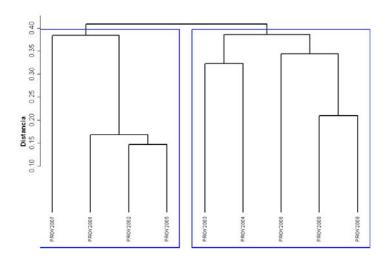


Figura 44. Resultado del análisis de clasificación de los cruceros realizados entre el 2001 y 2009.

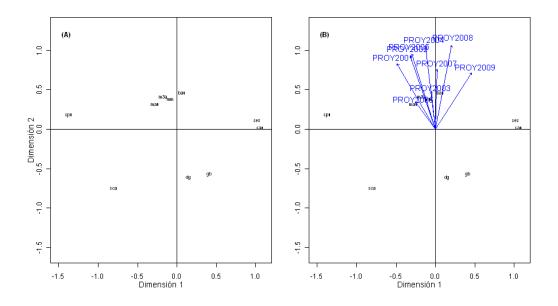


Figura 45. Resultado del análisis de ordenación de los cruceros realizados 2001 y 2009.



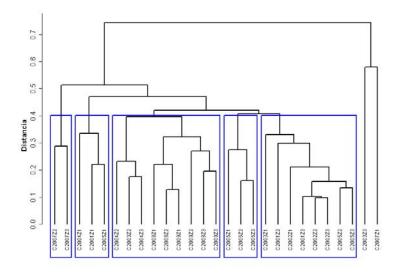


Figura 46. Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por zona, realizados entre el 2001 y 2009.

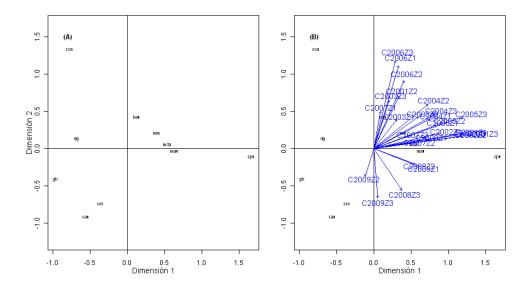


Figura 47. Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por zona, realizados 2001 y 2009.



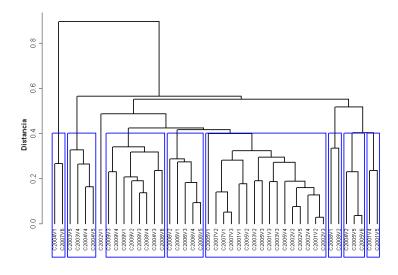


Figura 48. Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2009.

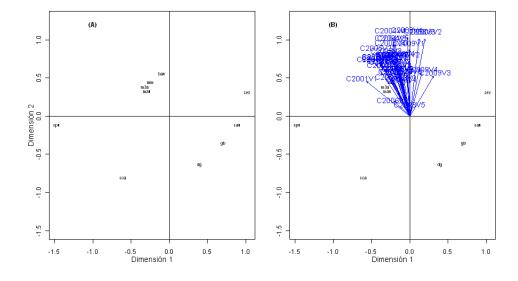


Figura 49. Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados 2001 y 2009.



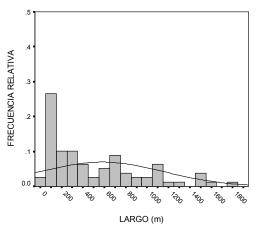


Figura 50. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.

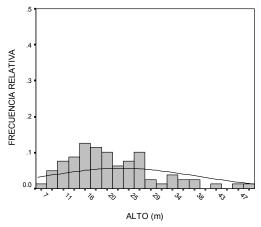


Figura 51. Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.

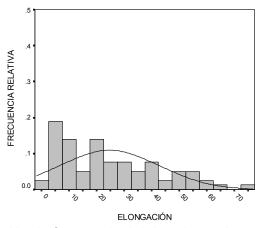


Figura 52. Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones.



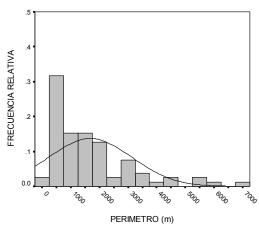


Figura 53. Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones.

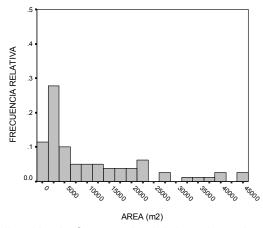


Figura 54. Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones.

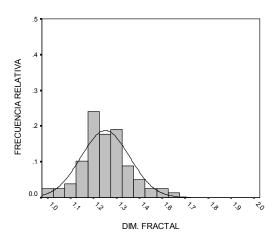


Figura 55. Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal.



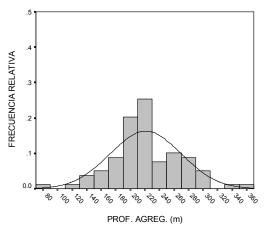


Figura 56. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.

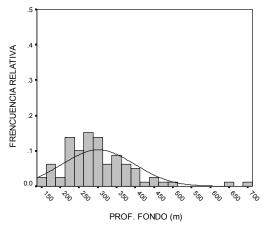


Figura 57. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad del fondo.

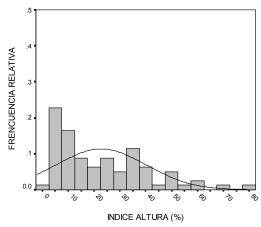


Figura 58. Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura.



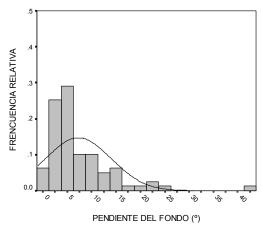


Figura 59. Distribución de frecuencia de la pendiente del fondo.

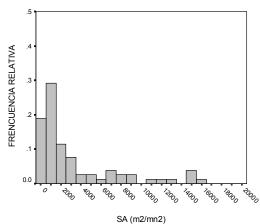


Figura 60. Distribución de frecuencia de la energía retrodispersada de las agregaciones

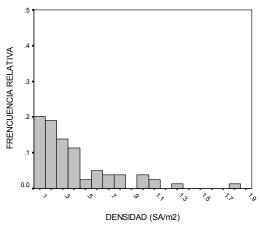


Figura 61. Distribución de frecuencia de la densidad acústica de las agregaciones.

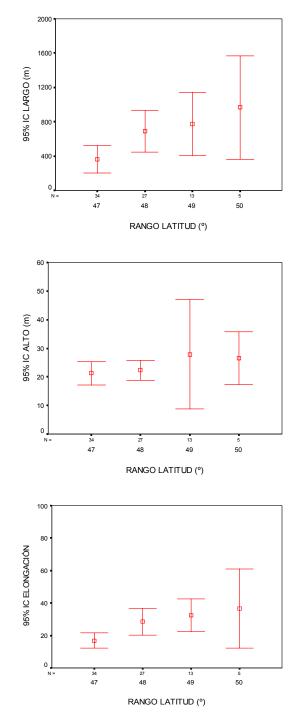


Figura 62. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.

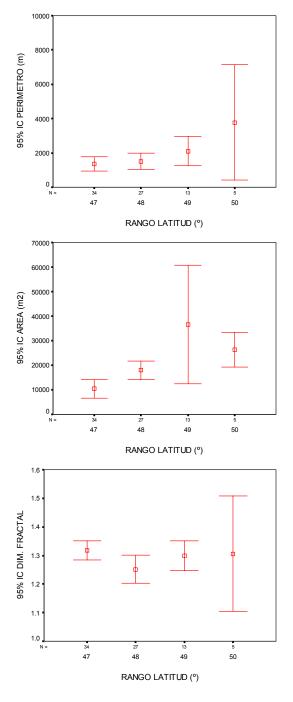


Figura 63. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.

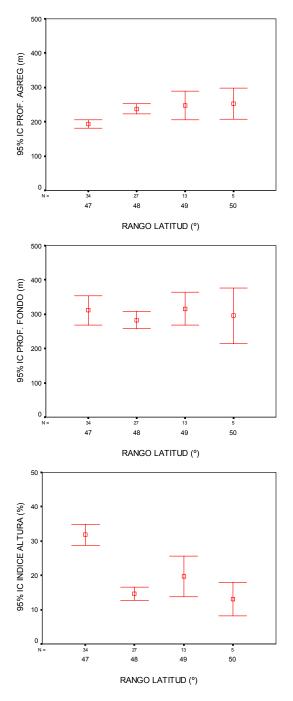


Figura 64. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimetricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.

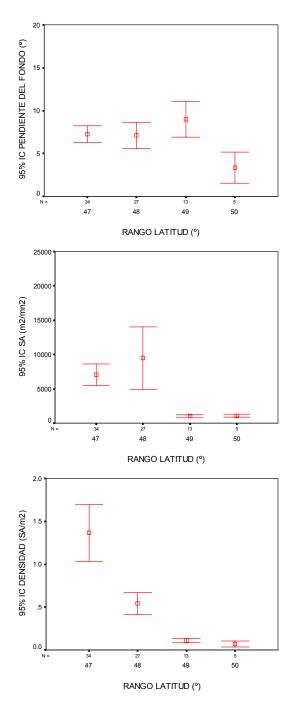


Figura 65. Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía acústica, densidad acústica de agregaciones según latitud.

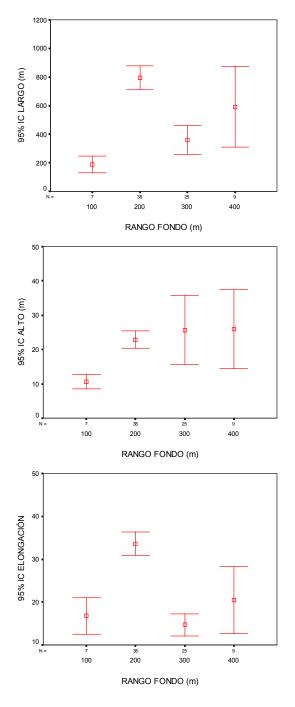


Figura 66. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.



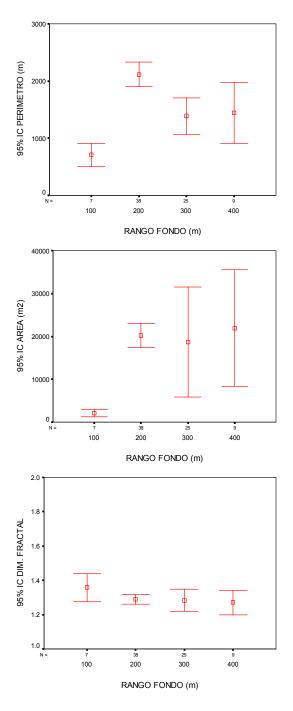


Figura 67. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.



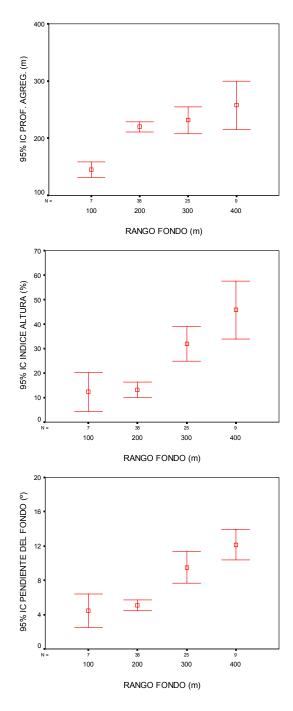


Figura 68. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimetricos profundidad de agregaciones, índice de altura y pendiente del fondosegún rango de fondo.

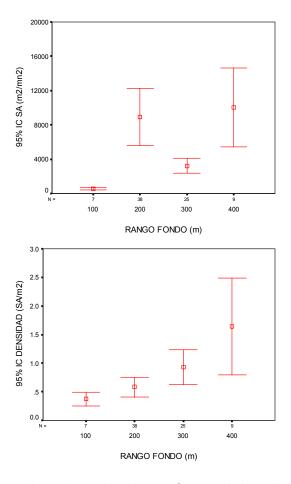


Figura 69. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.



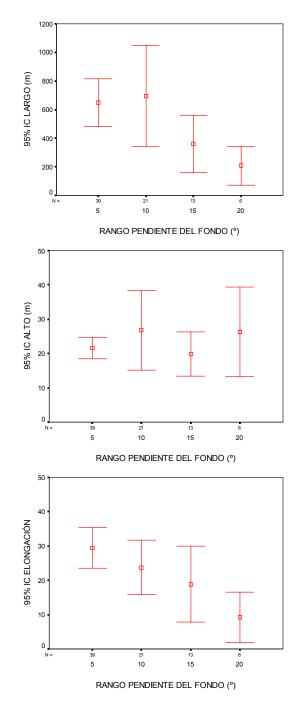


Figura 70. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según pendiente del fondo.

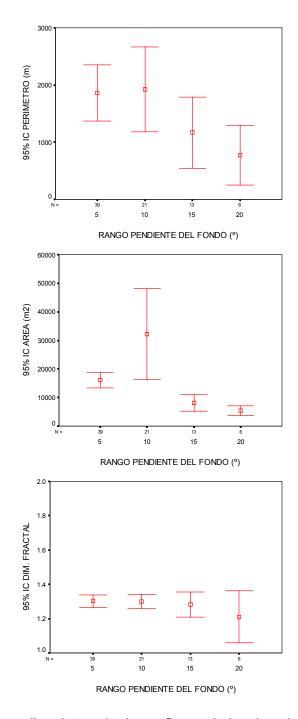


Figura 71. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según pendiente del fondo.



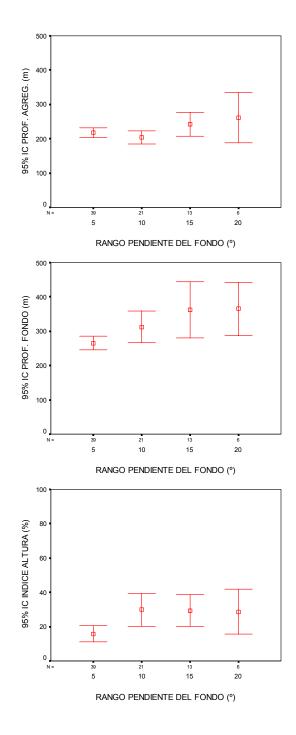


Figura 72. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores profundidad de agregaciones, fondo índice de altura según pendiente del fondo.

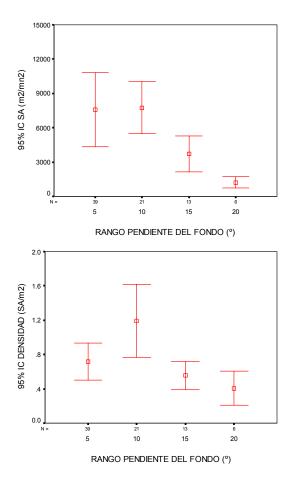


Figura 73. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.



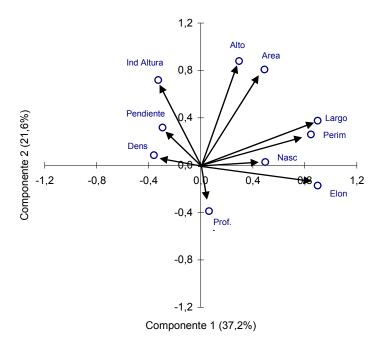


Figura 74. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.

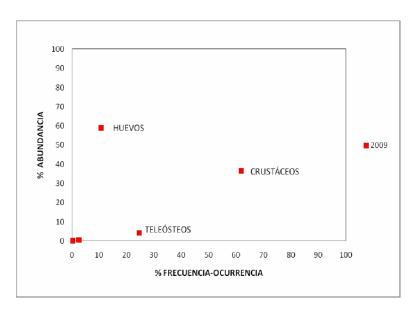


Figura 75. Representación de las estrategias alimenticias según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para el año 2009



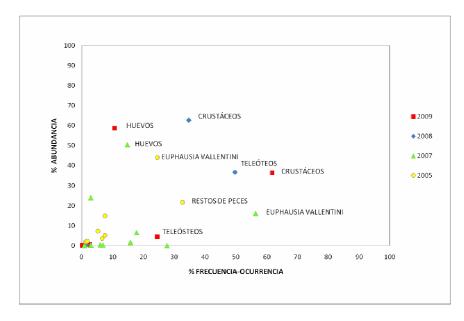


Figura 76. Representación de las estrategias alimenticias según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para los años 2005, 2007 y 2008. (•:2005, ▲:2007, •: 2008 y ■: 2009).

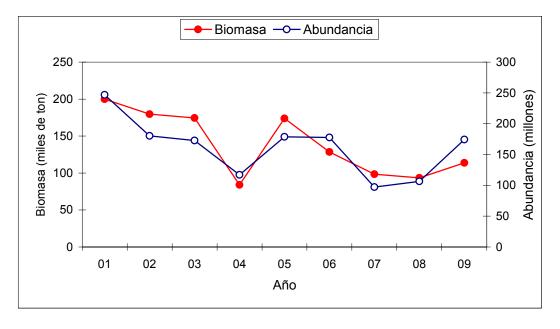


Figura 77. Estimados de biomasa y abundancia para merluza de tres aletas, años 2001-2009

Resolución Pesca de Investigación Nº2645 y captura y operación de las naves asociadas al proyecto de Investigación



Capturas y períodos de operación de las naves participantes en la Pesca de Investigación

En la Resolución exenta Nº 2645 se autorizó la operación de las naves B/H Cote Saint Jacques, B/F Cabo de Hornos y B/F Diego Ramírez.

La función de estas naves fue apoyar el muestreo biológico de la captura o reemplazo de la nave Friosur VIII, en el caso que ésta no pudiera cumplir con el programa de trabajo establecido para el crucero de prospección. En atención a que el Friosur VIII cumplió cabalmente con las actividades programadas, las naves indicadas operaron principalmente entre Noviembre y Diciembre, posterior a la ejecución del crucero (**Tabla 1**), siendo improcedente la inclusión de esa información por no cumplirse la condición espacio temporal necesaria para la validación de los datos.

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

_	Buque				
Mes	Cabo de Hornos	Diego Ramirez	Cote Saint Jacques		
Agosto	0	0	0		
Septiembre	35	0	0		
Octubre	10	80	0		
Noviembre	118	140	0		
Diciembre	153	259	0		

Fuente: IFOP



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

VALPARAISO, 0 5 A60 2009

R. EX'Nº 2645

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2009/PGE/282/DIR/ 505, de fecha 15 de julio de 2009, C.I. SUBPESCA N° 9.299-2009; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) N° 289-2009, de fecha 28 de julio de 2009; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP N° 2009-11 denominado "Evaluación hidroacústica del stock desovante de Merluza de tres Aletas, año 2009", elaborados por el solicitante y aprobados por el Fondo de Investigación Pesquera y por esta Subsecretaría; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley N° 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; los D.S. N° 144 de 1980 y N° 461 de 1995 y el Decreto Exento N° 1.675 de 2008, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, domiciliado en Blanco N° 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP N° 2009-11 denominado "Evaluación hidroacústica del stock desovante de Merluza de tres aletas, año 2009", 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° L.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 2009, 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 "COTE SAINT JACQUES" y los buques fábrica "CABO DE HORNOS" y "DIEGO RAMIREZ", cuyas características náuticas son las siguientes:

Nombre	FRIOSUR VIII	COTE SAINT JACQUES	CABO DE HORNOS	DIEGO RAMIREZ
Matrícula	2861	2787	3102	3146
Eslora de arquero	47,80	43,56	71,95	72,84
TRG (Internacional)	930,00	606,00	2.140,00	1.758,00
Potencia total instalada. (Hp)	2.870,10	1.867,00	4.229,00	2.680,00
Armador	Friosur VIII S.A.	Pesca Chile S.A.	Pesca Chile S.A.	Pesca Chile S.A.

5.- La nave hielera **FRIOSUR VIII** operará entre el 16 y el 30 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 controlar las capturas y el cumplimiento de las obligaciones antes señaladas.

Los naves "COTE SAINT JACQUES", "CABO DE HORNOS" y "DIEGO RAMIREZ", operarán entre el 16 de agosto y el 31 de diciembre, como naves de apoyo en el muestreo biológico, 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 N° 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 756 toneladas de Merluza de tres aletas *Micromesistius australis*, fraccionada de la siguiente manera: 56 toneladas para la nave "*FRIOSUR VIII*" y 700 toneladas a repartir entre las naves "*COTE SAINT JACQUES*", "CABO DE HORNOS" y "DIEGO RAMIREZ".

Sin perjuicio de lo anterior y una vez finalizado el crucero de evaluación, en el caso que se produzcan saldos en la cuota de pesca autorizada para la nave hielera "FRIOSUR VIII", éstas podrán traspasarse a la cuota autorizada de las naves "COTE SAINT JACQUES", "CABO DE HORNOS" y "DIEGO RAMIREZ".

Las toneladas antes señaladas se imputarán la fracción de la cuota global anual de captura de dicha especie reservada para fines de investigación, establecida mediante Decreto Exento Nº 1.675 de 2008, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

7.- Los titulares de las naves participantes en la presente pesca de investigación, podrá disponer de las capturas, incluyendo el desembarque y procesamiento de las mismas, una vez recopilada la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos del estudio.

8.- 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 Nº 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.

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 Nº 3101 "Instrucciones Hidrográficas Nº 1-Líneas de Sondas para Completar Sondaje de Cartas Náuticas". El reporte antes señalado deberá ser entregado a la Subsecretaría de Pesca quien lo remitirá al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile para fines de administración pesquera.

10.- El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102 del D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a su Director Ejecutivo don Juan Mauricio Braun Alegría, domiciliado en Blanco 839, Valparaíso.

11.- 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.

12.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

13.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos Nº 430, de 1991 y Nº 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.

14.- 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.

15.- 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.

16.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

17.- Transcríbase copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y al Servicio Nacional de Pesca.

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

(Firmado) JORGE CHOCAIR SANTIBAÑEZ, SUBSECRETARIO DE PESCA Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.

DEPAPTAMENTO ADMINISTRATIVO Saluda atentamente a Ud.,

JOSE SALOMON SILVA

Jefe Departamento Administrativo

"Comparación de las distribuciones de frecuencia de lances realizados por el Friosur VIII el B/F UNIONSUR mediante la docima de heterogeneidad generalizada (DHG)"

> por: Marcelo San Martín



Comparación de las distribuciones de frecuencia de las capturas realizadas por el B/H Fríosur VIII y el B/F UNIONSUR

Trabajo estadístico realizado para determinar si se debe estandarizar las capturas de ambas embarcaciones de acuerdo a las redes de pesca utilizadas

1. Área de estudio y estructura de tallas de lances de identificación

El presente crucero se desarrolló en el área comprendida entre los paralelos 47°00'S y 51°00'S, realizándose un total de 27 lances de pesca de identificación dirigidos a la captura del recurso merluza de tres aletas (Fig. 1), de los cuales en 17 de ellos (63%) se obtuvieron capturas positivas. Las capturas oscilaron entre los 9 a 4.500 kg por lance, con un promedio de 539 kg por lance. La captura de fauna acompañante fue de 19.186 kg, lo que correspondió al 67.9% de la realizada por el PAM Friosur VIII durante el crucero, la cual estuvo compuesta principalmente por merluza de cola, alcanzando los 9.834 kg (51,3%).

Además para complementar los análisis, se utilizó los datos del monitoreo biológico-pesquero, recolectados durante la faena de pesca del pesquero de altamar Unión Sur, adicionándose la información de 26 de sus lances de pesca, los que se concentraron en el área comprendida entre los 47°48'S y 49°05'S (Fig. 1). Las capturas de esta embarcación oscilaron entre los 4.470 y 219.298 kg por lance, con un promedio de 129.561 kg por lance.

1.2 Análisis estadístico de la estratificación de tallas de los lances, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG).

Con el objetivo de apreciar la existencia de diferencias en la estructura de tallas de los lances realizados en el área de estudio, se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, α = 0,05).

Para el PAM Friosur VIII, y pese a la gran amplitud del área de estudio, la prueba estadística indicó que un 94,1% de los lances realizados, cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptando la hipótesis nula. Solo un caso muestra una estructura estadísticamente distinta a la estructura general formada por todos los lances de la zona de estudio, sin embargo, este se considera dentro del grupo total debido a su cercanía geográfica (**Tabla 1**).

En el caso del PAM Unión Sur, la prueba estadística indica que el 100% de los lances realizados, cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptando la hipótesis nula (**Tabla 2**). Esta homogeneidad de los lances



podría tener su base en la cercanía geográfica de los lances realizados, los que se concentraron en un área menor a la abarcada por el PAM Friosur VIII (**Fig. 1**).

Al analizar la totalidad de los lances realizados por ambas embarcaciones, la prueba estadística indicó que un 95,4%, cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptando la hipótesis nula. Solo en dos casos (lances 25 y 26 del PAM Friosur VIII), ubicados al sur del área de estudio, muestran una estructura estadísticamente distinta a la estructura general formada por todos los lances de la zona de estudio, sin embargo, estos se consideran dentro del grupo total debido a su cercanía geográfica con los demás lances (**Tabla 3**).

La **Figura 2** entrega las distribuciones de frecuencia acumulada del B/H Friosur VIII y el B/F UnionSur.



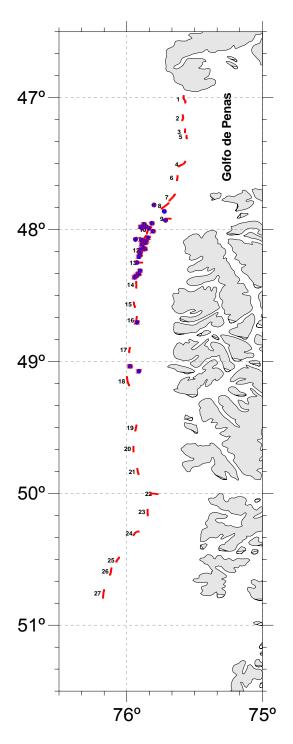


Figura 1. Distribución de los lances realizados por PAM Friosur VIII (rojo) y PAM Union Sur (Azul).



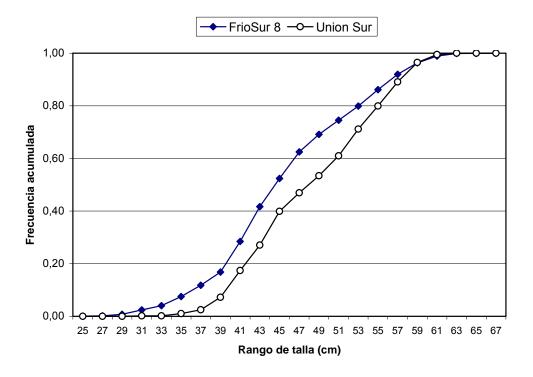


Figura 2 Distribuciones de frecuencia acumulada del B/H Friosur VIII y el B/F UnionSur.



Tabla 1

Comparación de la estructura de talla entre lances realizados por PAM Friosur VIII, para merluza de tres aletas, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero merluza de tres aletas 0908.

	X ² crítico=	55
Parámetros	N° de categorías=	40
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	17
	np=	560
Lances	X ² calculado	Но
16	6.97	NR
19	7.32	NR
13	7.87	NR
6	8.20	NR
11	8.26	NR
14	11.84	NR
23	12.02	NR
17	14.13	NR
3	15.88	NR
10	17.80	NR
1	18.20	NR
15	19.45	NR
20	21.20	NR
9	23.70	NR
26	30.95	NR
25	31.51	NR
2	99.10	R
% APROBA	CIÓN	94.12

Ho= La estructura de talla de la zona es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de zonas.



Tabla 2

Comparación de la estructura de talla entre lances realizados por PAM Unión Sur, para merluza de tres aletas, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero merluza de tres aletas 0908.

	X ² crítico=	44
Parámetros	N° de categorías=	31
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	26
	np=	576
Lances	X ² calculado	Но
110	0.68	NR
120	0.86	NR
113	0.93	NR
127	0.95	NR
132	2.41	NR
129	2.44	NR
111	2.49	NR
135	2.59	NR
134	2.79	NR
124	2.86	NR
112	3.09	NR
131	3.20	NR
109	3.53	NR
116	3.78	NR
125	4.13	NR
108	4.82	NR
117	4.82	NR
118	5.27	NR
130	5.55	NR
128	5.72	NR
106	6.64	NR
115	7.97	NR
107	8.10	NR
114	8.14	NR
105	11.38	NR
121	39.94	NR
% APROBA	CIÓN	100.00

Ho= La estructura de talla de la zona es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de zonas.



Tabla 3

Comparación de la estructura de talla entre lances realizados por ambas embarcaciones, para merluza de tres aletas, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero merluza de tres aletas 0908.

	X ² crítico=	
D ((A Critico=	55
	N° de categorías=	40
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	43
	np=	940
Zonas	X ² calculado	Но
127	0.94	NR
110	1.03	NR
108	1.11	NR
117	1.11	NR
120	1.18	NR
113	1.40	NR
129	1.40	NR
124	1.51	NR
125	1.64	NR
112	2.07	NR
132	2.80	NR
135	3.19	NR
6	3.43	NR
115	3.57	NR
111	3.85	NR
116	3.90	NR
130	3.94	NR
11	4.23	NR
134	4.78	NR
109	4.89	NR
3	5.07	NR
131	5.35	NR
10	5.44	NR
118	5.44	NR
107	5.57	NR
106	5.64	NR
128	7.07	NR
16	7.88	NR
105	10.33	NR
114	10.57	NR
13	10.90	NR
121	12.38	NR
14	13.87	NR
2	19.38	NR
_ 19	23.20	NR
23	25.42	NR
20	28.41	NR
17	30.28	NR
1	30.73	NR
15	42.84	NR
9	48.98	NR
26	81.77	R
25	84.72	R
% APROBA		95.35

Ho= La estructura de talla de la zona es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de zonas.

Personal participante por actividad y objetivo específico



PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPECÍFICO FIP N° 2009-11

Objetivo específico 2.1

	ACTIVIDAD					
	Preparación		Procesamiento	Análisis	Elaboración	
PERSONAL	crucero	Crucero	de datos	de datos	Informes	TOTAL
A. Saavedra	40	140	160	110	90	540
J Castillo	10	0	0	90	20	120
F. Leiva	40	140	120	60	0	360
M. San Martin	0	140	0	0	0	140
Z. Young	20	0	10	10	0	40
JC. Saavedra	20	0	100	50	20	190
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
F. Mañao	0	28	0	0	0	28
R. Gallardo	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
TOTAL	130	532	390	320	130	1.502

NOTA: Debido a requerimientos operacionales el Sr. Bernardo Leiva, es reemplazado en el crucero por el Sr. Marcelo San Martín, Biólogo Marino MSc©, desempeñándose como Investigador acústico. El mismo motivo lleva a reemplazar en el crucero de prospección a los Sres. Demetrio Diaz y Luis Contreras por los Sres. Francisco Mañao y Richard Gallardo, ambos Observadores Científicos del IFOP, con amplio conocimiento y experiencia en el muestreo biológico de la merluza de tres aletas, los cuales cumplen funciones regulares de muestreo en la PDA.

Objetivo específico 2.2

	ACTIVIDAD					
	Preparación		Procesamiento	Análisis	Elaboración	
PERSONAL	crucero	Crucero	de datos	de datos	Informes	TOTAL
R. Cespedes	20	0	200	160	80	460
L. Adasme	0	0	310	90	10	410
Z. Young	5	0	10	10	0	25
V. Ojeda	20	0	80	100	120	320
M. Miranda	0	0	810	0	0	810
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
F. Mañao	0	28	0	0	0	28
R. Gallardo	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
TOTAL	45	112	1.410	360	210	2.137

NOTA: La asignación de las horas hombre de los señores Oscar Náncul, José Osorio, Juan Maripillán y Raúl Cárdenas corresponde a horas de crucero como muestreadores, recolectando las muestras que sirvieron para el resto de los objetivos



Objetivo específico 2.3

	ACTIVIDAD					
	Preparación		Procesamiento	Análisis	Elaboración	
PERSONAL	crucero	Crucero	de datos	de datos	Informes	TOTAL
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
F. Mañao	0	28	0	0	0	28
R. Gallardo	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
TOTAL	5	112	930	160	130	1.337

Objetivo específico 2.4

		ACTIVIDAD				
	Preparación		Procesamiento	Análisis	Elaboración	
PERSONAL	crucero	Crucero	de datos	de datos	Informes	TOTAL
M. San Martin	0	0	150	60	45	255
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
F. Mañao	0	28	0	0	0	28
R. Gallardo	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
TOTAL	0	112	150	60	45	367

NOTA: Debido a requerimientos profesionales el Sr. Esteban Molina es reemplazado en el desarrollo del objetivo específico 2.4 por el Sr. Marcelo San Martín, Biólogo Marino MSc© Investigador del Departamento de Evaluaciones Directas.

Objetivo específico 2.5

		ACTIVIDAD						
	Preparación	Preparación Procesamiento Análisis Elaboración						
PERSONAL	crucero	Crucero	de datos	de datos	Informes	TOTAL		
A. Saavedra	0	0	130	70	35	235		
JC. Saavedra	0	0	10	30	0	40		
TOTAL	0	0	140	100	35	275		



Objetivo específico 2.6

		ACTIVIDAD				
	Preparación		Procesamiento	Análisis	Elaboración	
PERSONAL	crucero	Crucero	de datos	de datos	Informes	TOTAL
O. Nancul	0	28	0	0	0	28
F. Mañao	0	28	0	0	0	28
R. Gallardo	0	28	0	0	0	28
R. Cardenas	0	28	0	0	0	28
P. Rojas	0	0	430	80	70	580
TOTAL	0	112	430	80	70	692

Presentaciones Taller de Resultados (Presentaciones en CD)



Taller

Entrega de Resultados proyecto FIP Nº 2009-11

"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza tres aletas, año 2009"

Viernes 19 de marzo de 2010, entre las 10:00 hrs. y las 13:30 hrs.

Lugar: Salón Auditórium "Marcos Espejo Vidal" de IFOP, Blanco Encalada Nº 839, Valparaíso.

OBJETIVO GENERAL PROYECTO: Evaluar 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.

PROGRAMA

10:00 hrs Bienvenida a los asistentes y antecedentes del proyecto; Jefe del proyecto, Sr. Álvaro Saavedra, IFOP, 15 ')

10:15 hrs Exposición de metodologías y resultados del proyecto:

- Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas (Sr. Álvaro Saavedra, IFOP, 15'.
- Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas Sr. Renato Céspedes y Sra. Vilma Ojeda, IFOP, 30'.
- Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. Sr. Eduardo Díaz, IFOP, 15'.

Coffee-Break (15')

- Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas Sr. Marcelo San Martín, IFOP, 15'.
- Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio Sr. Álvaro Saavedra, IFOP, 15'.
- Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio; Sra. Patricia Rojas, PUCV, 15'.
- 12:15 hrs Discusión de resultados
- 13:30 hrs Término taller

fuente: http://www.ifop.cl/noticias_list.php



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

Proyecto FIP Nº 2009-11

"Evaluación hidroacústica del stock desovante merluza de tres aletas, año 2009"

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Marzo del 2010





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)	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) (<mark>36 cm</mark>)			

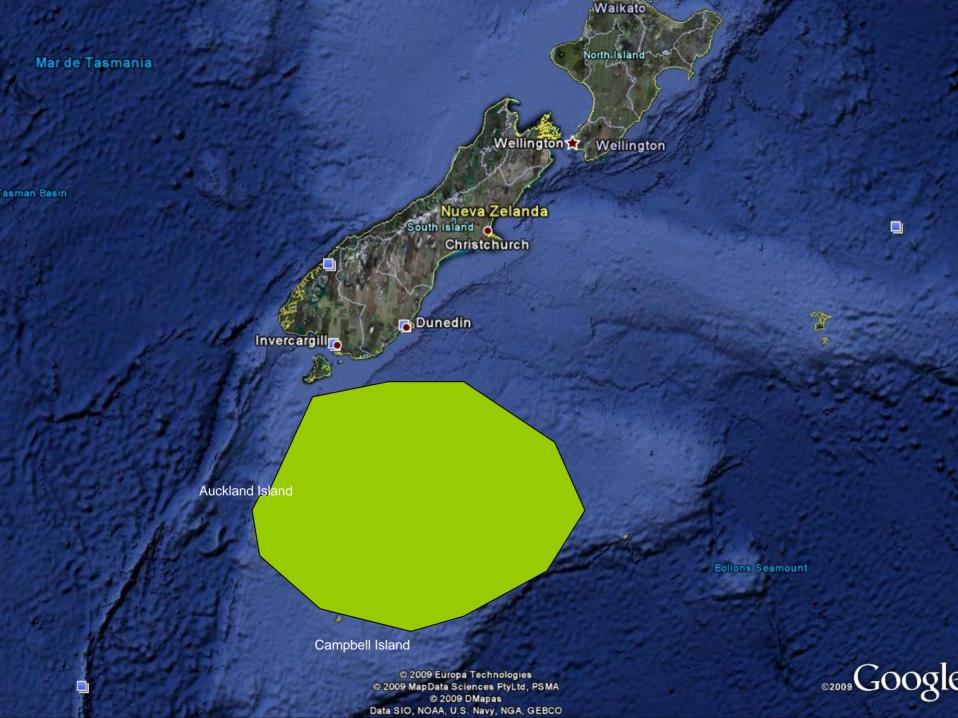
Fuente: SubPesca

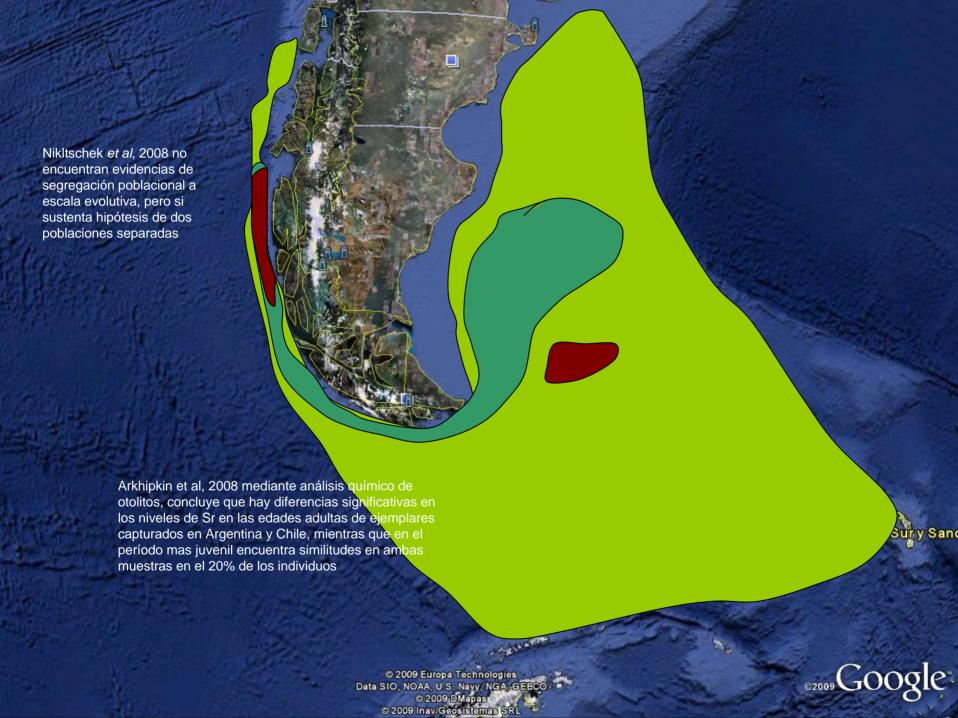






Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable







Desembarques merluza de tres aletas (1987-2008)



Fuente: SubPesca

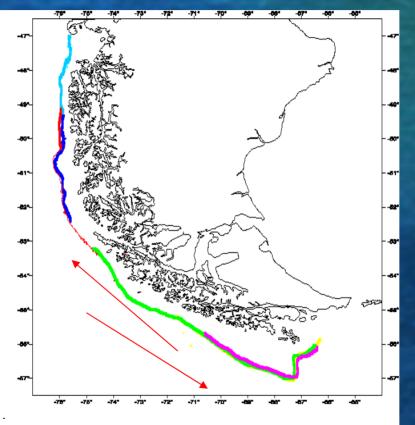


Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2008) zona sur exterior (47°S-57°S)

Mes	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Julio	67	13	31	50	29	28	20	19	18	14	7	11	10	11	7
Septiembre	68	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30	31	29	33	29
Octubre	33	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23	18	18	22	16
Noviembre	28	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-	-	-	-	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 nueve proyectos de investigación orientados a evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas, ocho 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 2009.

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 Pesca Chile, quien manifestó su interés en participar con el B/H Friosur VIII



Objetivo Nº 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 (2009)

B/H "Friosur 8" Eslora: 54 m

Sistema ecointegración marca Simrad, modelo EK-60, conectado a transductor ES38B (split-beam) de 38 Khz

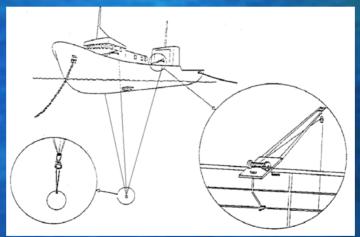


Información respaldada y procesada mediante software SonarData Echoview®



CALIBRACIÓN SISTEMA ACUSTICO

En los cruceros hidroacústicos es esencial que el ecosonda sea correctamente calibrado, durante este proceso un blanco de referencia con una fuerza de blanco (TS) conocida es posicionada dentro del haz acústico, comparándose la medición del TS registrado por el equipo con el TS conocido del blanco estandar.



En los equipos utilizados actualmente, si se debiera ajustar el ecosonda a la nueva ganancia, esto es hecho automáticamente por el software.



Resultados calibración "Friosur 8"

Lugar	Estero Bután
Fecha	17/08/2009
Buque	Friosur VIII
Ecosonda	Simrad EK 60
Transductor	ES38B
Profundidad esfera	11 m
Profundidad fondo	34 m
Frecuencia	38 KHz
Ganancia (2007)	22,05 dB
Ganancia anterior (2008)	21,50 dB (-0,55 dB)
Ganancia (calibración)	20,08 dB (-1,42 dB)
TS esfera	-33,6 dB
Sa corrección	-0,56 dB
Ancho de banda	2,43 KHz
Intervalo de muestreo	0,189 m
Coeficiente de absorción	8,0 dB/km
Velocidad del sonido	1480,2 m/s
2-way beam angle	-20,6 dB



RED DE PESCA

- •Red arrastre de mediagua Gloria 896
- •Comercial, de uso normal en la pesquería
- •Desarrollo vertical 40-45 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

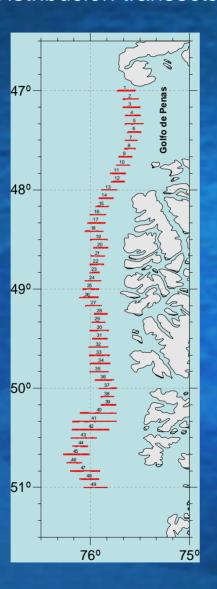
PERÍODO

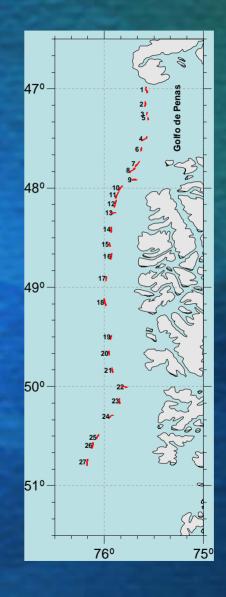
Durante agosto



Distribución transectas

Distribución lances





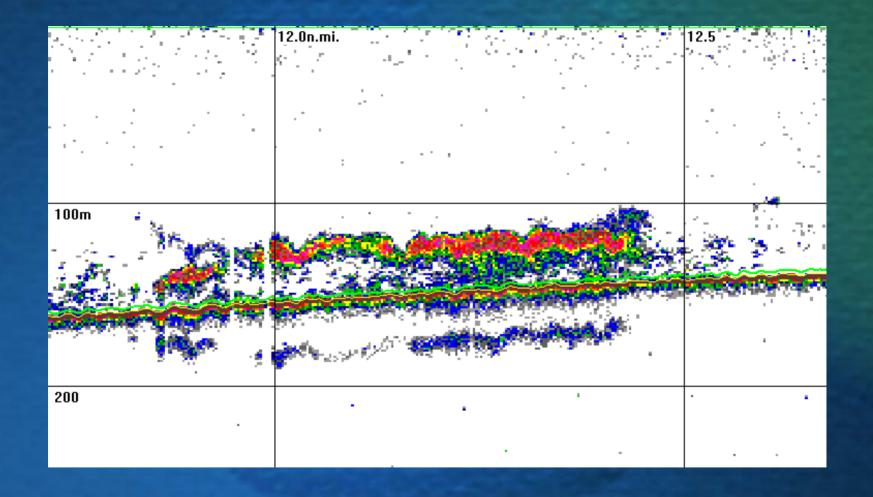


Se realizó un total de 27 lances de reconocimiento, efectuados lo mas cercano al momento de la detección, a fin de disminuir la variabilidad espacio temporal en la asignación de especies recurrentes al lance



Estimación de Abundancia y Biomasa







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:

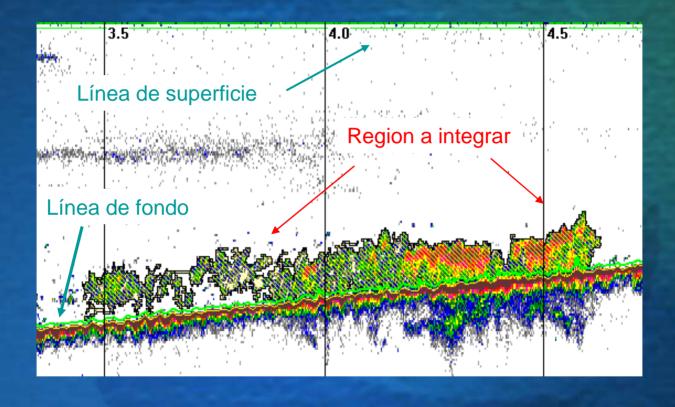
- 1. Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitan las zonas de integración superior e inferior.
- 2. Revisión y edición de la línea de fondo, la cual es corregida en las zonas en que hay pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confunde con señales de agregaciones muy cercanas a éste, Esta corrección de la señal de fondo genera un límite inferior para el área de integración.



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







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 ($S_{A(i)}$) del intervalo básico de muestreo es proporcional a su participación en la captura en número (wi) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersión acústico (σ).

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



Estimación de la Abundancia (N°) y de la Biomasa (ton)

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

$$\left| \hat{B}_{k} \right| = \hat{A}_{k} \vec{w}_{k}$$

$$C_n = (4\pi x 10^{\frac{TS}{10}})^{-1}$$

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

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

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



Estimación de la varianza de la Abundancia y de la Biomasa

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

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(P_k)\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k)P_k^2 - \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{V}(\hat{R}_k)$$

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

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0,1\overline{TS}+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k)\hat{V}(\hat{\beta}) + 2\log L_k \operatorname{cov}(\alpha, \beta)$$



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

- Se estimó a partir de las densidades locales
- Se elaboran cartas de contornos
- Se estimó el centro de gravedad (CGi) como indicador de la posición media de la distribución del stock de la merluza de tres aletas en el área de estudio.

$$CG_i: \frac{\int x_i * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx}$$



RESULTADOS

La biomasa de merluza de tres aletas fue estimada en: 113.730 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 96.845 y 130.616 toneladas.

La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimo en 174,23 millones de ejemplares, con un intervalo de confianza entre 149,82 y 198,63 millones de ejemplares.

Respecto al 2008, se observo un incremento del 22% en la estimación de biomasa y de un 63% en la estimación de la abundancia



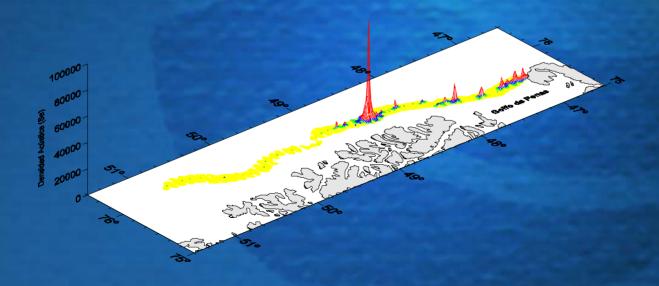
2009 CG: 48°05'S 18 - 29 agosto

Recurso con actividad reproductiva en desarrollo, próximo a iniciar desove masivo Biomasa: 113.730 ton,

CV 0,09

Abundancia: 174,2 millones,

CV 0,09



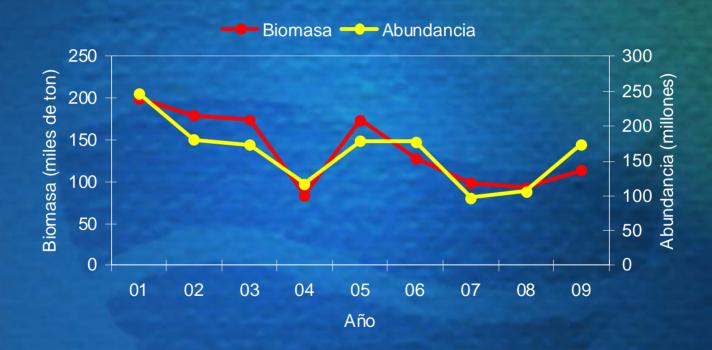


Biomasa y Abundancia años 2001-2009

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



Biomasa y Abundancia años 2001-2009





CONCLUSIONES

Se estimó una Biomasa de 113.730 ton con límites de confianza entre 96.845 y 130.616 ton y una abundancia de 174,2 millones de individuos

Se observó un repunte respecto al año 2008 en el estimado de biomasa del 22% y una importante alza en el número de individuos, del orden del 63%, llegando la abundancia a niveles observados en años anteriores, lo cual es señal de que el recurso se encontraría en estado "sano".

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



Fuentes de incertidumbre y minimización de éstas

Validez de la relación fuerza de blanco-talla

Uso histórico de la misma relación permite comparar estimados como valores relativos año a año. Nueva relación determinada por Lillo *et al*, 2006 permite establecer nueva base de comparación.

"Timing" o período en que se realiza el crucero

Antecedentes históricos permiten determinar el mejor período de ejecución del crucero



Fuentes de incertidumbre y minimización de éstas

Interpretación de ecograma y asignación de S_A

Lances de pesca de identificación en zonas donde se detecta recurso sumado a experiencia del patrón de pesca y del lector de ecogramas garantiza una adecuada asignación

Pérdida de información por "cabeceo" o "roleo" del buque

Navegación de la transecta en sentido oeste-este permite que el buque vaya "empopado" disminuyendo el cabeceo y por ende la pérdida de señal acústica



Fuentes de incertidumbre y minimización de éstas

Re-insonificación del recurso

En base a los antecedentes de zonas de pesca al inicio del crucero, se decide el punto de inicio (norte o sur) a fin de eliminar esta posibilidad.



RELACIONES TS UTILIZADAS

$$\overline{TS} = 20*\log(talla) - 68,5$$
 (dB) (Lillo et al., 1996)

Utilizado para merluza común

$$TS = 20 * Log(talla) - 69,1$$
 (Lillo et al.,2006)

Determinada para merluza de tres aletas chilena, utilizada desde el 2006, significó un aumento del 15%



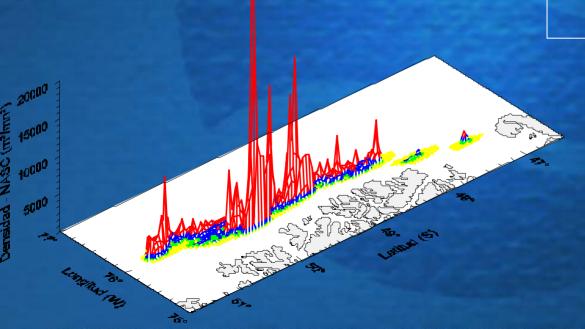
2001 CG: 49°24'S 29 - 8 septiembre

Recurso en desove masivo con primeros indicios de declinación de actividad

Biomasa: 199.975 ton,

CV 0,22

Abundancia: 246,5 millones,





2002

CG: 48°27'S

3 - 17 agosto

Recurso próximo a comenzar desove masivo

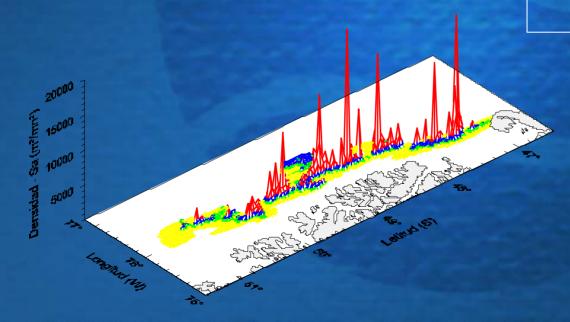
Biomasa:

179.600 ton,

CV 0,08

Abundancia:

180,4 millones,





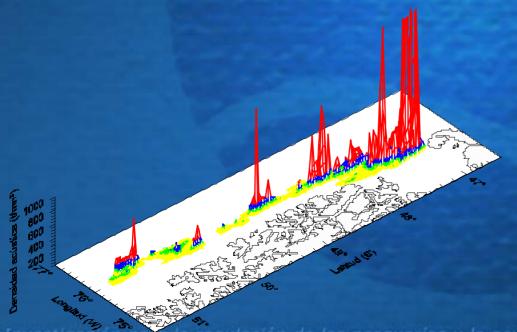
2003 CG: 47°45'S 2 - 15 agosto

Recurso en desove masivo Sin indicios de declinación de actividad



CV 0,20

Abundancia: 172,9 millones,





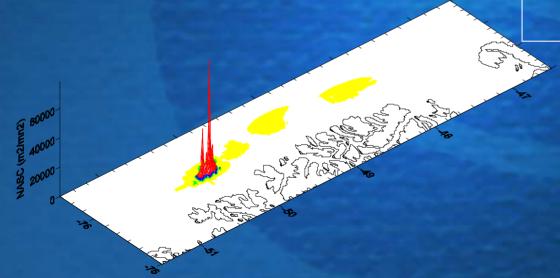
2004 CG: 50°10'S 2 - 14 septiembre

Declinación y finalización actividad de desove

Biomasa: 83.886 ton,

CV 0,20

Abundancia: 117,1 millones,





2005

CG: 48°46'S

13 - 22 agosto

Recurso principalmente en estado desovante y en maduración con desove parcial

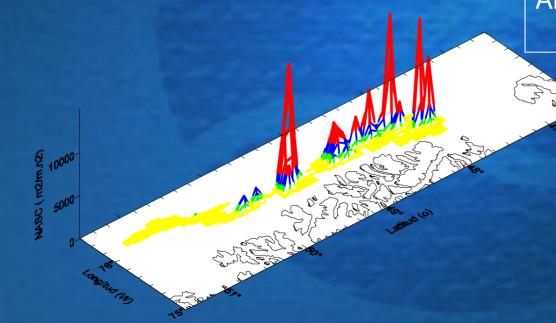
Biomasa:

173.876 ton,

CV 0,15

Abundancia:

178,8 millones,





2006

CG: 49°16'S

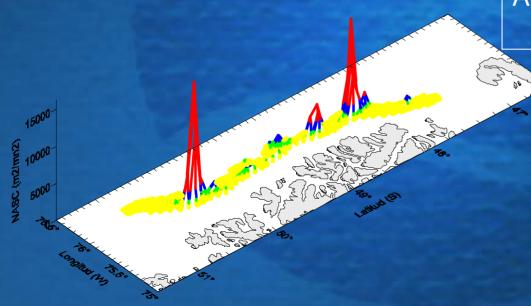
20 - 27 agosto

Recurso en pleno proceso reproductivo con avanzado estado de la fase de desove

Biomasa: 128.522 ton,

CV 0,07

Abundancia: 177,8 millones,





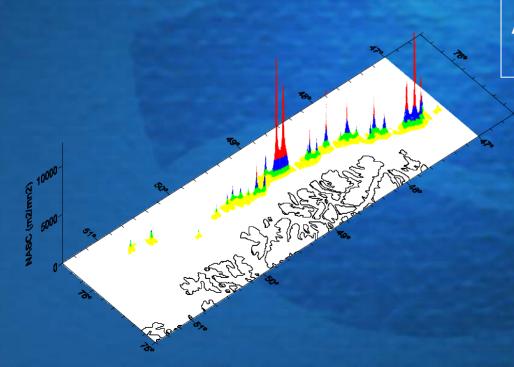
2007 CG: 48°29'S 20 - 26 agosto

Recurso con actividad reproductiva en pleno desarrollo

Biomasa: 98.500 ton,

CV 0,12

Abundancia: 97,4 millones,





2008

CG: 48°38'S

15 - 28 agosto

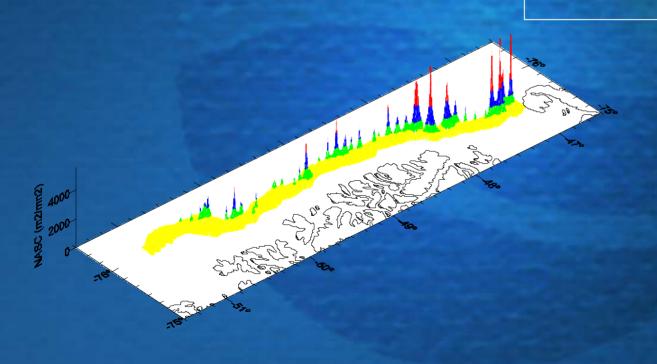
Biomasa:

93.463 ton,

CV 0,06

Abundancia:

106,6 millones,





Composición de talla del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, 2009

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 (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos biológicos (talla, sexo, y extracción de otolitos).

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 2008.



En la estimación de la composición de longitud se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca:

$$\hat{P}_{k} = \sum_{j=1}^{m} \frac{Y_{j}}{Y_{0}} \cdot \hat{P}_{jk}$$
 $Y_{0} = \sum_{j=1}^{m} Y_{j}$

$$Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j$$

$$P_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

donde:

```
Lance j = 1, 2, 3, \dots, j
```

Clase de talla k = 1,2,3....k

Y_j Captura (en peso) del lance j

Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j

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.



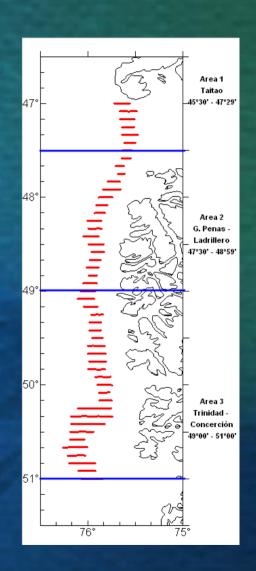
RESULTADOS Y ANALISIS

Ejemplares medidos en el 2009 para el área total

Indicador	Macho	Hembra	Total
n	2161	903	3064
Mín. (cm)	25	28	25
Máx. (cm)	64	67	67
Prom. (cm)	47,6	53,2	49,4
D. est. (cm)	1,83	2,95	1,69
% < 35 cm	4,7	0,2	3,4
Pr. Sex. (%)	68,9	31,1	100

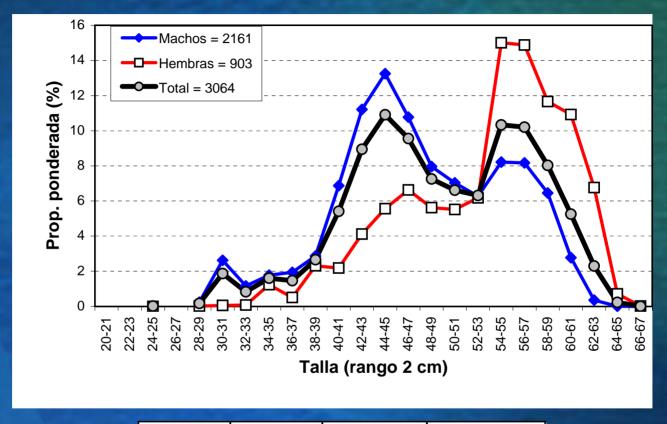
Ejemplares medidos entre 2001 y 2009

		AREA		
AÑO	1 Taitao	2 G. Penas - Ladrillero	3 Trinidad - Concepción	TOTAL
2001	867	1502	4655	7024
2002	2438	4322	6727	13487
2003	644	637	112	1393
2004		659	979	1638
2005		2422	1495	3917
2006		1545	2275	3822
2007		1259	65	1324
2008	489	895	426	1810
2009	899	1820	345	3064





Distribución de talla de merluza de tres aletas para el área total, agosto 2009.

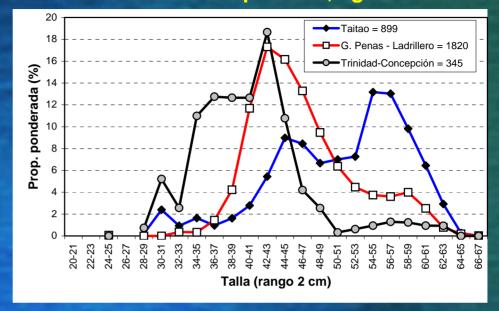


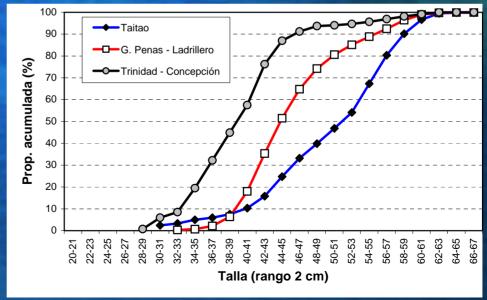
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	2161	903	3064
Mín. (cm)	25	28	25
Máx. (cm)	64	67	67
Prom. (cm)	47,6	53,2	49,4
D. est. (cm)	1,83	2,95	1,69
% < 35 cm	4,7	0,2	3,4
Pr. Sex. (%)	68,9	31,1	100



Distribución de talla de merluza de tres aletas por área, agosto 2009.

Indicador	Taitao	G. Penas -	Trinidad -
		Ladrillero	Cocepción
n	899	1820	345
Mín. (cm)	29	25	28
Máx. (cm)	65	67	62
Prom. (cm)	50,7	46,6	40,6
D. est. (cm)	1,6	1,8	2,7
% < 35 cm	1,65	0,50	12,5
Mac:Hemb (%)	68 : 32	70 : 30	81 : 19

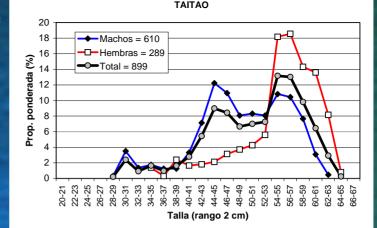




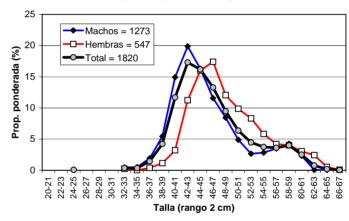


Distribución de talla de merluza de tres aletas por área y sexo, agosto 2009.

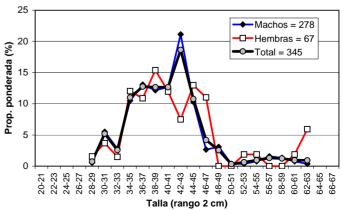
Zona	Sexo	n	Prom. (cm)	% < 35 cm	Pr. Sex. (%)
Taitao	Macho	610	48,9	5,8	68,0
	Hembra	289	54,8	0,0	32,0
	Total	899	50,7	1,6	
G.Penas -	Macho	1273	45,7	0,7	69,6
Ladrillero	Hembra	547	48,8	0,2	30,4
	Total	1820	46,6	0,50	
Trinidad -	Macho	278	40,4	12,7	80,6
Concepción	Hembra	67	41,8	11,1	19,4
	Total	345	40,6	12,5	



G. PENAS - LADRILLERO



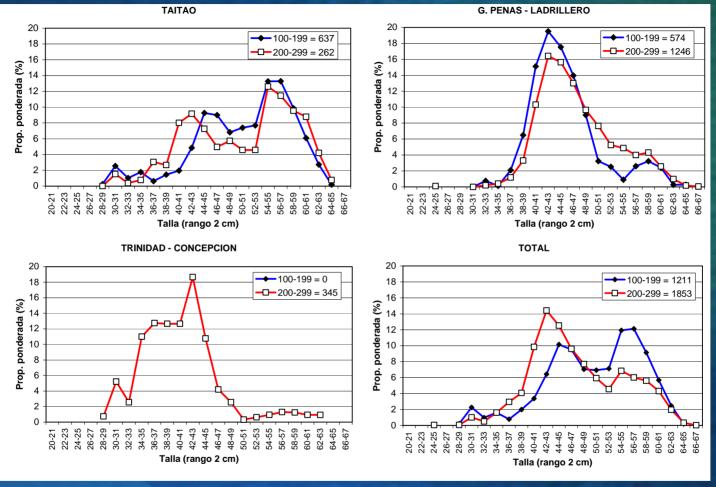
TRINIDAD - CONCEPCION







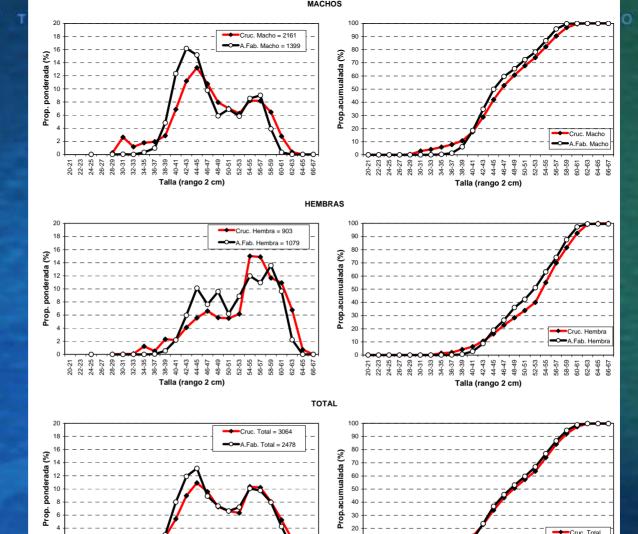
Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) y área, agosto 2009.

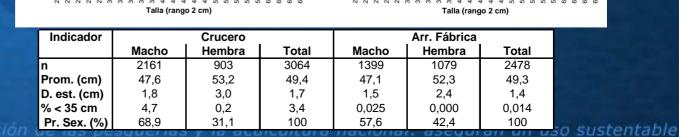


Indicador	Taitao		G. Penas - Ladrillero		Trinidad - Concepción		Total	
	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m	100-199 m	200-299 m
n	637	262	574	1246		345	1211	1853
Prom. (cm)	50,8	50,5	45,2	47,1		40,6	50,2	47,5
D. est. (cm)	1,7		2,3	2,5		2,7	1,8	2,1
% < 35 cm	4,3	1,9	0,8	0,4		12,5	3,9	2,1
Pr. Sex. (%)	70 : 30	62 : 38	81 : 19	65 : 35		82 : 18	70 : 30	66 : 34



Distribución de talla de merluza de tres aletas del crucero (agosto 2009) y de captura comercial en la flota arrastrera surimera (agosto 2009).



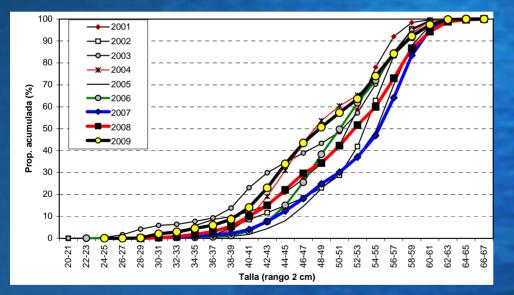


A.Fab. Total

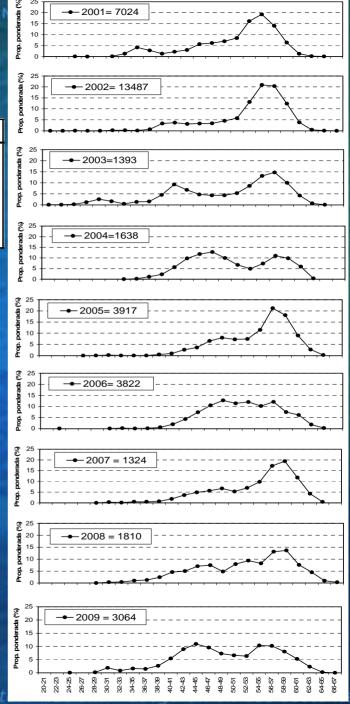


Distribución de talla de merluza de tres aletas entre 2001 y 2009. Ambos sexos.

Año	Talla prom.	Desv est.	< 35 cm	Prop. Sex	ual %	20-33 cm	34-49 cm	>= 50 cm
	(cm)	(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

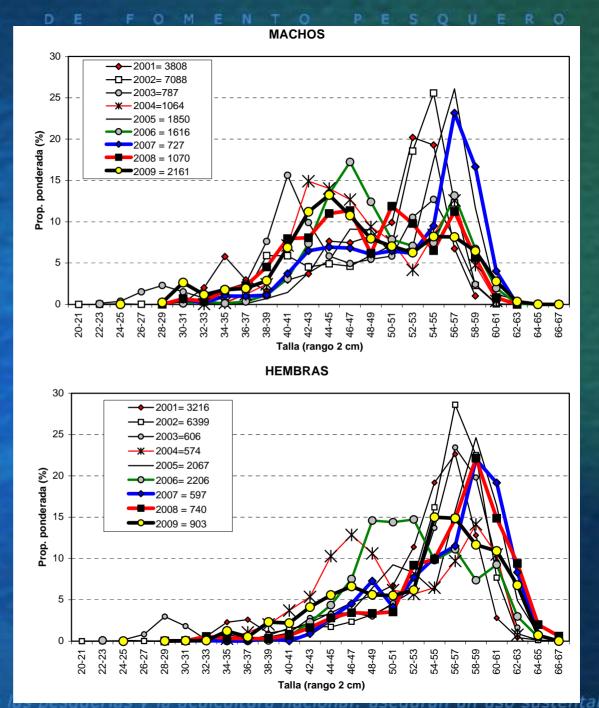


	2002	Unzen Julio
	2003	A. Molina Agosto
	2004	A. Molina Septiembre
	2005	Unzen Agosto
	2006	Unzen Agosto
	2007	O. Dawn Agosto
	2008	Frio Sur VIII Agosto
Territor State and State	2009	Frio Sur VIII Agosto
investigación i	Jai a ia i	cydiacidii de ias pes





Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo entre 2001 y 2009.

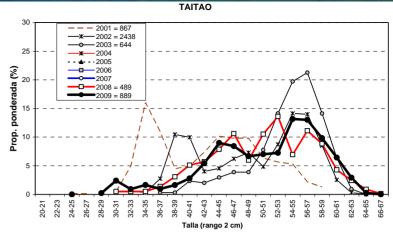




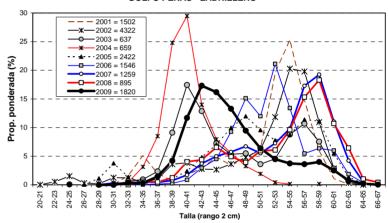


Distribución de talla de merluza de tres aletas por zona entre 2001 y 2009.

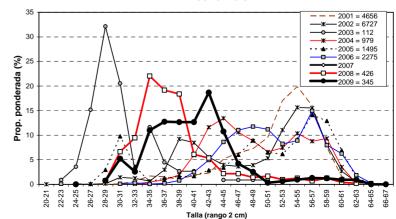
Prom. (cm)	Taitao	G. Penas -	Trinidad -	Desv est. cm	Taitao	G. Penas -	Trinidad -
		Ladrillero	Cocepción			Ladrillero	Cocepción
2001	43,0	51,0	52,0	2001	7,2	6,7	5,8
2002	48,6	48,1	46,6	2002	7,9	8,7	7,8
2003	50,7	48,1	33,4	2003	4,8	7,4	4,9
2004		41,9	47,7	2004		3,6	6,2
2005		53,3	55,1	2005		6,5	8,7
2006		51,8	51,4	2006		0,0	0,0
2007		53,8	56,0 (n=62)	2007		2,1	6,1
2008	50,4	53,7	37,9	2008	2,8	2,3	2,6
2009	50,8	46,6	40,6	2009	1,6	0,03	2,7
% <35 cm	Taitao	G. Penas -	Trinidad -	Mac:Hemb %	Taitao	G. Penas -	Trinidad -
		Ladrillero	Cocepción			Ladrillero	Cocepción
2001	13,3	4,5	1,5	2001	53 : 47	72 : 28	49 : 51
2002	1,2	5,3	3,1	2002	56 : 44	51:49	52 : 48
2003	0,0	1,1	80,4	2003	48 : 52	64 : 36	60 : 40
2004		0,8	0,6	2004		78 : 22	47 : 53
2005		0,1	0,7	2005		57:43	45 : 55
2006		0,3	0,5	2006		20:80	51 : 49
2007		0,5	0,5	2007		49 : 51	34 : 66
2008	1,0	0,0	25,9	2008	61:39	45 : 55	64 : 36
2009	4,0	0,5	12,5	2009	68 : 32	70 : 30	81 : 19



GOLFO PENAS - LADRILLERO



TRINIDAD - CONCEPCION





CONCLUSION

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2009 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 49 cm, predominio de los machos (69%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (3,4% < 35 cm).

La estructura de talla del 2009 registró una forma bimodal. Una moda adulta de tallas mayores entre los 50 y 65 cm, y otra moda adulta de tallas menores entre 38-49 cm.

En los últimos tres años de estudio (2007 a 2009) se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (75% en el 2007 a 49% en el 2009), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (24% en el 2007 a 48% en el 2009).

En los nueve 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

Proyecto FIP Nº 2009-11

EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL STOCK

DESOVANTE DE MERLUZA DE TRES ALETAS,

AÑO 2009.

V. Ojeda C.

M. Miranda P.

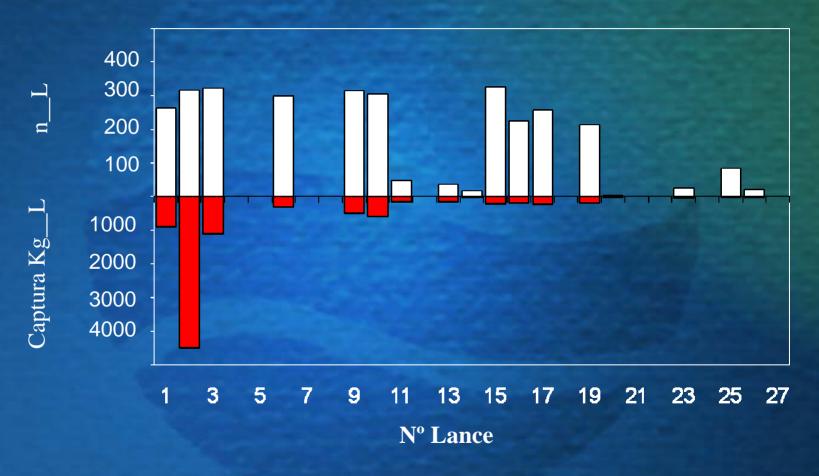


Aspectos Metodológicos

7.72	Muestras Colectadas								
Año	Muestreo Longitudes	Muestreo Biológico (otolito							
	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					



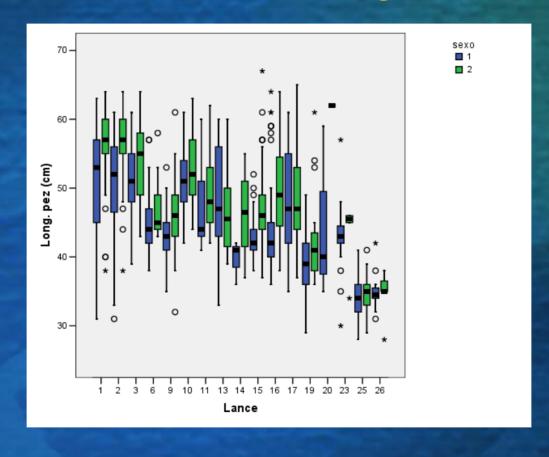
Captura y muestreo de longitudes (n) por lance de pesca



- N muestreado
- Captura



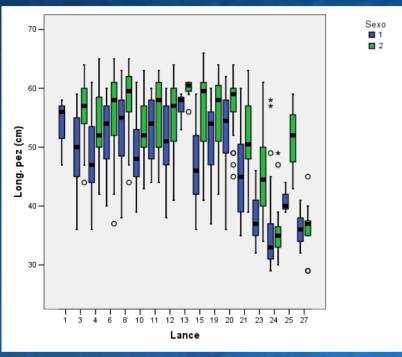
Muestreo Biológico

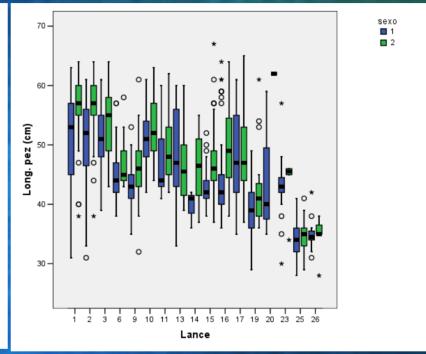




Muestreo Biológico

2008 2009





Rango 29 - 66 cm

Me machos: 49 cm

Me hembras: 57 cm

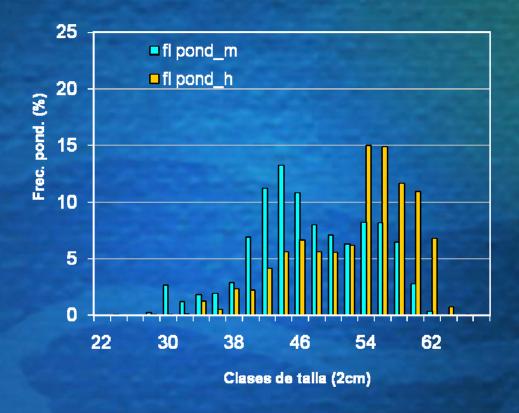
Rango 28 - 67 cm

Me machos: 45 cm

Me hembras: 49 cm

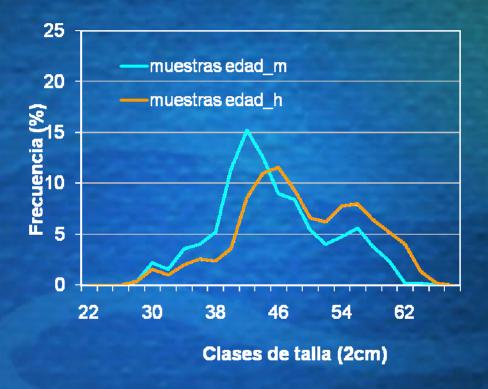


Distribuciones de frecuencia ponderada



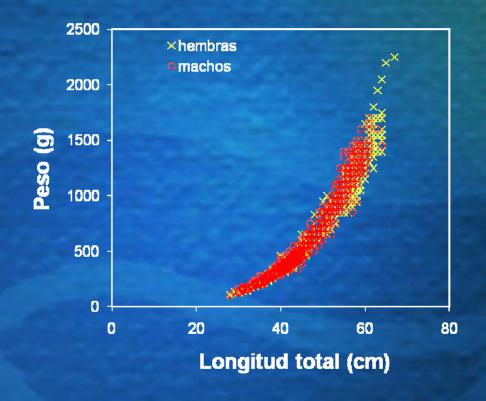


Muestras en que se realizó el estudio de Edad



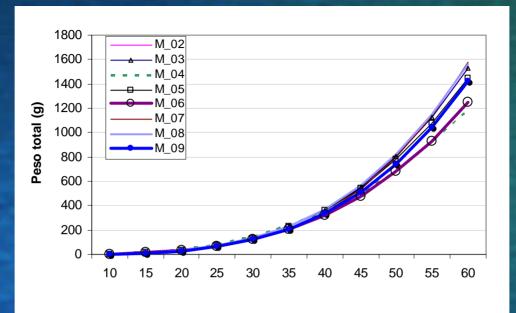


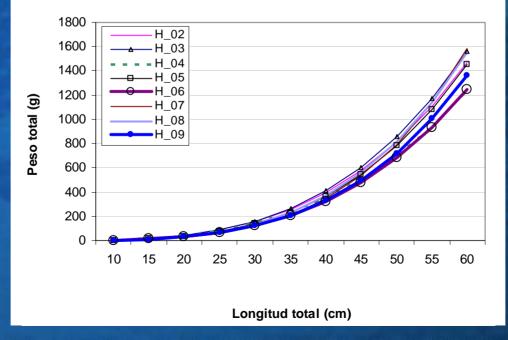
Peso-longitud_dispersión de variables-2009





W-L (2002 -2009)





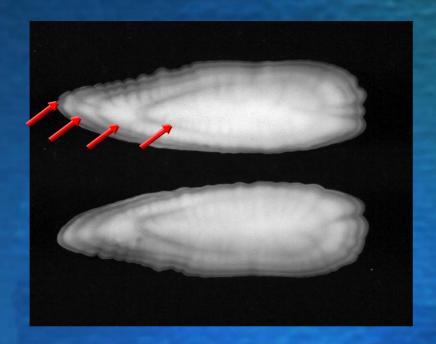


Cauda

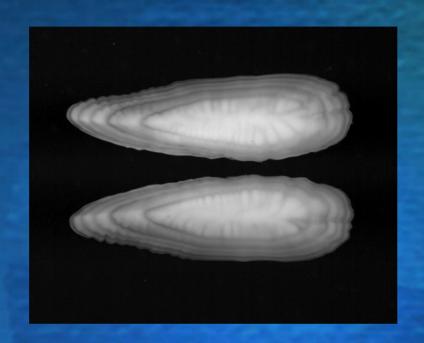


Rostro

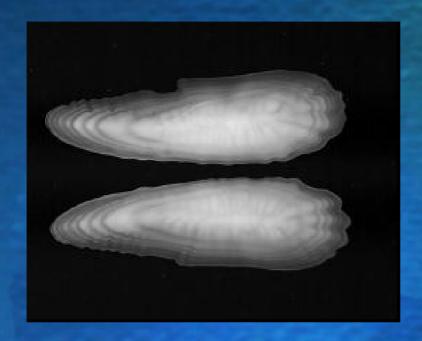
















www.ifop.cl

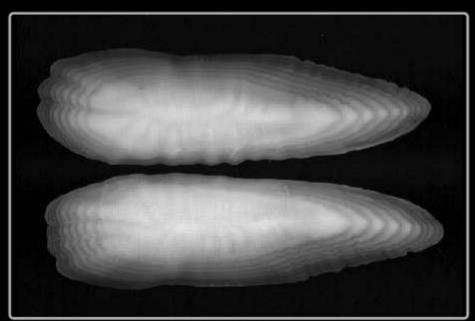


Metodología

.....

OEH

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en capsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se emplea pulido para distinguir mejor los annuli.
- El grano de lija empleado es según necesidad y se emplea desde 600 hasta 1500.
- En ocasiones se emplea tinción negra para facilitar contraste en la observación.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X.
- Se sumerge la muestra en liquido clarificante.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros. Los datos obtenidos de la lectura són ingresados en BD.



Otolito entero de merluza de tres aletas de longitud pez 48cm.





Otofito entero de mertuza de tres aletas, fongitud pez 4/Digitio entero de mertuza de tres aletas, fongitud pez 4/1 cmz

Nombre Común:	Merluza de tres aletas Micromesistius australis		
Nombre Científico:			
Estructura:	Otolitos		
Técnica para Lectura:	OEH /		



Estudios Morfológicos

Identificación de stocks

Vías de migración

Dispersión larval

Estudios de lugares de nacimiento

Alimentación, dieta de predadores

Arqueológicos



Estudios Morfométricos

Edad
Estructura poblacional
Longevidad
Retrospectiva-nacimiento
Parámetros poblacionales

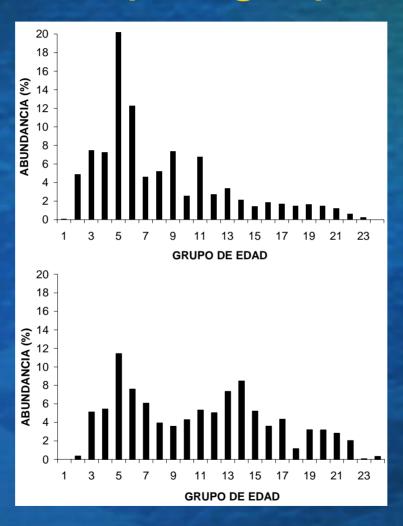
Validación de la edad Uso de marcas naturales y marcas químicas

Tasa de Crecimiento

Variables ambientales Reconstrucción de historia de tº y S º/_{oo}

Estructura por grupos de edad

Stock
Desovante
Agosto
2009



Machos

Hembras



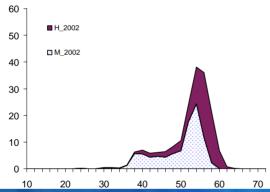
Estructura de la abundancia por talla y GE

2001

ABUNDANCIA X 10^6

50 - H_2001 40 - 30 - 20 - 10 - 20 30 40 50

60



Crucero ago-sep

Crucero ago-sep

Crucero ago-sep

Crucero ago-sep

Crucero ago-sep

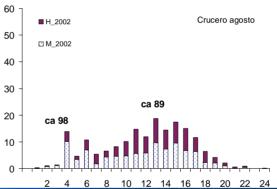
Ca 89

Ca 98

C

Serie

Histórica



MARCA DE CLASE (2cm)

60

70

GE

Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable

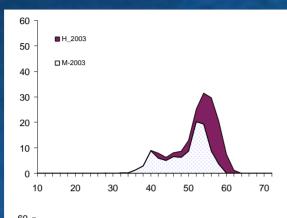


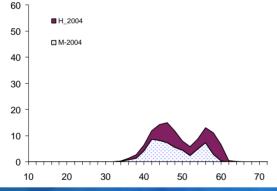
Estructura de la abundancia por talla y GE

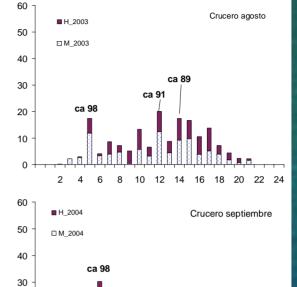


2003 ABUNDANCIA X 10⁻⁶

2004







30 ca 89 20 10

MARCA DE CLASE (2cm)

GE

Serie Histórica



Estructura de la abundancia por talla y GE

2005

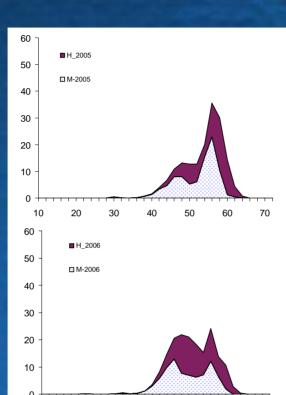
ABUNDANCIA X 10v6

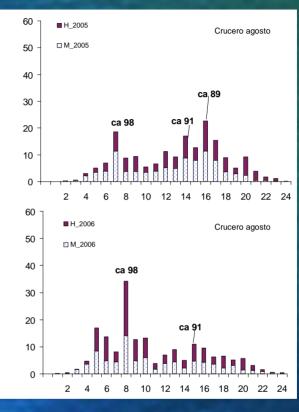
10

20

30

40





MARCA DE CLASE (2cm)

60

70

50

GE

Serie Histórica



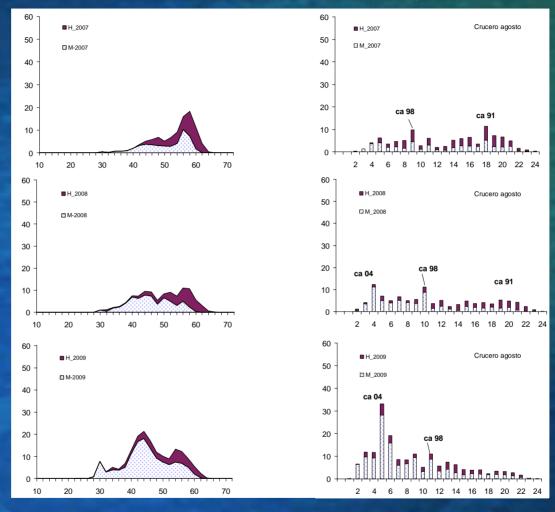
2007

2008

ABUNDANCIA X 10%

2009

Estructura de la abundancia por talla y GE



MARCA DE CLASE (2cm)

GE

Serie Histórica



Grupos de Edad y Estados de Madurez

2007

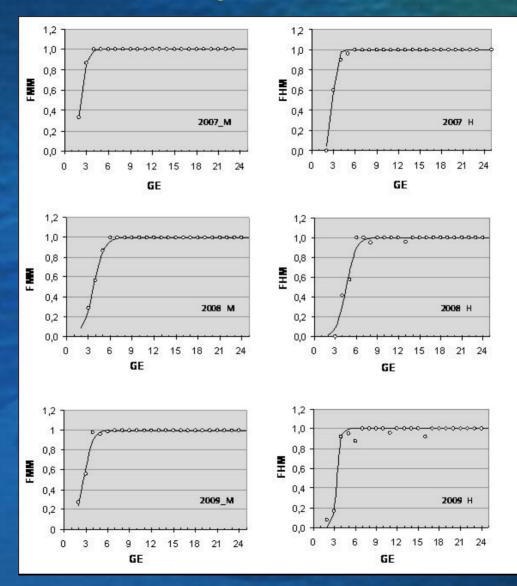
FMM₅₀:GE 2,3

FHM₅₀:GE 2,9



FMM₅₀:GE 2,7

FHM₅₀:GE 3,4



2008

FMM₅₀:GE 3,7

FHM₅₀:GE 4,5



CONCLUSIONES

- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 174,2 millones de ejemplares, de los cuales 128,6 millones (74%) correspondieron a machos y 45,6 millones (26%) a hembras.
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso con pesos promedios por talla levemente menores a los observados en los años anteriores, en la época de desove.



- Los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los GE III en machos y hembras.
- El stock de merluza de tres aletas estuvo compuesto sobre el 80% por:

machos ___ 10 grupos__ GE II a XI

hembras ___ 13 grupos__ GE III a XV



- Los grupos modales no representan grandes concentraciones, manifiestan alternancia de GE que proceden de clases anuales con éxito disímil.
- En el 2009, el estudio del área, en la época de desove, reflejó como grupos modales al GE V en machos y grupos modales de mayor edad en hembras GE V y XIV.



FIN



Cauda



Rostro





INDICE GONADOSOMATICO, ESTADIOS DE MADUREZ MACROSCOPICOS, OJIVA DE MADUREZ Y FECUNDIDAD

Eduardo Díaz Ramos



Desarrollo de objetivo:

- •1.756 ejemplares: 16 lances (18 y 28 de agosto)
- •Registros morfométricos
- •Se clasificó madurez macroscópica machos y hembras
- •Se clasificó madurez microscópica en hembras





Clasificación macroscópica: Machos

Estadio I (virginal)

Estadio II (inmaduro)

Estadio III (en maduración) Estadio IV (maduro)

Estadio V (evacuados)

Clasificación macroscópica: Hembras

Estadio I (virginal)

<u>Estadio II</u> (inmaduro) Estadio III (en maduración) Estadio IV (desovante)

Estadio V (regresión)











Estados avanzados

Evacuación y desove



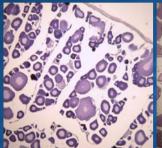
Clasificación microscópica: Hembras

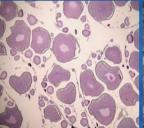
<u>Estadio I</u> (virginal-inmaduro) Estadio II (d. inicial)

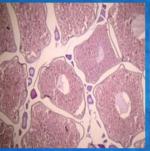
Estadio III (d. tardío)

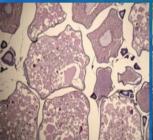
Estadio IV (en desove)

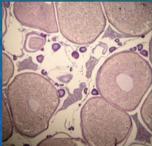
<u>Estadio V</u> (desove parcial) Estadio VI (regresión)

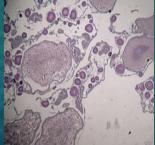












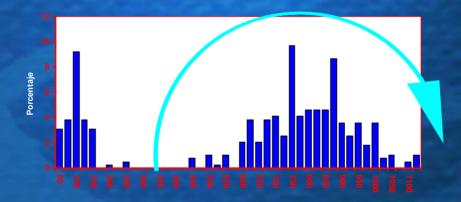
Actividad ovárica

Actividad de desove



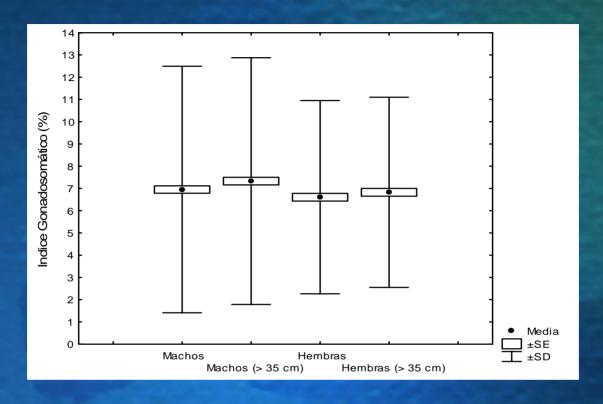
Indicadores y parámetros reproductivos

- •Índice Gonadosomático (IGS)
- Proporción de estadios de madurez macroscópico y microscópico (EMS)
- •Ajuste máximo verosímil de modelo logístico de madurez sexual
- •Fecundidad total (desovador parcial con fecundidad determinada)





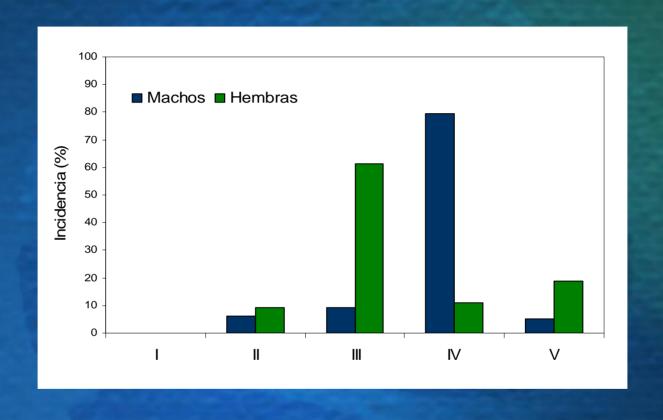
Resultados



IGS	Machos	d. s.	Hembras	d. s.
Todos	7,0%	5,5	6,6%	4,3
>= 36 cm	7,3%	5,5	6,8%	4,3
Ponderado (>= 36 cm)	9,4%	0,2	7,8%	0,2

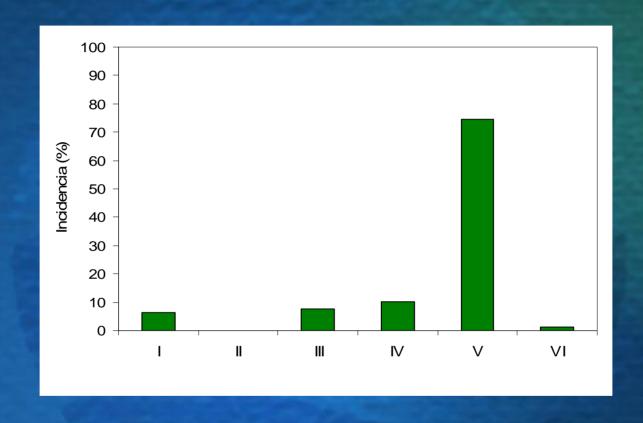


Estados de madurez macroscópicos

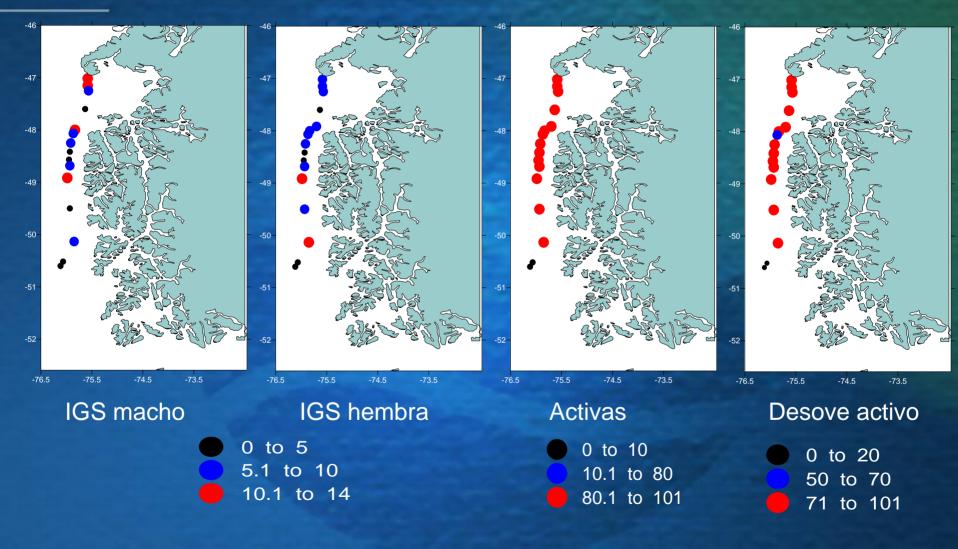




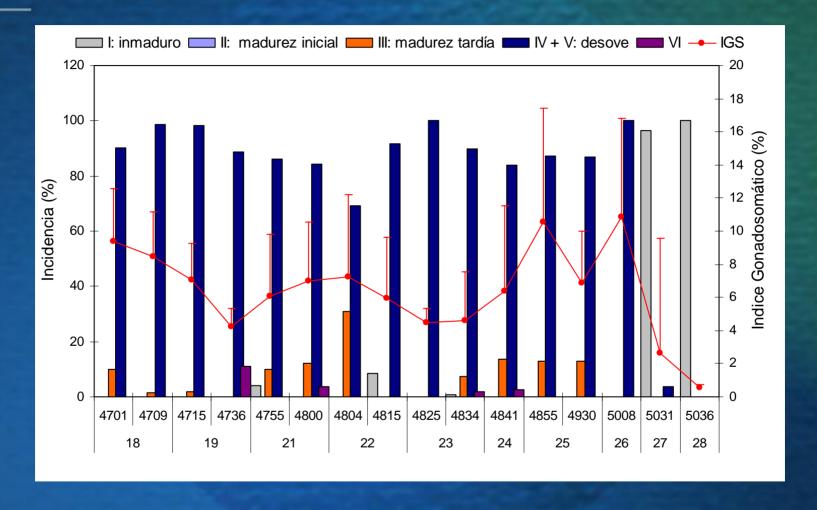
Estados de madurez microscópicos (hembras)



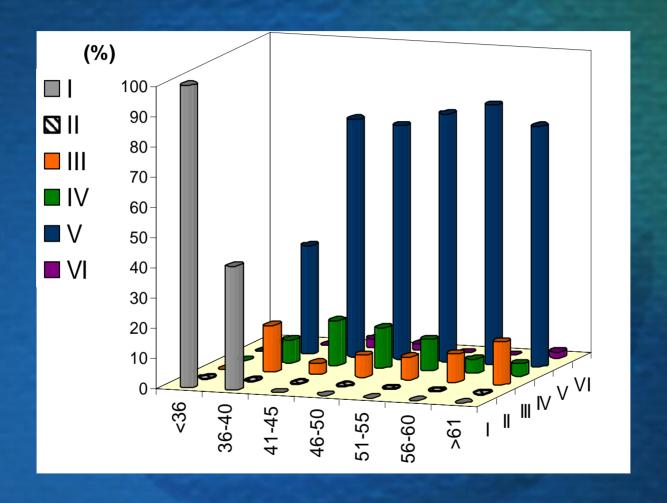




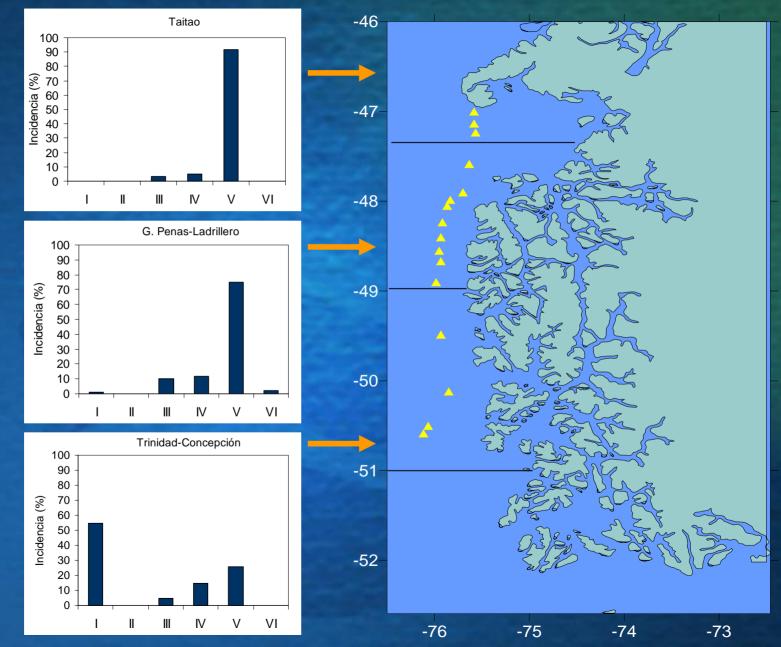








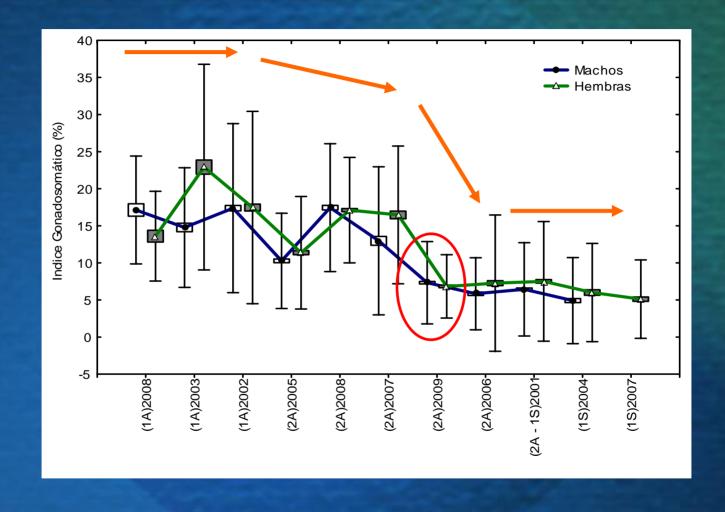




Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable

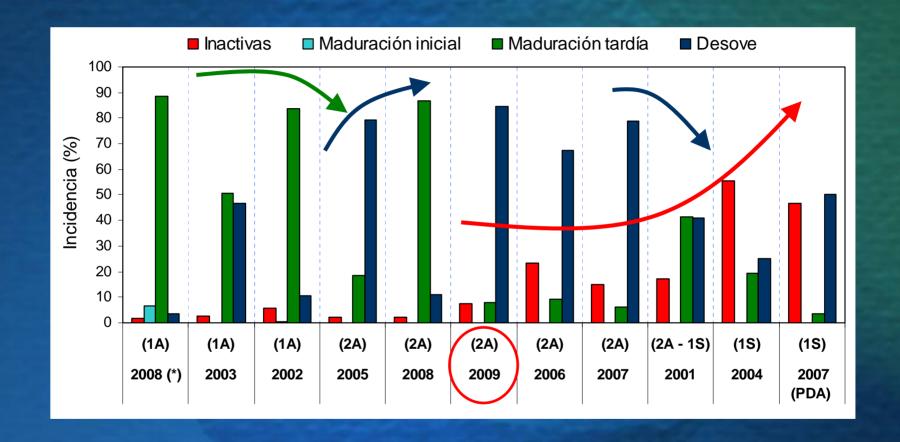


Análisis histórico IGS

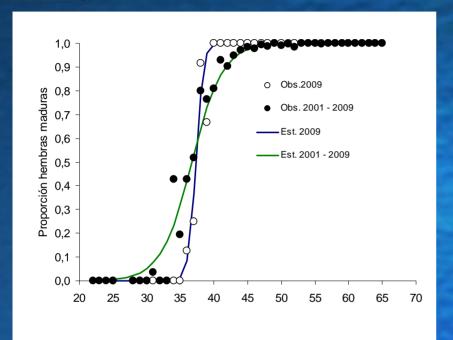




Análisis histórico condición ovárica

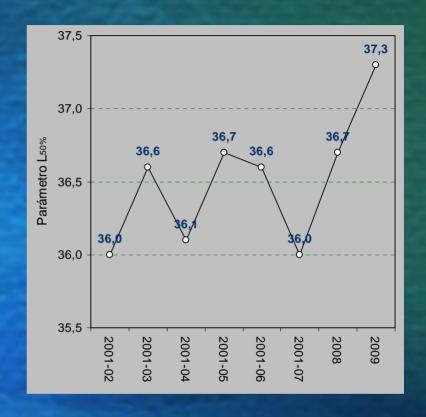






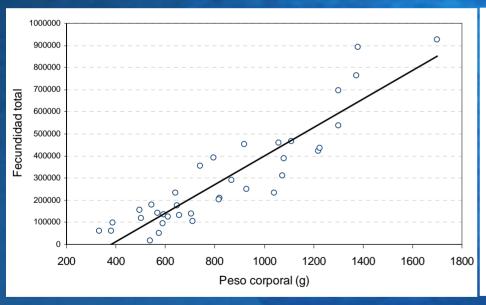
Crucero 2009 L_{50%} = 37,3 (LI 34,2 – LS 40,2) N=608

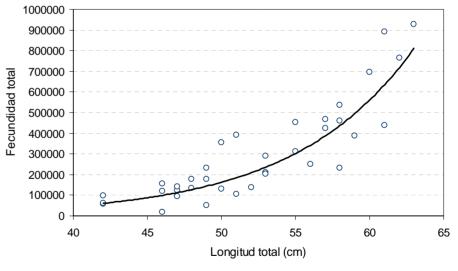
Cruceros 2001- 2009 L_{50%} = 36,7 (LI 35,9 - LS 37,5) N=4.464





	Fecundidad	Fec. relativa	N°	Tamaños
2009	297.329 (18.478 - 926.779)	314 (34-646)	36	42-63 cm
Evaluaciones 2001-08	386.831 y 733.540	385 y 703		
Atlántico	137.000-948.000			
Atlántico	355.700 (47.190-1.945.130)	323		
Atlántico	477.771 (51 cm)	706		





1) Explica mejor la variación que los curvilíneos; 2) Sus coeficientes de regresión tienen significado biológico; 3) Para la estimación de producción de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y pequeños) no es tan crítica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple (Hunter *et al.*,1985).



Conclusiones

- La condición de madurez de la merluza de tres aletas mostró un proceso reproductivo en desarrollo, asociado a un aporte masivo de hembras en desove activo, sin presentar evidencias que indicara la declinación del período reproductivo.
- El ajuste indicó el parámetro de madurez sexual (L_{50%}) en 37,3 cm de longitud total.
- La fecundidad total promedio fue de 297.329 ovocitos y la fecundidad relativa de 314 ovocitos, valores que se ubicaron por debajo de los estimados de años anteriores (386.831-733.540; 392-698).



Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), en su unidad de pesquería



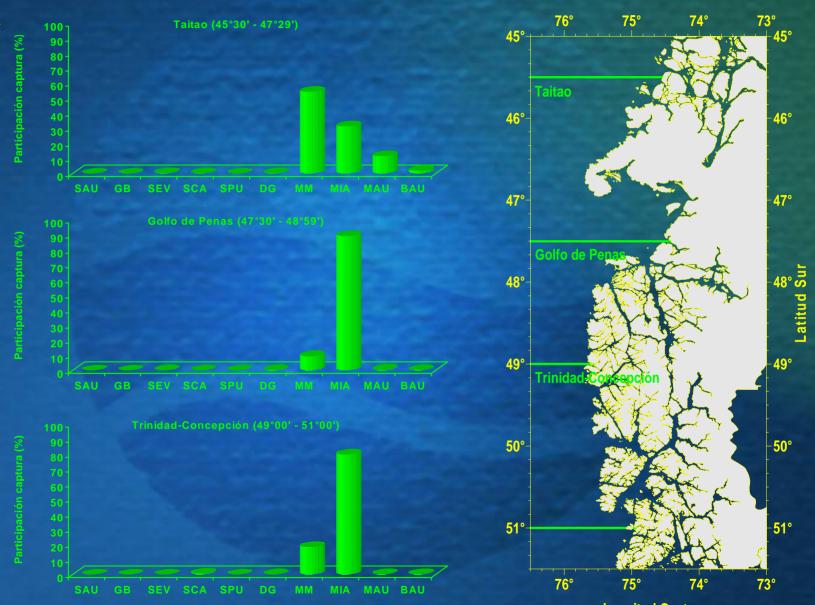
Especies comúnmente capturadas como fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas

	990	CRUCEROS									
ESPECIE	SÍMBOLO	2001*	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*	2007*	2008*	2009*	TOTAL
Brótula	SAU								0.1	0.3	>0,1
Cogrio dorado	GB						>0,1		>0,1	0.1	>0,1
Cojinoba azul	SEV							>0,1	0.6	6.9	0.1
Cojinoba del sur	SCA	>0,1					2.0				0.3
Cojinoba moteada	SPU	0.1	>0,1			0.1					>0,1
Jibia	DG			2.0		0.0	0.2			9.3	0.2
Merluza de cola	MM	14.4	2.8	3.1	40.5	12.5	62.0	2.1	63.5	35.8	17.2
Merluza de tres aletas*	MIA	79.8	94.2	94.3	52.6	86.6	32.9	97.8	33.9	44.4	80.2
Merluza del sur	MAU	5.7	3.0		3.6	0.7	0.5		1.0	2.2	1.6
Reineta	BAU			0.6	3.4	0.1	2.3	>0,1	0.9	0.9	0.4

^{*}Participación porcentual, respecto de la captura total del crucero

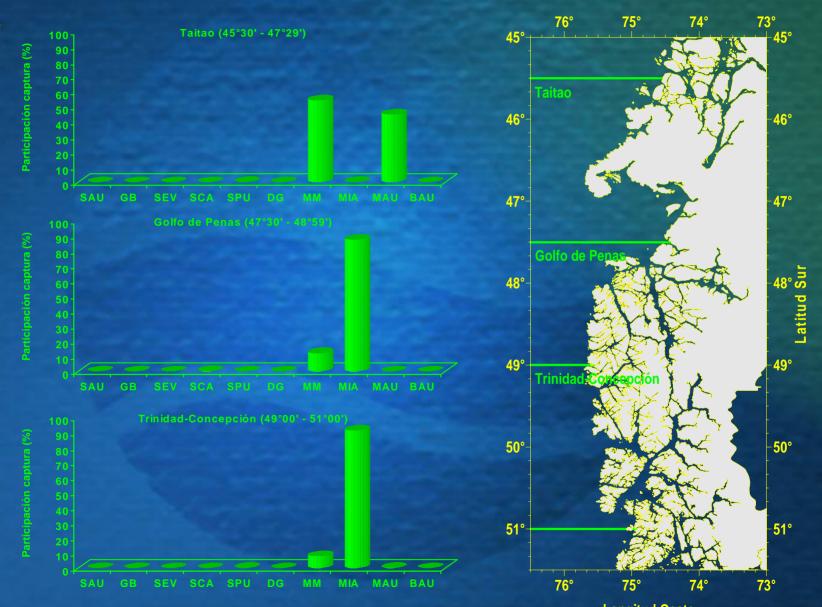


Composición histórica de la captura (%) por zona



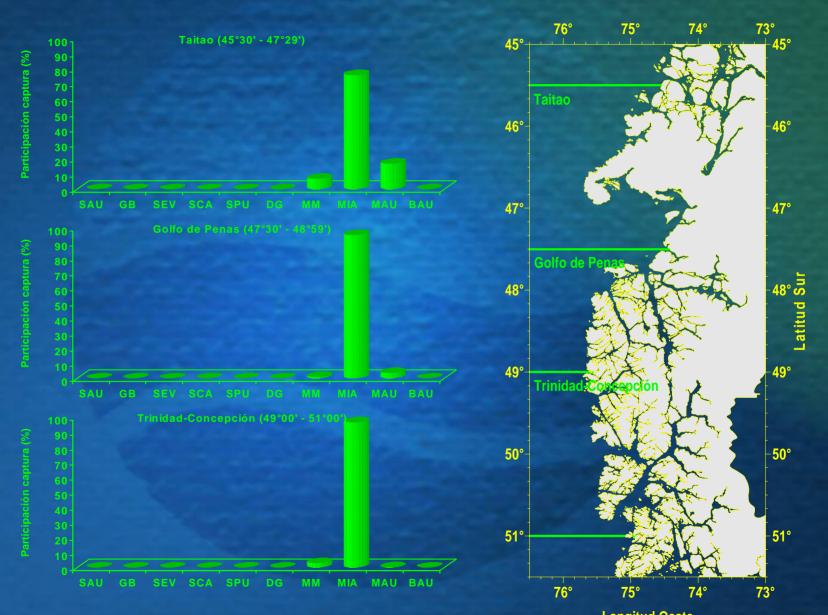
Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable



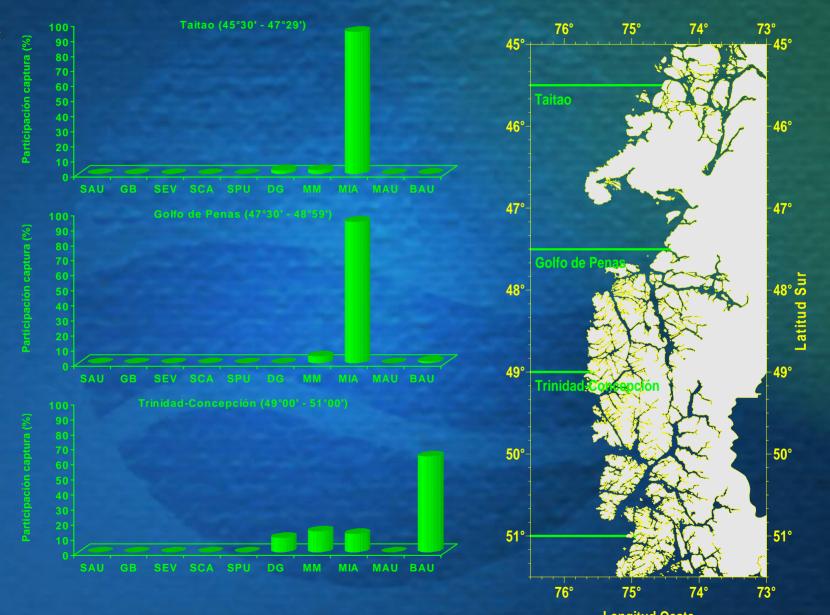


Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable



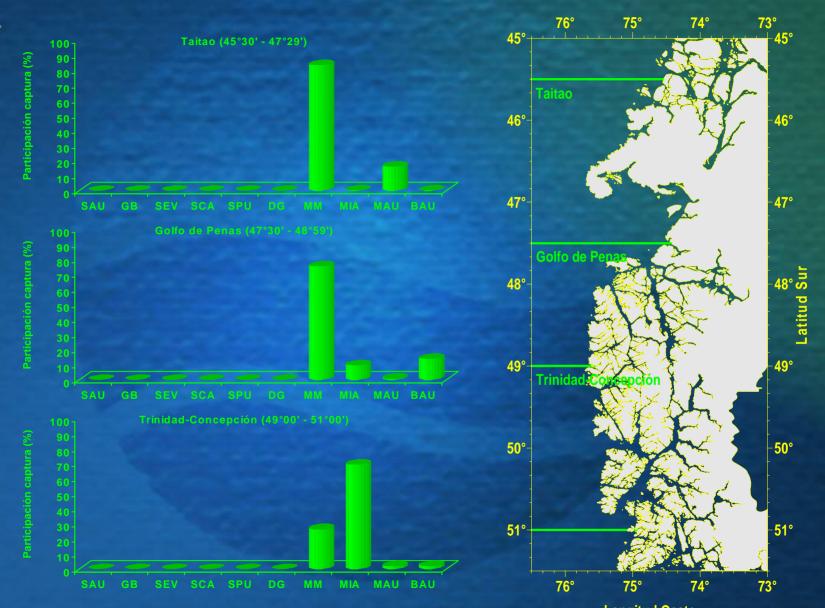






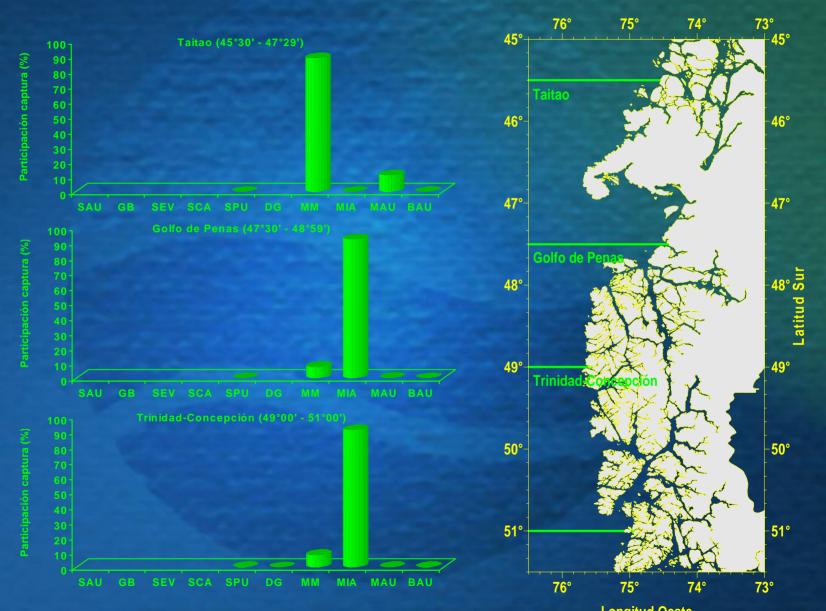
Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable





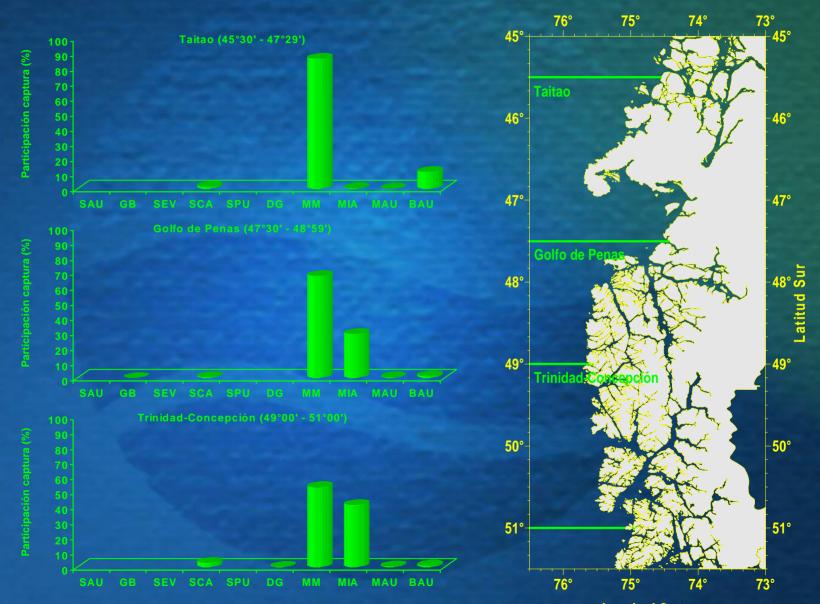
Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable





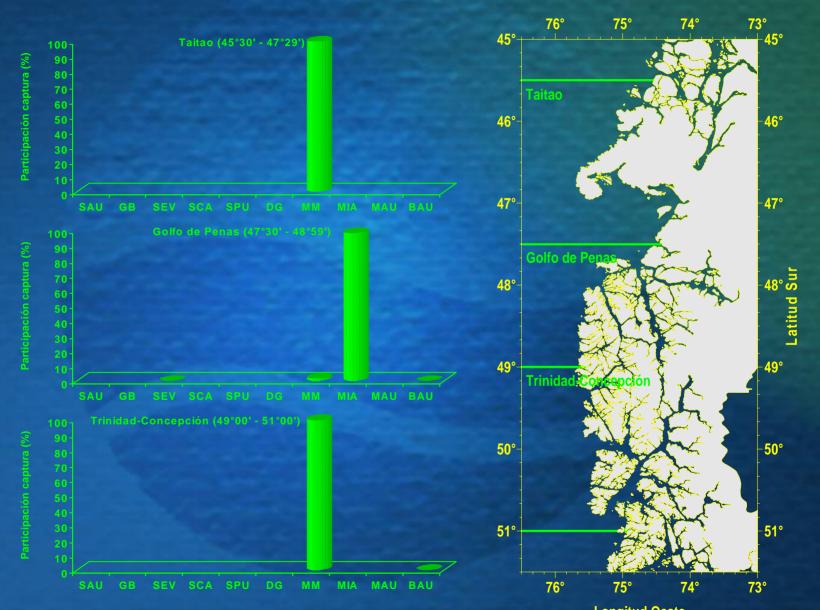
Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable





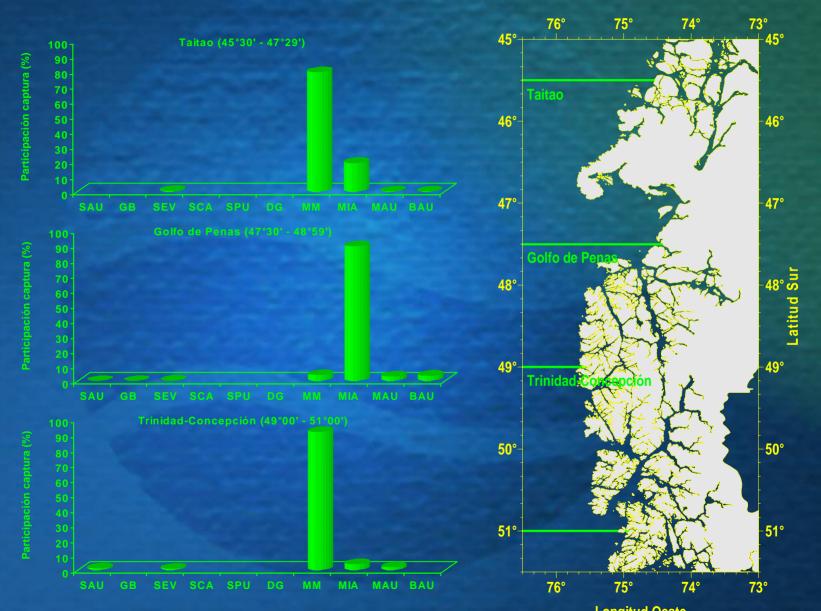
Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable





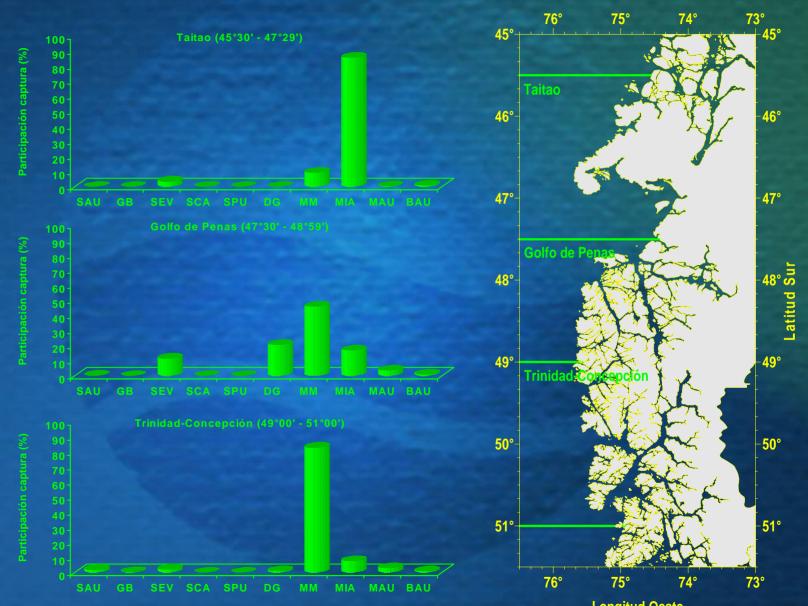
Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable





Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable





Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable



Distribución batimétrica principales recursos

 En la zona de estudio el 85% de las especies se localiza preferentemente entre los veriles de 100 m y 300 m de profundidad.

Profundidad	% ocurrencia
0-100	0.2
101-200	35.8
201-300	48.9
301-400	12.2
401-500	2.6
501-600	0.3

 La profundidad media en la que se distribuyen estas especies se localiza alrededor de los 230 m de profundidad, con una desviación estándar de 70 m.



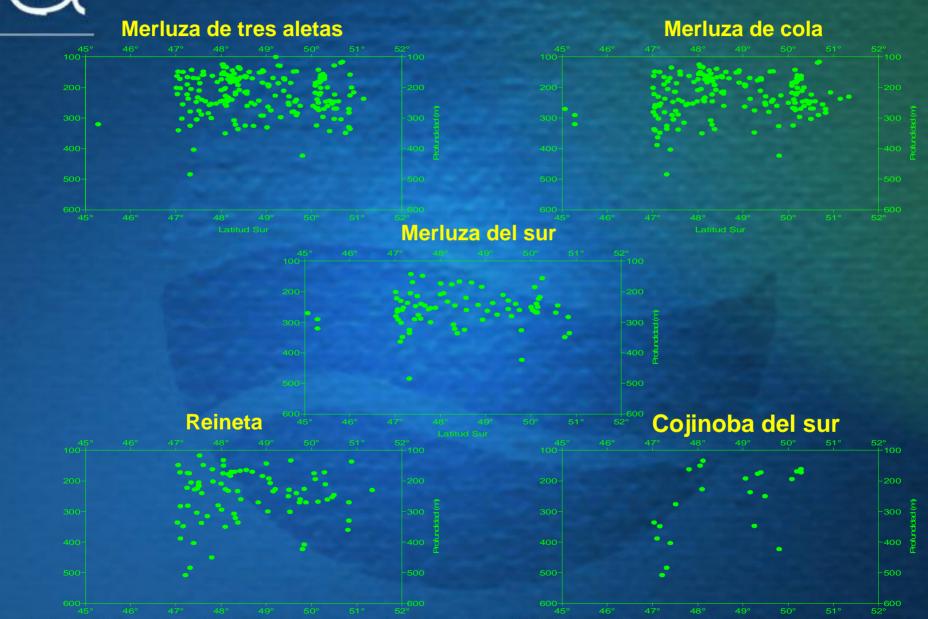
Distribución batimétrica principales recursos

 Según la ocurrencia, 5 especies representan más del 90% de estas ocurrencias en el área total de estudio:

especie	codigo	% ocurrencia	prof. media	rango	
reineta	bau	13,3	249	117 - 508	
jibia	dg	2,6	232	172 - 340	
congrio dorado	gb	1,3	215	170 - 268	
merluza 3 aletas	m3a	32,2	220	100 - 484	
merluza austral	mau	12,5	259	143 - 484	
merluza cola	mm	28,3	227	116 - 484	
brotula	sau	2,0	229	170 - 283	
cojinoba del sur	sca	3,6	269	134 - 508	
cojinoba azul	sev	2,8	208	149 - 263	
cojinoba moteada	spu	1,5	218	133 - 320	

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Distribución batimétrica principales recursos



Investigación para la regulación de las pesquerías y la acuicultura nacional: aseguran un uso sustentable



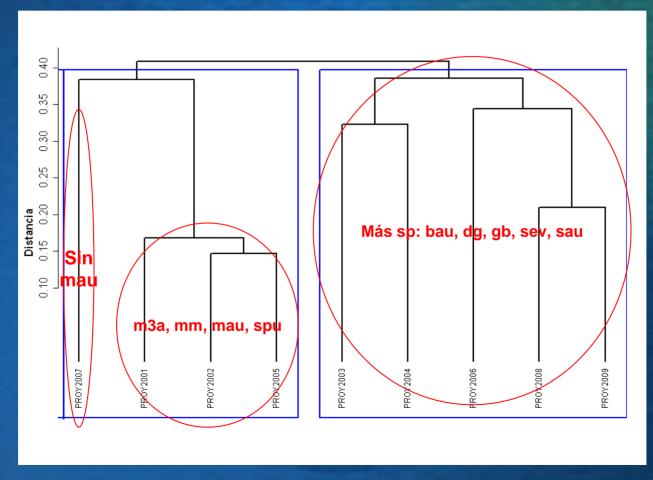
Identificación de agrupaciones

- Se considera toda la información de fauna acompañante capturada durante los cruceros realizados entre 2001 y 2009.
- La identificación de agrupaciones se efectúa a partir de análisis de clasificación por conglomerados (cluster analysis). Para tal efecto, se construye una matriz de similaridad, a partir de los datos de abundancia relativa de las especies capturadas, agrupadas por cruceros, zona y veril.
- La matriz de similaridad se construye a partir del índice de similaridad de Bray-Curtis (BC; Bray y Curtis, 1957). La ventaja de usar este índice es que no es afectado por las ausencias o valores cero (Arancibia, 1988) y es el que mejor refleja la similitud entre entidades (Bloom, 1981).

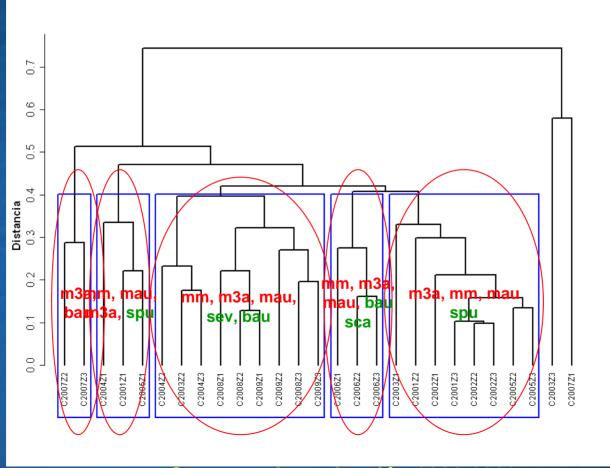
$$BC = \frac{\sum_{i=1}^{p} \left| \boldsymbol{\chi}_{ijz} - \boldsymbol{\chi}_{ikz} \right|}{\sum_{i=1}^{p} \left(\boldsymbol{\chi}_{ijz} + \boldsymbol{\chi}_{ikz} \right)}$$



El resultado gráfico del análisis de clasificación para la matriz de cruceros muestra la formación de dos grupos con niveles de similaridad superiores al 60%.

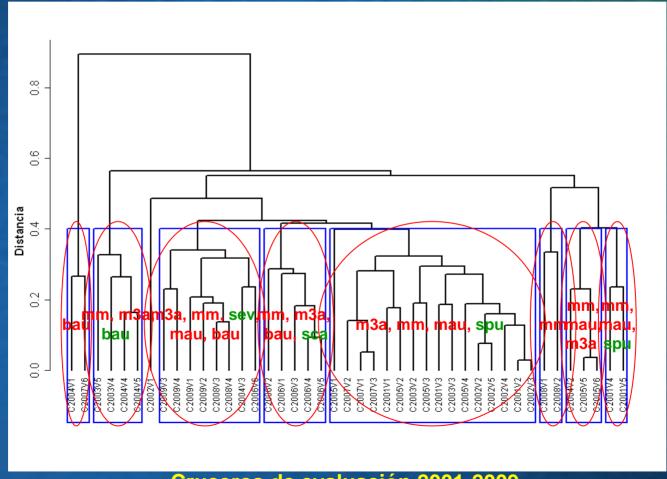


El resultado gráfico del análisis de clasificación para la matriz de cruceros agrupados por zona, permite identificar la presencia de cinco grupos, los cuales presentaron niveles de similaridad por sobre el 60%.





El resultado gráfico del análisis de clasificación para la matriz de cruceros agrupados por veril, permite identificar la presencia de ocho grupos, el cual presenta un nivel de similitud superior al 60%.





- Merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, componen alrededor del 99% de la fauna asociada a la zona 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 85% de la fauna se distribuye en una franja batimétrica de 200 m, localizada entre los veriles de 100 m y 300 m.



- Faunísticamente, existen diferencias interanuales en la importancia y participación de las especies que forman parte de comunidad demersal sur austral. No obstante, la fauna acompañante de merluza de tres aletas esta restringida a unas pocas especies, siendo generalmente las tres especies de merluza las más influyentes de la comunidad.
- Estas diferencias interanuales podrían estar dadas por efectos ambientales, temporales y pesqueros.
- Existe a la vez, diferencias anuales de la importancia de las especies por zona y también por veril, cuyas causas podrían estar modeladas por las mismas causas expresadas en el punto anterior.

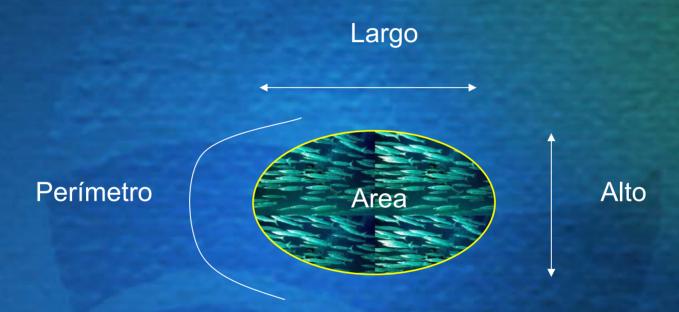


Objetivo Nº 5

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



CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS



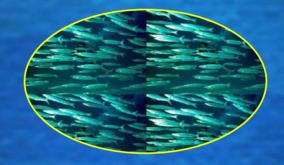
Elongación : Largo/alto Dimensión fractal : 2* LN (perímetro/4) LN (Area)



CARACTERÍSTICAS BATIMÉTRICAS

Nivel del mar

Profundidad cardumen

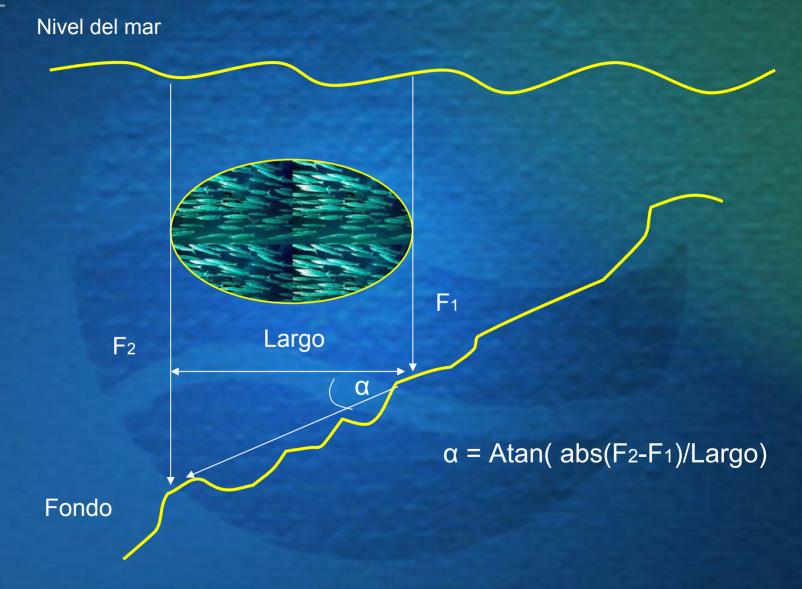


Indice de altura : 100* (<u>Fondo-Prof card</u>)
Fondo

Fondo



Pendiente del fondo (α)





CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS

Los descriptores de energía están referidos a la energía retrodispersada de las agregaciones en unidades de SA (m²/mn²) y a la densidad acústica (*Dens*) de las mismas referidas en unidades de SA por área (SA/m²)

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



Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas Año 2009

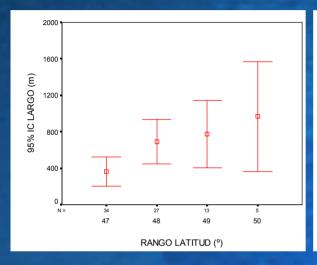
Variable	Promedio	Min.	Max	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	579	18	2.652	573	0,99	79
Alto (m)	23	8	132	16	0,68	79
Elongación	25	1	77	18	0,74	79
Perímetro (m)	1.682	96	6.948	1.452	0,86	79
Area (m²)	18.304	188	324.997	40.021	2,19	79
Dim. Fractal	1,29	1,00	1,59	0,11	0,09	79
Prof. Card (m)	221	72	354	49	0,22	79
Prof. Fondo (m)	301	143	707	97	0,32	79
Indice altura (%)	23	2	78	18	0,77	79
$S_A (m^2/mn^2)$	6.506	120	124.645	15.358	2,36	79
Densidad (S _A /m ²)	0,8	0,0	7,03	1,4	1,78	79
Pendiente Fondo(°)	7	0,2	41,4	7	0,93	79

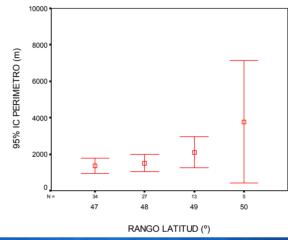


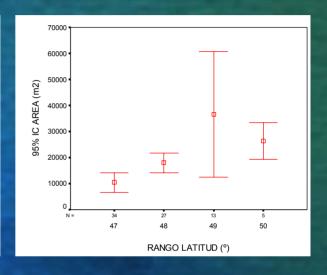
DESCRIPTORES POR LATITUD

- Existen diferencias significativas morfométricas por rango de latitud, excepto en alto de agregaciones, apreciándose una tendencia a formar agregaciones de mayor tamaño hacia el sur del área de estudio.
- Batimétricamente se observa una tendencia de las agregaciones a ubicarse mas cercanas al fondo ante aumentos de latitud.
- La pendiente del fondo presenta su menor valor al sur del área
- Los descriptores de energía presentan sus mayores valores al norte del área de estudio







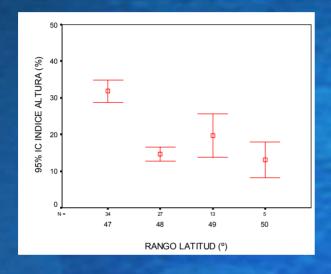


Largo

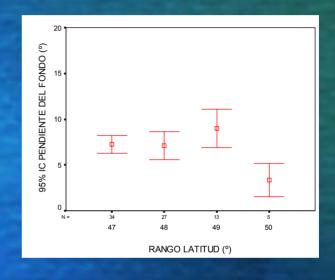
Perímetro

Área



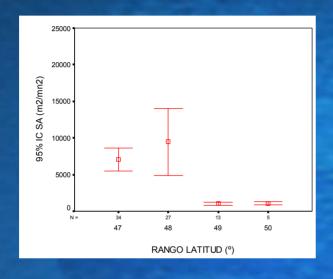


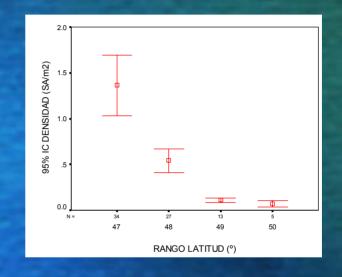
Índice altura



Pendiente del fondo







SA

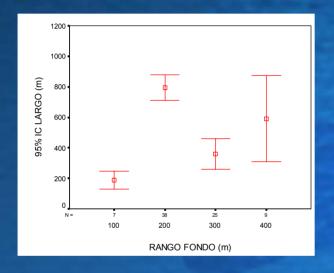
Densidad

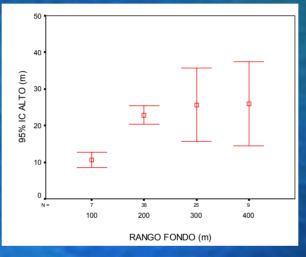


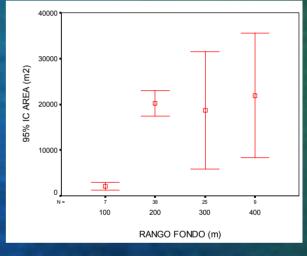
DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO

- Las variables morfométricas presentan diferencias significativas por rango de fondo, observándose una tendencia a presentar agregaciones de menor tamaño en el rango de 100 m
- •La profundidad de agregaciones tiende a aumentar junto a aumentos del fondo, manteniéndose posteriormente en el rango entre 200 y 300 m, lo que se aprecia claramente con el índice de altura.
- La pendiente del fondo aumenta ante aumentos de profundidad
- •Los mayores valores de energía se encontraron en los rangos de 200 y 400 m, mientras que la densidad tiende a aumentar ante aumentos del fondo.







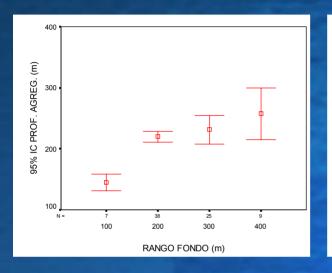


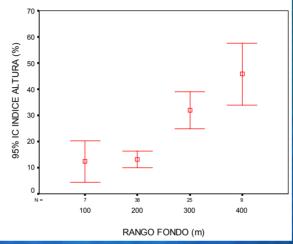
Largo

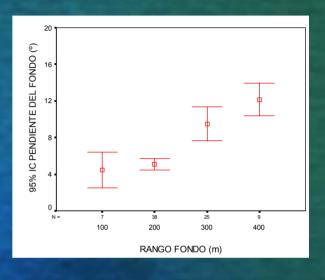
Alto

Área







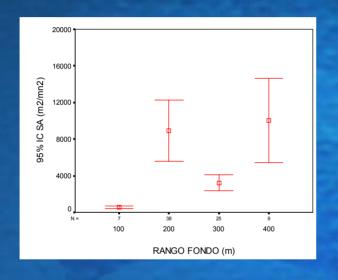


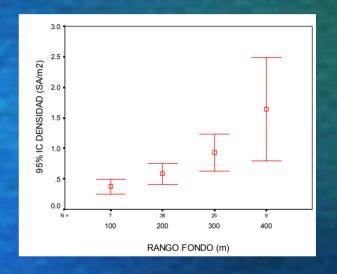
Prof. agregaciones

Índice de altura

Pendiente del fondo







SA

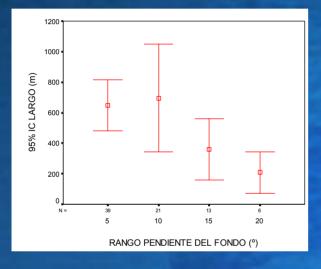
Densidad

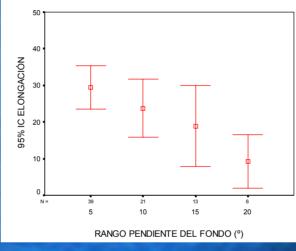


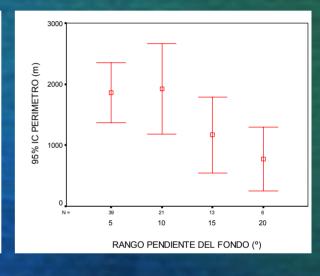
DESCRIPTORES POR PENDIENTE DEL FONDO

- Se observa una tendencia en las variables morfométricas de mantener sus valores estables hasta los 15° de inclinación, a mayores pendientes del fondo las agregaciones disminuyen sus valores o tamaño
- •La profundidad de agregaciones se mantiene constante ante aumentos de pendiente, mientras que el fondo aumenta su valor debido a la caída del talud, reflejándose lo anterior en el índice de altura.
- •Los valores de energía, S_A y densidad presentan sus mayores valores promedio en fondos con pendientes entre 5° y 10°, ante aumentos de pendiente se observa una disminución en los promedios.







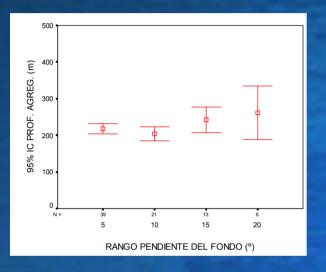


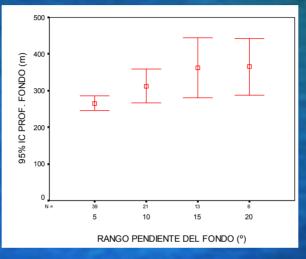
Largo

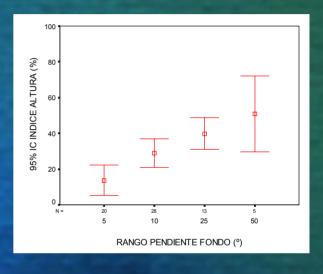
Elongación

Perímetro







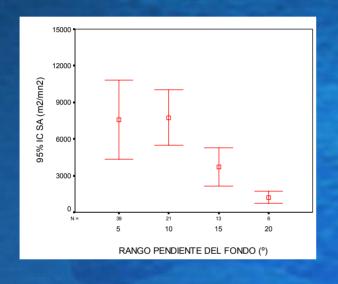


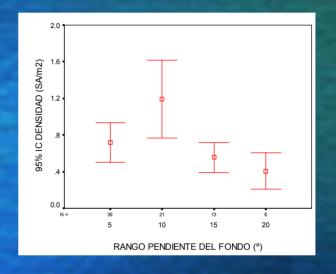
Prof. agregaciones

Prof. fondo

Índice de altura







SA

Densidad



ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES



Matriz de correlaciones

	Largo	Alto	Elon.	Perím.	Área	Dim. Frac.	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Alt.	S _A	Dens.	Pend.
Largo	1											
Alto	0,582	1										
Elongación	0,780	0,041	1									
Perímetro	0,818	0,443	0,701	1								
Área	0,753	0,881	0,278	0,582	1							
Dim. Fractal	-0,157	-0,487	0,140	0,184	-0,236	1						
Prof. Agreg.	-0,163	-0,229	-0,022	-0,074	-0,322	0,001	1					
Fondo	-0,098	0,214	-0,275	-0,093	0,053	-0,161	0,443	1				
Ind. Altura	-0,013	0,415	-0,336	-0,054	0,319	-0,150	-0,265	0,696	1			
S_A	0,450	0,174	0,354	0,310	0,210	-0,112	-0,145	-0,002	0,059	1		
Densidad	-0,260	0,021	-0,330	-0,254	-0,144	-0,103	-0,177	0,258	0,391	0,316	1	
Pendiente	-0,200	0,108	-0,321	-0,221	-0,037	-0,339	0,213	0,365	0,299	-0,117	-0,061	1

Valores propios y % variabilidad explicada por los componentes

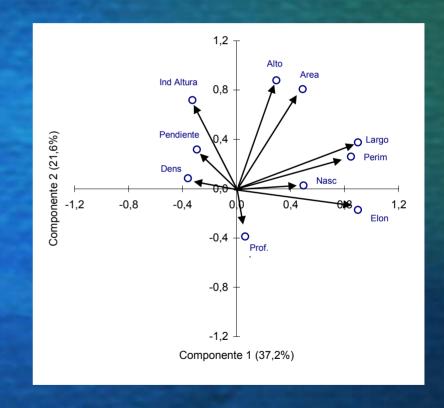
	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8	Com.9	Com.10
Valor propio	3,72	2,16	1,43	1,00	0,62	0,46	0,30	0,21	0,07	0,03
% variabilidad	37,19	21,63	14,27	10,01	6,16	4,60	2,96	2,14	0,70	0,34
% acumulado	37,19	58,82	73,09	83,11	89,26	93,86	96,82	98,95	99,66	100,00



Variable Com.3 Com.4 Com.1 Com.2 0,38 Largo 0,90 0,01 -0,09 0,30 0,00 0,00 Alto 0,88 -0,03 Elongación 0,90 -0,17 -0,11 -0,05 -0,06 Perímetro 0,85 0,26 0,49 0,81 -0,09 -0,14 Área 0,06 -0,12 0,76 Prof. Agreg -0,39 Índice altura -0,33 0,33 0,72 0,05 0,50 0,77 0,03 0,01 -0,36 Densidad 0,08 0,82 -0,16 -0,29 -0,03 0,76 Pendiente 0,32

Correlación v.o. con los dos primeros componentes

Correlaciones v.o. con componentes principales





Valores promedio y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas años 2003-2009

	20	03	20	04	20	05	20	06	20	07	20	80	20	09
Variable	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Largo (m)	1.776	1,09	1.742	0,80	1.088	1,09	527	1,43	675	0,93	536	0,78	579	0,99
Alto (m)	31	0,41	23	0,45	21	0,53	14	0,58	16	0,52	24	0,38	23	0,68
Elongación	56	1,01	80	0,85	53	0,93	42	1,35	57	1,15	23	0,76	25	0,74
Perímetro (m)	7.722	1,25	9.530	0,74	5.214	1,19	2.639	1,87	3.649	0,93	3.057	1,27	1.682	0,86
Area (m ²)	65.831	1,39	42.787	0,94	28.226	1,65	8.570	1,88	9.986	0,95	13.994	0,93	18.304	2,19
Dim. Fractal	1,36	0,08	1,46	0,04	1,41	0,06	1,39	0,10	1,47	0,07	1,34	0,13	1,29	0,09
Prof. Card (m)	253	0,34	208	0,20	181	0,21	159	0,19	202	0,36	256	0,20	221	0,22
Prof. Fondo (m)	414	0,51	448	0,55	261	0,48	238	0,60	275	0,58	398	0,43	301	0,32
Indice altura (%)	30	0,71	44	0,46	22	0,96	22	0,99	17	1,09	28	0,77	23	0,77
$S_A (m^2/mn^2)$	9.323	1,85	11.942	1,67	10.513	1,93	3.573	2,48	2.260	1,31	2.178	1,12	6.506	2,36
Densidad (S _A /m ²)	0,54	4,08	0,29	1,46	0,46	2,15	0,74	1,89	0,68	2,43	0,35	1,51	0,79	1,78
N° obs	10)7	4	6	13	36	18	31	7	0	6	6	7	9



Valores promedio de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas años 2003-2009

Variable	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Largo (m)	1776	1742	1088	527	675	536	579
Alto (m)	31	23	21	14	16	24	23
Elongación	56	80	53	42	57	23	25
Perímetro (m)	7722	9530	5214	2639	3649	3.057	1682
Area (m2)	65831	42787	28226	8570	9986	13.994	18304
Dim. Fractal	1,36	1,46	1,41	1,39	1,47	1,34	1,29
Prof. Card (m)	253	208	181	159	202	256	221
Prof. Fondo (m)	414	448	261	238	275	398	301
Indice altura	30	44	22	22	17	28	23
Sa	9323	11942	10513	3573	2260	2.178	6506
Densidad	0,54	0,29	0,46	0,74	0,68	0,35	0,79
N° obs	107	46	136	181	70	66	79

% diferen.
-62%
-24%
-42%
-63%
-72%
-3%
-2%
-19%
-30%
-66%
48%
3%



- Latitudinalmente se observó una tendencia a formar agregaciones de mayor tamaño hacia el sur del área de estudio, mas cercanas al fondo y en zonas de menor pendiente
- •Las agregaciones presentaron sus mayores valores de energía al norte del área de estudio.
- Batimétricamente, las agregaciones mas pequeñas se ubicaron en el rango de 100 m, las agregaciones de mayor tamaño y de mayor energía acústica tienden a ubicarse en el rango entre 200 y 300 m
- •Se observa que esta especie tiende a mantenerse en su profundidad independientemente del fondo o de los aumentos de la pendiente, pero existe la tendencia clara a ocupar zonas con pendientes menores a 15°, el 90% de las agregaciones detectadas se ubico en dichas zonas



•Los valores de energía, S_A y densidad presentan sus mayores valores promedio en fondos con pendientes entre 5° y 10°, ante aumentos de pendiente se observa una disminución en los valores promedios.

•La tendencia observada los últimos años respecto a la disminución en los parametros morfométricos, se mantiene, sin embargo este año las agregaciones presentaron un aumento considerable de los valores de S_A promedio respecto a la serie 2006-2008 (143%), pero Sin alcanzar el nivel de la serie 2003-2005 (-39%).



FIN

FIP 2009- 12 EVALUACIÓN DEL STOCK PARENTAL DE MERLUZA DE TRES ALETAS, AÑO 2009

Objetivo 6:

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

Patricia Rojas Z.

19 de Marzo de 2010

Etómagos provenientes de muestreos biológicos de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) de aguas exteriores entre los 47° 01' Lat. S y los 50° 49' Lat. S.

Muestras tomadas al azar y registro de información del lance de pesca (fecha, número del lance, y posición)

ESTADO DE DIGESTION DE LAS PRESAS del CONTENIDO

RESTOS DIGERIDOS (sin posibilidad de identificar)

SEMIDIGERIDO Se pueden identificar por restos de estructuras)

ENTERO (pérdida de coloración y/o de tejido)

FRESCOS (presas enteras, conservan piel y color)

INDICADORES:

Numérico: cada ítem de presa 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 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, expresado en porcentajes

La Importancia Relativa de cada taxón de presa se determinó mediante un índice combinado: Índice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR)

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

$$\%IIR = 100IIR_{i} / \sum_{i}^{n} IIR_{i}$$

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: item presa i = 1, 2, ..., n

Otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecológicos:

La estrategia alimentaria, para dilucidar si la especie es especialista o generalista, aspecto relacionado con la amplitud del nicho (Amundsen et al., 1996).

$$Pi = (\Sigma Si / \Sigma Sti) * 100$$

Donde:

Pi = Abundancia específica de la presa i.

Si = Contenido estomacal (peso) compuesto por la presa i.

Sti = Contenido total de los estómagos en que la presa *i* estuvo presente.

Este análisis está basado en una representación gráfica de dos dimensiones de la abundancia específica de la presa y la frecuencia de ocurrencia para cada ítem presa de la muestra.

Coeficiente Dietario de Hureau

$$(Q = \%P^* \%N)$$

que también permite identificar la importancia de las presas Hyslop (1980).

Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. (año 2009).

Total de estómagos	Número de estómagos muestreados	Porcentaje
ESTÓMAGOS CON CONTENIDO	448	42,59
ESTÓMAGOS VACÍOS	604	57,41
TOTAL ESTÓMAGOS	1052	100,00
Estados estómagos	Número de estómagos	Porcentaje
ESTÓMAGOS DISTENDIDOS	54	11,42
ESTÓMAGOS LLENOS	44	9,30
ESTÓMAGOS SEMILLENOS	350	74,00
ESTÓMAGOS DESCOMPUESTOS	25	5,29
TOTAL	473	100,00
Estados de contenido	Número de estómagos	Porcentaje
CONTENIDO DIGERIDO	333	68,80
CONTENIDO SEMIDIGERIDO	151	31,20
CONTENIDO ENTERO	0	0,00
CONTENIDO FRESCO	0	0,00
TOTAL	484	100,00

Número de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados en los cruceros entre los años 2001 y 2009

ítem presa	2001 AGO / SEPT	2002 AGO	2003 AGO	2004 SEPT	2005 AGO	2007 AGO	2008 AGO	2009 AGO
N° individuos analizados	2.575	1.796	452	673	1.498	248	1.333	1052
N° estómagos con contenido	213	224	98	244	353	101	187	448
N° estómagos vacíos	817	1342	252	321	781	247	1146	604
N° estómagos evaginados	1545	230	102	108	364	0	0	0
% estómago c/contenido	8,3	12,5	21,7	36,3	23,6	40,7	14	42,6
% estómagos vacíos	31,7	74,7	55,8	47,7	52,1	59,3	86	57,4
% estómagos evaginados	60,0	12,8	22,6	16,0	24,3	0	0	0

Descriptores del contenido estomacal de merluza de tres aletas año 2009

NUMERICO						
ítem presa	% Número					
Huevos teleósteos	58,76					
Restos de crustáceos	36,40					
Restos de cefalópodos	0,04					
Restos de gelatinosos	0,50					
Restos de peces	4,31					
Total	100					
Número total de individuos	2415					

GRAVIMETRICO							
ítem presa	% Peso						
Huevos teleósteos	2,67						
Restos de crustáceos	22,80						
Restos de cefalópodos	0,03						
Restos de gelatinosos	1,66						
Restos de peces	72,84						
Total	100						
Peso total en gramos	165,58						

FRECUENCIA DE OCURRENCIA						
ítem presa % Frecuencia						
Huevos teleósteos	10,63					
Restos de crustáceos	61,79					
Restos de cefalópodos	0,33					
Restos de gelatinosos	2,66					
Restos de peces	24,58					
Total	100					
Total de presas	301					

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total año 2009

ÍTEM PRESA	%IIR 2009
CRUSTÁCEOS	58,87
Restos de crustáceos	58,87
PECES	41,03
Restos de peces	30,52
Huevos de peces teleósteos	10,51
CEFALOPODOS	0,0004
Restos de cefalópodos	0,0004
ZOOPLANCTON GELATINOSO	0,09
Restos de gelatinosos	0,09
Total	100

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total por

especies (2005, 2007, 2008 y 2009).

ítem presa	2005	2007	2008	2009
Euphausia vallentini (Eufáusido)	46,71	61,92		
Thysanoessa gregaria (Eufáusido)	0,08			
Macrura sp. (mysis larva)		3,80		
Nematoscelis megalops (Eufáusido)	1,78			
Crustacea (Amphipoda)		0,09		
Crustacea (Caridea)	0,41			
Crustacea (Copepoda)		0,02		
Crustacea (Euphausiidae)		0,94		
Huevos crustáceos		22,89		
Larvas crustáceos		0,01		
Salpidae (Salpa)	1,27	8,67		
Sifonóforos(Siphonophora)		0,00		
Restos de crustáceos	1,95	0,83	28,12	58,87
Restos de gelatinosos				0,09
Restos de cefalópodos		0,02	0,01	0,0004
Restos de eufáusidos	5,87			
Huevos teleósteos				10,51
Restos de peces	41,93	0,81	71,86	30,52
Total de estómagos analizados (%)	100	100	100	100
Total de estómagos analizados	278	101	187	448

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los siete cruceros de investigación, por grupo taxonómico, entre 2001 y 2009.

ítem presa	2001 Ago- Sept.	2002 Agosto	2003 Agosto	2004 Sept.	2005 Agosto	2007 Agosto	2008 Agosto	2009 Agosto
Crustáceos	40,007	82,912	89,659	94,446	81,525	90,50	28,12	58,87
Peces (incluye huevos)	22,405	16,983	10,303	5,553	17,499	0,81	71,86	41,03
Cefalópodos	0,009	0,027	0,038	0,0003		0,02	0,01	0,0004
Zooplancton gelatinoso	37,58	0,078			0,976	8,68		0,09

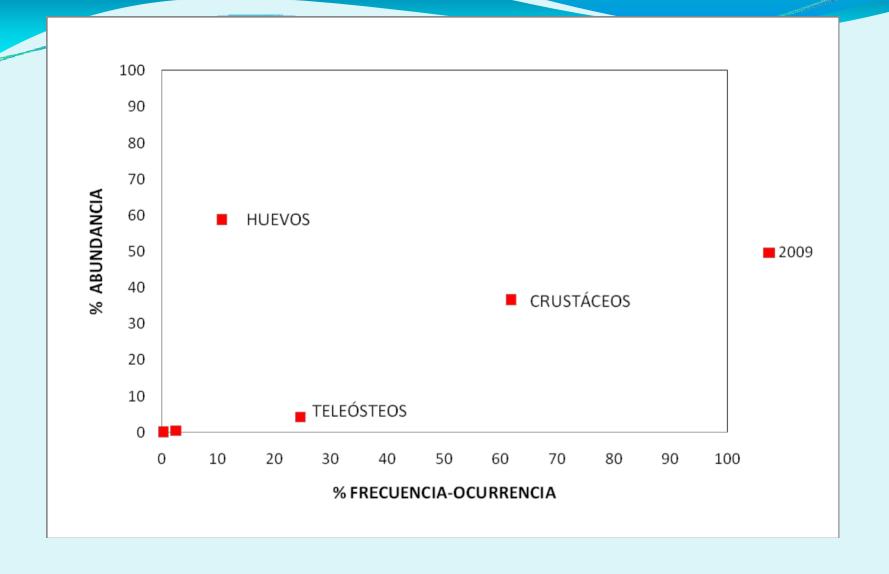
Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas (2009)

ITEM	Q
CEFALÓPODOS	0.00
CRUSTÁCEOS	829.81
ZOOPLANCTON GELATINOSO	0.83
TELEÓSTEOS	313.68
HUEVOS	156.85
	1301.17

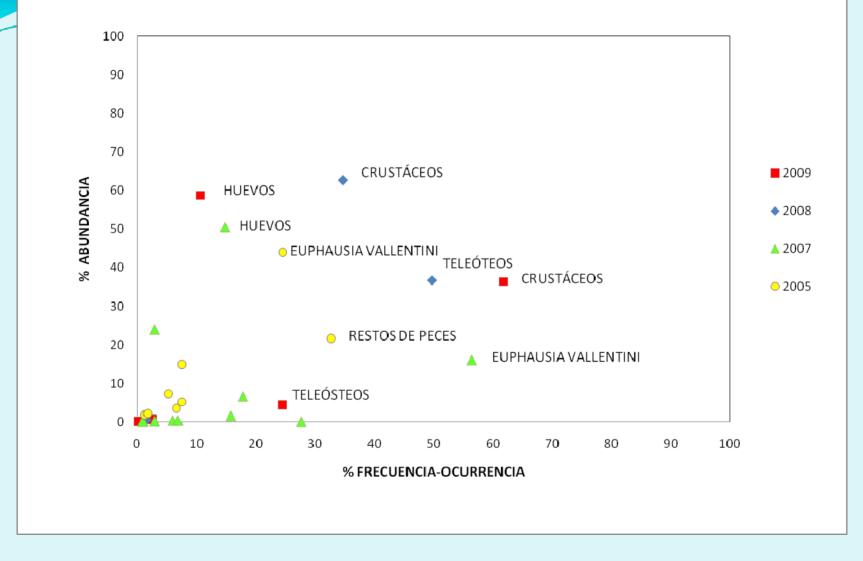
Q<20 = presa incidental

20<Q<200 = presa secundaria

Q>200 = presa principal



Representación de las estrategias alimenticias según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para el año 2009 (■)



Representación de las estrategias alimenticias según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para los años 2005, 2007 y 2008. (•:2005, ▲:2007, ♦: 2008 y ■: 2009).

CONCLUSIONES

- Se aprecia una vez más que la merluza de tres aletas es una especie zooplanctófaga, con una dieta preferentemente del tipo carcinófaga, y en segundo término con un comportamiento ictiófago importante.
- Se confirmaría la tendencia generalista y oportunista de la merluza de tres aletas, la que se alimenta de los ítems que se encuentran en mayor cantidad en el ambiente o que están más disponibles a la hora de la alimentación.
- La alimentación de la merluza de tres aletas en la zona y período de estudio estaría sujeta a los cambios en la disponibilidad y abundancia de las especies del zooplancton.

ANEXO 5

"Parámetros reproductivos de *Micromesistius australis* en la zona austral de Chile"

por: Eduardo Díaz ramos Alvaro Saavedra Godoy

Trabajo presentado en el I Simposio Iberoamericano: "Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías" Vigo-Pontevedra España 24-28 Noviembre 2009



Parámetros reproductivos de Micromesistius australis en la zona austral de Chile

Eduardo Díaz Ramos¹, Alvaro Saavedra Godoy².

- 1 Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Iquique, Chile, ediaz@ifop.cl
- 2 Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile, asaavedra@ifop.cl

Ediaz@ifop.cl

Introducción

La merluza de tres aletas (Micromesistius australis Norman, 1937) es un recurso euribático de gran movilidad asociado a la plataforma y talud continental de la zona sur austral de Chile. Su presencia en el Pacífico sur obedecería a un pulso migratorio de carácter reproductivo que ingresa a la costa chilena a fines del segundo trimestre por el sector Atlántico para desplazarse y concentrarse en un área de desove entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S desde mediados de julio a septiembre, para luego retornar hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre. El recurso sostiene una pesquería en régimen de plena explotación, con rendimientos de pesca claramente influenciado por la fase de desarrollo del proceso migratorio, con mayores capturas entre el segundo y tercer trimestre cuando el recurso se desplaza hacia su área de desove. Los antecedentes reproductivos señalan un desarrollo ovárico de tipo sincrónico por grupo, clasificando a M. australis como un desovador parcial con fecundidad determinada, en un corto período de puesta (Macchi y Pájaro, 1999). En el contexto de disponer de información actualizada sobre la biología reproductiva de relevancia para el conocimiento de la especie, así como para la componente analítica de evaluación de stock, el objetivo del trabajo es analizar variables determinantes del potencial reproductivo, tales como la dinámica de desove, la fecundidad y la talla de madurez sexual de M. australis en la zona austral de Chile.

Materiales y métodos

El material biológico fue colectado en el marco de campañas de evaluaciones acústicas del stock desovante del recurso en los años 2001 al 2008, ejecutadas por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y financiadas por el Consejo de Investigación Pesquera (FIP), durante el período de concentración de la especie (agosto-septiembre) en el área de la plataforma continental de la zona austral (47°S-51°S). En algunos años, se contó con información adicional de la captura comercial que operó en la misma zona y similar período. De cada lance se realizaron muestreos y se obtuvieron los registros morfométricos para las hembras. Los ovarios extraídos fueron fijados en formalina al 10% tamponada. Una porción del ovario fue infiltrado en parafina para obtener secciones a 5 µm que fueron teñidos con hematoxilina y contrastados con eosina. Se clasificó el estado de madurez mediante criterios microscópicos utilizando una clave de 6 estados (Tabla 1). Se calculó el Índice Gonadosomático (IGS) y los datos de madurez por intervalo de longitud total fueron ajustados máximo verosímil a un modelo logístico de madurez. Los ovarios con ovocitos vitelados sin evidencia de desoves previos fueron seleccionados para calcular la fecundidad total.



Resultados

Los resultados se analizaron mediante el factor temporal de la toma de información, entre las quincenas de agosto y septiembre, en el período de 2001 al 2008. La distribución del IGS medio en ejemplares considerados parentales (\ge 35 cm) mostró la evolución de la condición gonádica entre los distintos pulsos migratorios reproductivos, caracterizándose por registros relativamente altos en la primera quincena de agosto, que disminuyeron paulatinamente en la segunda quincena de agosto, para alcanzar los menores valores a fines de agosto y primera quincena de septiembre, con IGS que fluctuaron de 22,9% a 5,1% (Fig. 1a). La frecuencia de estados de madurez (Fig. 1b), indicó el predominio de ovarios en maduración tardía (III) en la primera mitad de agosto, mientras que hembras en desove (IV + V), si bien se visualizaron a comienzos de agosto, su mayor manifestación se presentó en la segunda quincena de agosto, condición que disminuyó en la primera mitad de septiembre, a la vez que incrementaron marcadamente los ejemplares con gónadas inactivas (VI + I), los que aumentaron en su contribución desde mediados de agosto. El análisis de ovarios con actividad (II a V) por grupos de tamaños de los ejemplares (Fig. 1c), mostró que el mayor aporte al desarrollo del evento reproductivo correspondió a la fracción desde los 36 cm, escenario que no varió entre las agregaciones reproductivas del período 2001-2008. El ajuste de la ojiva de madurez se realizó con los datos colectados en el 2008, señalando un estimado de talla media de madurez sexual (L_{50%}) de 36,7 cm de longitud total (ICI=34,2; ICS= 38,4) (Fig. 1d). La fecundidad total y la relativa fluctuaron de 386.831 a 733.540 ovocitos y de 392 a 698 ovocitos, respectivamente. El ajuste de la relación lineal entre el peso corporal y la fecundidad total fueron significativas para cada año. La comparación no-paramétrica de medianas tanto para la fecundidad total (Fig. 1e) como para la fecundidad relativa (Fig. 1f) señaló diferencias interanuales (p<0.001), las que mediante el procedimiento de comparación múltiple de Dunn, la fecundidad total varió significativamente el 2003, 2004 y 2006, mientras que en la fecundidad relativa las diferencias significativas se presentaron en el 2002, 2003, 2005 y 2006.

Conclusiones

De los resultados se desprende la condición de madurez del stock parental que ratificó el carácter reproductivo de la agregación en el área austral. La mayor incidencia de desove se manifestó en la segunda mitad de agosto, proceso que disminuyó en la primera mitad de septiembre, a la vez que incrementaron notoriamente las hembras inactivas. El análisis interanual señaló la estabilidad temporal de los pulsos migratorios a desovar en el área de agosto a septiembre, dejando en evidencia el corto período de puesta. La época de desove es concordante con la información descrita para la especie en el Atlántico (Pájaro y Macchi, 2001b) y en Nueva Zelanda (Hanchet, 1999). El incremento al desarrollo de la actividad reproductiva en hembras mayores a los 35 cm se corresponde con el estimado del parámetro de madurez sexual en 36,7 cm, lo que sugiere una relativa estabilidad del estimado en el período analizado. Registros de madurez de la especie en el Atlántico varían de 34,8 a 39,5 cm (Pájaro y Macchi, 2001b). Las fluctuaciones en la fecundidad total se encontraron en el rango de los estimados entre años, las que se explicarían en primera instancia por la condición del recurso frente al ambiente imperante antes y durante el ciclo reproductivo.



Referencias

- **-Hanchet, S. (1999).** Stock structure of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 33: 599-609.
- -Macchi, G. and Pájaro, M. (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.
- **-Pájaro, M. and Macchi, G. (2001b).** 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, 35: 375-385.

Tabla 1. Criterio microscópico para describir el estado de madurez gonadal en hembras.

Estadio	Descripción				
Ι	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.			



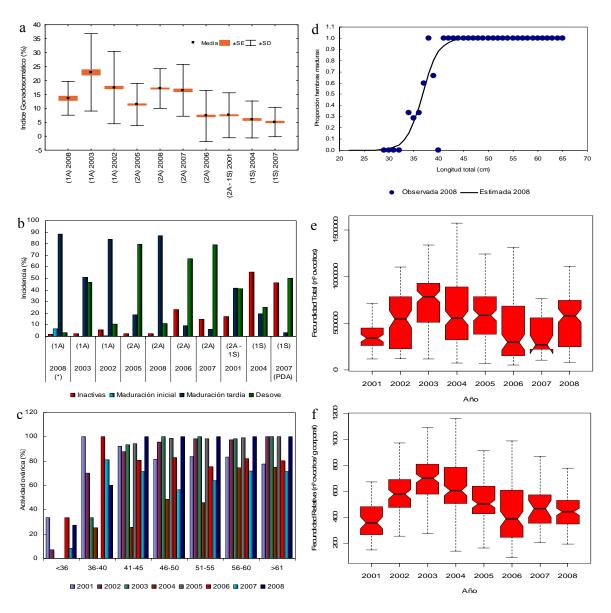


Figura 1. a) Distribución del Índice Gonadosomático, período agosto-septiembre de 2001 al 2008; b) Incidencia de la condición gonadal en hembras; c) Incidencia de hembras activas por grupos de tamaños; d) Ajuste de la ojiva de madurez en hembras; e) Variabilidad de la fecundidad total; f) Variabilidad de la fecundidad relativa.

ANEXO 6

Base de datos FIP N° 2009-11 (en CD)



DESCRIPTORES BASE DE DATOS

FIP N° 2009-11

"Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza tres aletas, año 2009"

La estructura de las bases de datos, con toda la información básica que se obtuvo durante la ejecución del crucero correspondiente al proyecto FIP 2009-11 "Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza tres aletas, año 2009" se encuentra almacenada en registros magnéticos. Los archivos y el formato de grabación de cada una de las componentes del proyecto se detallan en tabla adjunta:

RUTA	ARCH	DECRIPCION
Lat	CARDUMEN	Latitud en decimas de grado
Lon	CARDUMEN	Longitud en decimas de grado
Largo	CARDUMEN	Largo agregacion (m)
Alto	CARDUMEN	Alto agregación (m)
Elon	CARDUMEN	Elongación
Perimetro	CARDUMEN	Perímetro de la agregación (m)
Area	CARDUMEN	Área de la agregación (m2)
ProfCard	CARDUMEN	Profundidad media de la agregación (m)
Fondo	CARDUMEN	Profundidad del fondo (m)
NUM	FECUNDID	Número de orden
LT	FECUNDID	Largo total pescado (m)
FEC	FECUNDID	Fecundidad (ovocitos)
PC	FECUNDID	Peso corporal (g)
Lance	BITACORA	Numero lance
Buque	BITACORA	Nombre del buque
FECHA	BITACORA	Fecha lance
LAT_INI	BITACORA	Latitud inicio en decimas de grado
LON_INI	BITACORA	Longitud inicio en decimas de grado
LAT_FIN	BITACORA	Latitud final en decimas de grado
LON_FIN	BITACORA	Longitud final en decimas de grado
mcola	BITACORA	captura merluza de cola (kg)
m3A	BITACORA	captura merluza de tres aletas (kg)
austral	BITACORA	captura merluza austral (kg)
reineta	BITACORA	captura reineta (kg)
jibia	BITACORA	captura jibia (kg)
cojinoba	BITACORA	captura cojinoba (kg)
congrio dorado	BITACORA	captura congrio dorado (kg)
brotula	BITACORA	captura brotula (kg)
Total	BITACORA	captura total (kg)
Longitud	BIOMA	Longitud UBM (unidad básica de Muestreo)
Latitud	BIOMA	Longitud UBM





Hora BIOMA Hora inicio UBM (decimas de hora)

Trans BIOMA Número transecta UBM BIOMA número UBM

S_A BIOMA Sa de merluza de tres aletas (mn2/m2)

Lance BIOLOGIC Numero lance FECHA BIOLOGIC Fecha lance

N° REG. BIOLOGIC número de registro en el lance

LONG BIOLOGIC Largo pescado (cm)
PESO TOT BIOLOGIC Peso total pescado (g)

SEXO BIOLOGIC sexo pescado, 1=macho, 2=hembra

MADUREZ
PESO EVIS.
BIOLOGIC
BIOLOGIC
Peso eviscerado (g)
PESO GON.
BIOLOGIC
Peso de la gonada (g)
Lance
LONGITUD
Número del lance

talla LONGITUD Talla (cm)

sexo LONGITUD sexo pescado, 1=macho, 2=hembra

frec LONGITUD Indica el número de individuos por tallla y sexo

NUMEROEDADNúmero de ordenLONGITUDEDADLargo pescado (cm)GRUPO_EDAD_CRONOLOGICAEDADgrupo de edad

SEXO EDAD sexo pescado, 1=macho, 2=hembra

Lance UNIONSUR Número del lance

Número UNIONSUR número de registro en el lance

Longitud UNIONSUR Largo pescado (cm)
Peso UNIONSUR Peso total pescado (g)

Sexo UNIONSUR sexo pescado, 1=macho, 2=hembra



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO Sección Ediciones y Producción Blanco 839, Fono 56-32-2151500 Valparaíso, Chile www.ifop.cl

