



INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza de tres aletas, año 2008

FIP N° 2008-12 / Julio-2009



INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica del stock desovante
de merluza de tres aletas, año 2008

FIP N° 2008-12 / Julio-2009

REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

Presidente Consejo de Investigación Pesquera:
Jorge Chocair Santibáñez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo
Mauricio Braun Alegría

Jefe de Proyecto
Alvaro Saavedra Godoy



FIP N° 2008-12 / Julio-2009

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.
Wilma Ojeda C.
Luis Adasme M.**

*ÍNDICE GONADOSOMÁTICO, ESTADÍOS DE MADUREZ
MACROSCÓPICOS, OJIVA DE MADUREZ Y FECUNDIDAD.*
Eduardo Díaz R.

IMPORTANCIA RELATIVA FAUNA ACOMPAÑANTE
Esteban Molina G.

ÍTEMES ALIMENTARIOS MERLUZA DE TRES ALETAS
Patricia Rojas Z.



FIP N° 2008-12 / Julio-2009

COLABORADORES

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

**Francisco Leiva D.
Oscar Nancul P.
José Osorio N.
Raúl Cárdenas V.
Juan Maripillán P.**

*APOYO ESTADÍSTICO GENERAL, DETERMINACIÓN
TAMAÑO DE MUESTRA Y EVALUACIÓN FUENTES
DE ERROR EN ABUNDANCIA Y BIOMASA MEDIANTE
SIMULACIONES MONTECARLO.*

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

*AYUDANTE TÉCNICO DETERMINACIÓN
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO Y FECUNDIDAD
DE MERLUZA DE TRES ALETAS*

Bernardita Carvajal G.

LECTURA OTOLITOS MERLUZA DE TRES ALETAS

María Miranda P.



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los estimados de biomasa y abundancia de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), estructura de talla y edad, distribuci3n espacial, fauna acompa~ante, condiciones reproductivas, caracterfsticas de las agregaciones e ftems alimentarios de esta especie, observados durante agosto de 2008 entre las latitudes 47° y 51° S. correspondiente al proyecto FIP 2008-12.

Se realiz3 un crucero de prospecci3n acústica y pesquera a bordo de el B/H Friosur VIII entre el 15 y el 27 de agosto de 2008, cubriendo el sector comprendido entre las latitudes 47°00 LS y 51°00 LS realizándose un total de 49 transectas.

Merluza de tres aletas se distribuy3 en toda la zona de estudio observándose una mayor concentraci3n en el sector norte del área, entre las latitudes 47° LS y 48° LS, resultando el centro de gravedad en la latitud 48°38' LS. Esta distribuci3n mas amplia en el área de estudio se refleja en el valor del índice de Gini que result3 en 0,88, el que si bien es alto, es menor que el valor obtenido el a~o anterior.

Los resultados muestran que la merluza de tres aletas se distribuy3 asociada al borde de la plataforma y talud continental, con una biomasa estimada en 93.463 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 84.223 y 102.703 toneladas. La abundancia del stock de merluza tres aletas se estim3 en 106.602.427 ejemplares, de los cuales el 53% correspondieron a machos y el 47% a hembras.

El muestreo de talla de merluza de tres aletas para el área y perfdodo de estudio en el 2008 registr3 1.810 individuos, compuesta de 1.070 machos y 740 hembras. El área con mayores ejemplares medidos fue el Golfo Penas-Ladrillero (área 2, 895



peces), seguido de Taitao (área 1, 489 peces) y Trinidad-Concepci3n (426 peces). La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio fue principalmente de individuos adultos, con una talla promedio de 52 cm, predominio de los machos (53%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (1,0% < 35 cm). La estructura de talla del 2008 registró una moda adulta principal entre los 54 y 63 cm, y dos modas adultas secundarias una entre 40-47 cm y otra en 48-53 cm. En los ocho años de investigaci3n, 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 fracci3n adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.

El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etérea comprendida entre los 2 y 24 años, reflejando como grupos modales al GE IV y X en machos y GE XIX a XXI en hembras, observándose un incremento en el aporte de los GE de adultos mayores.

El cálculo del IGS de la fracci3n adulta permitió evidenciar actividad reproductiva durante el estudio, con un promedio de 17,5% en los machos y de 16,7% en las hembras. El mayor aporte al IGS estuvo dado por una mayor incidencia de ejemplares en maduraci3n tardía y en menor fracci3n, en desove, indicando que la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva en desarrollo.

Durante el desarrollo del crucero de evaluaci3n se realizaron un total de 27 lances de pesca de identificaci3n, de los cuales 17 (63%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza austral fueron capturadas en 19 (70,4%) y 14 (51,9%) lances de identificaci3n, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta principalmente por merluza de cola (63,5%), merluza de tres aletas (33,9%) y merluza austral (1%),



las restantes especies capturadas presentaron niveles de captura inferiores al 1% respecto de la captura total

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron en su morfometría valores que reflejan una disminuci3n del tamaño en la serie 2003-2008 junto a menores valores promedio de la energía retrodispersada.

Los resultados del contenido estomacal de merluza de tres aletas confirman la característica zooplanct3faga de tipo carcin3fago ya señaalada en estudios anteriores, y en esta ocasi3n con un comportamiento icti3fago importante.



ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| RESUMEN EJECUTIVO | i |
| ÍNDICE GENERAL | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiv |
| | |
| 1. OBJETIVO GENERAL..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 1 |
| 3. ANTECEDENTES | 3 |
| 4. METODOLOGÍA | 9 |
| 4.1 Área y período de estudio..... | 9 |
| 4.2 Equipos..... | 10 |
| 4.2.1 Embarcación..... | 10 |
| 4.2.2 Sistema de eointegración | 11 |
| 4.2.3 Redes de pesca..... | 12 |
| 4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio | 12 |
| 4.3.1 Diseño de muestreo..... | 12 |
| 4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas | 13 |
| 4.3.3 Información acústica..... | 16 |
| 4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de integración en número (Cn) y peso (Cb) | 16 |
| 4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)..... | 20 |
| 4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa | 23 |
| 4.3.7 Estimación del coeficiente d error (%) y coeficiente de variación (CV) | 27 |
| 4.3.8 Evaluación de fuentes de error en la estimación de la biomasa acústica..... | 28 |
| 4.3.9 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas..... | 28 |
| 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 | 32 |
| 4.4.1 Muestreo a bordo..... | 32 |
| 4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual..... | 32 |
| 4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad..... | 35 |



| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.4 | Estimaci3n de pesos promedios por grupo de edad..... | 39 |
| 4.5 | Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estad3os de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n. | 40 |
| 4.5.1 | Trabajo a bordo..... | 40 |
| 4.5.2 | Procesamiento de muestras | 41 |
| 4.5.3 | Estimaci3n de indicadores reproductivos..... | 41 |
| 4.5.4 | Estimaci3n de la Ojiva de madurez..... | 43 |
| 4.5.5 | estimaci3n de la fecundidad..... | 44 |
| 4.6 | Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n | 47 |
| 4.6.1 | Proporci3n de captura..... | 47 |
| 4.6.2 | An3lisis de los datos | 49 |
| 4.6.3 | An3lisis comunitario | 50 |
| 4.7 | Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en zona de estudio | 52 |
| 4.7.1 | Descriptores morfol3gicos y batim3tricos y de energ3a | 54 |
| 4.7.2 | An3lisis de los datos..... | 57 |
| 4.8 | Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio | 59 |
| 4.8.1 | Muestreo a bordo..... | 59 |
| 4.8.2 | Procesamiento de las muestras en laboratorio..... | 59 |
| 4.8.3 | An3lisis de los datos | 61 |
| 5. | RESULTADOS..... | 63 |
| 5.1 | Calibraci3n del sistema de eointegraci3n | 63 |
| 5.1.1. | Lances de pesca..... | 63 |
| 5.2 | Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante en el 3rea de estudio | 63 |
| 5.2.1 | Biomasa y abundancia | 63 |
| 5.2.2 | Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas | 64 |
| 5.2.3 | An3lisis de incertidumbre..... | 66 |
| 5.3 | Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica..... | 67 |
| 5.3.1 | Composici3n de tallas y proporci3n sexual..... | 67 |
| 5.3.2 | Estructura de edades del stock..... | 71 |



| | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 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 | 79 |
| 5.4.1 | Índice gonadosomático | 80 |
| 5.4.2 | Análisis macroscópico | 81 |
| 5.4.3 | Análisis microscópico | 83 |
| 5.4.4 | Ojiva de madurez..... | 87 |
| 5.4.5 | Fecundidad | 88 |
| 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 | 89 |
| 5.5.1 | Proporción de captura..... | 89 |
| 5.5.2 | Identificación de agrupaciones | 91 |
| 5.6 | Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas | 92 |
| 5.6.1 | Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas | 92 |
| 5.6.2 | Descriptores por latitud | 96 |
| 5.6.3 | Descriptores según rango de fondo..... | 97 |
| 5.6.4 | Descriptores según pendiente del fondo | 99 |
| 5.6.4 | Resultados análisis componentes principales | 101 |
| 5.7 | Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio | 103 |
| 5.8 | Taller de difusión y discusión metodológica | 107 |
| 6. | ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 113 |
| 7. | CONCLUSIONES | 125 |
| 8. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 128 |
| TABLAS | | |
| FIGURAS | | |
| ANEXOS | | |
| Anexo 1 | Personal participante por actividad y objetivo específico | |
| Anexo 2 | Registro gráfico del proyecto: Video del Crucero (CD) | |
| Anexo 3 | Taller presentación resultados | |



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 2008.
- Tabla 8.** Área, y S_A promedio y varianza estimados según métodos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2008.
- Tabla 9.** Estimados de Biomasa y abundancia a la talla para merluza de tres aletas, año 2008.
- Tabla 10.** Valores estimados de biomasa según relación de TS utilizada para merluza de tres aletas, año 2008.
- Tabla 11.** Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluación agosto del 2008.
- Tabla 12.** Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2008.
- Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos. Crucero agosto del 2008.
- Tabla 14.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras. Crucero agosto del 2008.
- 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 2008.



- 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 2008.
- Tabla 17.** Proporción de hembras maduras por tamaño, en muestreos a partir del crucero de 2008 y de los registros compilados de los cruceros de 2001 al 2008, para el ajuste de la ojiva de madurez.
- Tabla 18.** Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con el peso corporal de las hembras de los lances de identificación de crucero de 2008.
- Tabla 19.** Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con la longitud total de las hembras de los lances de identificación de crucero de 2008.
- Tabla 20.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas
- Tabla 21.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2008.
- Tabla 22.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.
- Tabla 23.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por latitud.
- Tabla 24.** 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 25.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.
- Tabla 26.** 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 27.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores según pendiente del fondo.
- Tabla 28.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).



- Tabla 29.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales
- Tabla 30.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales
- Tabla 31.** Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. (agosto 2008).
- Tabla 32.** Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas (2005, 2007 y 2008).
- Tabla 33.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total (2005, 2007 y 2008).
- Tabla 34.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los siete cruceros de investigación entre 2001 y 2008.
- Tabla 35.** Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas, total (2005, 2007 y 2007)



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 2008
- 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 2008
- Figura 10.** Variograma distribución merluza de tres aletas, agosto 2008.
- Figura 11.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2008
- Figura 12** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (ago., 2008).
- Figura 13** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII (agosto 2008).
- Figura 14** Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo y área. B/H Friosur VIII (ago., 2008).
- Figura 15** 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., 2008).
- Figura 16** 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 y 2008.
- Figura 17** 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 y 2008.



- Figura 18.** Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación Merluza de tres aletas 2008
- Figura 19.** Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada Lance, crucero de investigación 2008
- Figura 20.** (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 2008.
- Figura 21.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigación 2008.
- Figura 22.** Curvas teóricas de función peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, período 2002 – 2008
- Figura 23.** 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 2001-2008. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación
- Figura 24.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001 - 2008
- Figura 25.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007 y 2008
- Figura 26.** Índice gonadosomático desde los 36 cm de LT para machos y hembras, recolectados previo al crucero, en el crucero y en la pesquería demersal austral (PDA).
- Figura 27.** Índice gonadosomático desde los 36 cm de LT por lance para machos muestreados previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE).
- Figura 28.** Índice gonadosomático desde los 36 cm de LT por lance para hembras muestreadas previo y en el crucero, y en la pesquería demersal austral.
- Figura 29.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos, muestreados previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE).
- Figura 30.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en hembras, muestreadas previo (pCE) y en el crucero (CE), y en la PDA.
- Figura 31.** Incidencia de estadios de madurez microscópicos en hembras, muestreadas previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE).



- Figura 32.** Estadios microsc3picos por lances diarios en hembras muestreadas previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE).
- Figura 33.** Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras recolectadas en el crucero.
- Figura 34.** Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras recolectadas previo al crucero.
- Figura 35.** Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico para cada EMS microsc3pico en hembras muestreadas previo (pCE) y durante el crucero (CE).
- Figura 36.** Proporc3n de hembras maduras y ajuste de la ojiva de madurez sexual para hembras en el crucero de 2008 y datos compilados de cruceros de 2001 al 2008.
- Figura 37.** Relaci3n entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2008
- Figura 38.** Relaci3n entre el tama1o y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2008
- Figura 39.** Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n efectuados en el 3rea total de estudio
- Figura 40.** Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por zona
- Figura 41.** Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por veril de profundidad
- Figura 42** Resultado del an3lisis de clasificaci3n de los lances de identificaci3n realizados durante el crucero
- Figura 43** Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los lances de identificaci3n realizados durante el crucero
- Figura 44.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.
- Figura 45.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.
- Figura 46.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones.
- Figura 47.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones.
- Figura 48.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones.



- Figura 49.** Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal.
- Figura 50.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.
- Figura 51.** Distribución de frecuencia del descriptor profundidad del fondo.
- Figura 52.** Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura.
- Figura 53.** Distribución de frecuencia de la pendiente del fondo con presencia de agregaciones.
- Figura 54.** Distribución de frecuencia de la energía retrodispersada de las agregaciones
- Figura 55.** Distribución de frecuencia de la densidad acústica de las agregaciones
- Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.
- Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.
- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.
- Figura 59.** 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 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.
- Figura 63.** 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 64.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según pendiente del fondo



- Figura 65.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n pendiente del fondo.
- Figura 66.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n pendiente del fondo.
- Figura 67.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energ3a retrodispersada y densidad ac3stica de agregaciones seg3n pendiente del fondo.
- Figura 68.** Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 69.** Representaci3n de las estrategias alimenticias seg3n el m3todo gr3fico de Amundsen *et al.* (1996) para los a3os 2005, 2007 y 2008. (▲: 2005, ◆: 2007y ■: 2008).
- Figura 70.** Representaci3n gr3fica de los indicadores Num3rico, Gravim3trico y de Frecuencia de los 3tems alimentarios de la merluza de tres aletas para los a3os 2005, 2007 y 2008.(azul: 2005, rojo: 2007, verde: 2008)
- Figura 71.** Estimados de biomasa y abundancia para merluza de tres aletas, a3os 2001-2008

3NDICE DE ANEXOS

- Anexo 1** Personal participante por actividad y objetivo espec3fico
- Anexo 2** Registro gr3fico del proyecto: Video del Crucero en CD
- Anexo 3** Taller Presentaci3n resultados



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en el per3odo de m3xima actividad reproductiva, a trav3s del m3todo hidroac3stico, en la zona comprendida entre la latitud 47° y 51° L.S.

2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS

- 2.1** Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio.
- 2.2** Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.
- 2.3** Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.
- 2.4** Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el 3rea y per3odo de estudio.
- 2.5** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.
- 2.6** Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio.





3. ANTECEDENTES

La merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman, 1937) es un recurso euribático de gran movilidad asociado a la plataforma y talud continental de la región sur austral de Chile, Argentina, alrededor de las islas Malvinas, Orcadas del sur, Shetland del sur y Georgias del sur.

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

Lillo *et al.*, 1994 postulan un esquema de dinámica espacial que asocia la presencia de este recurso en el Pacífico suroriental a un pulso migratorio de carácter reproductivo, el cual ingresa al sector chileno a fines del segundo trimestre proveniente del sector Atlántico. Este pulso se desplaza en dirección general norte asociado a la plataforma y talud continental, hacia un área de desove localizada entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S donde se concentra desde mediados de julio a septiembre, retornando luego hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre.



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; Saavedra *et al.*, 2006 y 2007). A este respecto, *M. australis* es clasificada como perteneciente al grupo de desovadores parciales con fecundidad determinada, con un sólo desove anual que se produce en el bimestre agosto-septiembre prolongándose ocasionalmente hasta noviembre en el Atlántico (Sánchez *et al.*, 1986 y Macchi *et al.*, 2004). En el Pacífico suroriental, sobre la base de estimaciones del índice gonadosomático (IGS) y el análisis de los estadios de madurez macroscópicos como microscópicos, se ha registrado que esta especie experimenta un activo proceso reproductivo en el bimestre agosto-septiembre, con valores de fecundidad promedios que han variado entre 386.831 y 733.540 ovocitos, en tanto que su fecundidad relativa promedio ha fluctuado entre 392 y 703 ovocitos (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 y 2005 y Saavedra *et al.* 2006 y 2007). A este respecto, los datos recolectados señalan que la mayor actividad reproductiva se localiza en el bimestre agosto-septiembre con sobre el 50% de las hembras en proceso de desove activo, 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), 36 cm por Córdova *et al.* (2003) y 36,6 cm por Saavedra *et al.* (2007). 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.

Los niveles estimados de biomasa de merluza de tres aletas, que han variado desde los 180.000 toneladas (Lillo *et al.*, 2002) hasta los 98.000 toneladas (Saavedra *et al.*, 2008), sugieren que este recurso es un componente importante en el ecosistema demersal sur austral, por una parte como consumidor de zooplancton y por otro como integrante de la dieta de otras especies demersales o cetáceos. 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 (mictófidis) (Otero, 1977, Pool, *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2003, Saavedra *et al.* 2006). 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).

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia con el desarrollo de la pesquería demersal sur austral a mediados de la década del 70, orientada a la captura de merluza austral 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 33



mil toneladas los últimos años (Sernapesca 2007), las que se efectúan mayoritariamente en el área y período de desove de esta especie.

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

En lo que respecta a la localización de las áreas de pesca, tanto en el sector Atlántico como Pacífico las mayores capturas se efectúan entre 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.*, 2003; Saavedra *et al.* 2006, 2007 y 2008) (**Tabla 1**).

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, señalaron valores de 186 mil toneladas en junio y 66 mil toneladas en noviembre, registrándose una disminuci3n de la biomasa del 65% entre ambos períodos, hecho también atribuido al proceso migratorio del recurso (Lillo *et al.*, 1993). Las evaluaciones directas mediante métodos acústicos durante el período reproductivo realizados durante 2001 y 2002, han resultado en biomاسas en torno a las 200 mil toneladas, bordeando las 175 mil toneladas el 2003 y sufriendo una merma considerable el 2004 alcanzando las 84.000 toneladas, situaci3n atribuible este ultimo año al período de realizaci3n del crucero, ya que el recurso se encontr3 en una condici3n de post-desove y muy disminuido físicamente. El 2005 el recurso alcanz3 los niveles normales observados el 2003 mientras que el 2006 y 2007 se observa una tendencia a la baja en la biomasa con niveles estimados de 130 mil y 98 mil toneladas, respectivamente (Lillo *et al.*, 2002, Cordova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2003, 2004 y 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007 y 2008).

La estructura etárea de las capturas de *M. australis* en la zona sur austral está compuesta por ejemplares pertenecientes a GE 2 hasta el GE 20+. Esta especie presenta una tasa de crecimiento notablemente lento después de la edad 7



(Ojeda *et al.*, 1998), lo que se traduce que en un estrecho rango de tallas (\approx 46-60 cm) est3 contenida una gran variedad de edades, dentro de las cuales aparecen algunas clases anuales fuertes que permiten ser seguidas claramente de un a3o a otro (Saavedra *et al.*, 2008).

La presencia de un gran n3mero de edades ha sido tambi3n observada en algunos sectores de su distribuci3n en Nueva Zelanda (Russelo; 1994, 1995), aunque en otros se encontraron fracciones del stock segregados por talla y edad (Spak, 1975).

Esta pesquer3a declarada en r3gimen de plena explotaci3n el a3o 2000 por la autoridad pesquera, se encuentra bajo la medida de administraci3n llamada L3mite M3ximo de Captura por Armador, requiri3ndose en consecuencia de antecedentes que permitan establecer los niveles de capturas totales permisibles o biol3gicamente aceptables. En este contexto y en la conveniencia de mantener una l3nea de investigaci3n de la biomasa del stock desovante del recurso, el Consejo de Investigaci3n pesquera decidi3 incluir un proyecto de evaluaci3n directa de la *M. australis* en el programa de investigaci3n pesquera correspondiente al a3o 2008, 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 15 al 27 de Agosto del 2008, 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.



En el caso de la utilizaci3n del software EVA2, se utiliz3 el 3rea entregada por dicho programa en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas n3uticas cuadradas de acuerdo a su correspondiente correcci3n por el coseno de la latitud media de la forma

$$\text{3rea} = \text{Area}_{\text{grados}} * 3600 * \cos(\text{Lat}^\circ \text{S}) \text{ mn}^2$$

$$\text{Area}_{\text{grados}} = \iint \text{Lat}(y) \text{Lat}(x) dy dx$$

4.2 Equipos

4.2.1 Embarcaci3n

Para efectuar el estudio, el Instituto de Fomento Pesquero efectu3 un llamado a participar a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquer3a demersal sur austral, obteni3ndose respuesta positiva de la empresa Emdepes S.A., quien manifest3 su inter3s en participar con el B/H Friosur VIII (**Fig. 1**), buque de 54,0 m de eslora, 10,5 m de manga, 7,0 m de puntal, motor Deutz 2.240 HP a 840 rpm y un T.R.G de 885 ton, capacitada para operar en la zona de estudio, mientras que las naves B/F Unzen y, especialmente, el B/F UnionSur, operaron con muestreadores IFOP a bordo a fin de recolectar muestras y datos de apoyo al muestreo biol3gico.

La operaci3n pesquera de estas naves fue regulada mediante la Resoluci3n de pesca de investigaci3n N3 1975 de la Subsecretar3a de Pesca en las que se autoriz3 la extracci3n de un m3ximo de 700 toneladas de merluza de tres aletas imputadas a la reserva de investigaci3n, fraccionada en 50 toneladas para el B/H Friosur VIII, 325 toneladas para el B/F Unzen y 325 toneladas para el B/F



UniónSur, los que operaron como buques de apoyo para el muestreo científico, embarcándose muestreadores de IFOP para el muestreo biológico de las capturas.

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 identificaci3n fueron realizados con una red de arrastre de mediagua, 3sta correspondi3 a un modelo de uso normal en la pesquería demersal sur austral. La red utilizada fue la red Gloria 1408 (**Fig. 2**), sin embargo, considerando que el objetivo de los lances de pesca de identificaci3n 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**).

4.3. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribuci3n espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas.

4.3.1 Diseño de muestreo

Asumiendo aleatoriedad en la distribuci3n del recurso con respecto a la localizaci3n de la primera transecta, el muestreo de tipo sistemático ha sido considerado como el más adecuado para estudios orientados a estimar la abundancia, precisi3n y distribuci3n de un recurso (Simmonds y Fryer (1996), Simmonds (1996), MacLennan y Simmonds (2005), Shotton y Bazigos (1984). Adem3s, Simmonds *et al.* (1991), sealan que una evaluaci3n directa de un recurso pesquero debe considerar adem3s la disponibilidad espacio-temporal del stock y que 3ste debería estar dentro de un 3rea definida por un perío do determinado y, en lo posible en condiciones monoespecíficas.

Teniendo en cuenta que durante el perío do y 3rea del estudio, los antecedentes indicaban que la concentraci3n reproductiva del recurso presentaba una estrecha distribuci3n longitudinal, se efectu3 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 espacio-temporal en la asignación de las unidades de ecointegración.

4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realizó mediante la inspección visual de los ecogramas, para lo cual 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 correcci3n de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integraci3n.

- 3) Revisi3n y edici3n 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 integraci3n, ésta línea se ubicó generalmente a 3 metros bajo el transductor.
- 4) Defini3n de regiones a integrar, donde se integraron las regiones dentro de cada UBM (Unidad Básiaca de Muestreo de 0,5 millas náuticas de extensi3n). La delimitaci3n de la regi3n a integrar fue de tipo manual, encerrando convenientemente en la regi3n el ecotrazo detectado para su posterior integraci3n.

La asignaci3n de las unidades de eointegraci3n, a los ecotrazos detectados se realizó mediante el método propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribuci3n a la integraci3n ($S_{A(i)}$) de una especie "i" a la integraci3n total ($S_{A(t)}$) del intervalo básiaco de muestreo es proporcional a su participaci3n en la captura en número (w_i) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersi3n acústico (σ).

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

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 austral por Lillo *et al* (1996) y para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) por Do y



Surti (1993), mientras que para reineta, br3tula y congrio se utiliz3 la relaci3n para peces fis3stomos (Foote, 1987). Para cojinova del sur y dada la falta de informaci3n para esta especie se opt3 por utilizar la relaci3n para jurel:

Merluza de cola: $20 * \text{Log}(L) - 72,7 \text{ (dB)}$

Merluza del austral: $20 * \text{Log}(L) - 68,1 \text{ (dB)}$

Reineta: $20 * \text{Log}(L) - 71,9 \text{ (dB)}$

Cojinova: $20,11 * \text{Log}(L) - 71,9 \text{ (dB)}$

Las tallas medias fueron estimadas a partir de los pesos medios de acuerdo a las relaciones longitud-peso derivadas de Céspedes *et al*, 2007.

Merluza de cola: $W = 0,01126 * L^{2,686}$

Merluza austral: $W = 0,00518 * L^{3,107}$

Cojinova del sur: $W = 0,0190 * L^{2,9276}$

Reineta: $W = 0,0286 * L^{2,8388}$

C. dorado: $W = 0,0042 * L^{3,0426}$

Br3tula: $W = 0,0120 * L^{2,9230}$

La asignaci3n de la proporci3n en n3mero de merluza de tres aletas y de las especies recurrentes de cada lance se realiz3 al 3rea inmediatamente vecina a 3ste.

Durante el crucero se realizaron un total de 27 lances distribuidos en el 3rea de estudio, intensific3ndose el muestreo biol3gico en las zonas donde se detect3 mayor presencia del recurso. La distribuci3n espacial de los lances se entrega en la **Figura 4**. Este muestreo se vio complementado con la informaci3n obtenida de las operaciones del buques UnionSur y Unzen, donde se tomaron muestras de g3nadas y otolitos de merluza de tres aletas.



4.3.3 Informaci3n acústica

La prospecci3n acústica nocturna, se llevó a cabo en forma continua durante la navegaci3n, discretizando la informaci3n en UBM de 0,5 mn. (Barbieri *et al.*, 1998). La informaci3n 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 integraci3n de las UBM's.

4.3.4 Relaci3n TS utilizada y coeficiente de eointegraci3n en número (C_n)

- Relaci3n TS

La obtenci3n de los datos de fuerza de blanco de merluza de tres aletas se ha efectuado en todos los cruceros de prospecci3n 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 distribuci3n del recurso no es la óptima para la detecci3n de blancos individuales, presentándose el recurso de preferencia en agregaciones tipo estrato o muy agregado. Esta característica del recurso no cumple con las condiciones establecidas como recomendable para mediciones de TS (ICES, 1999, 2001). Es así que a fin de mantener una consecuencia con evaluaciones anteriores de merluza de tres aletas, es que se utiliza a modo comparativo la relaci3n señalada por (Lillo *et al.*, 1996) para *Merluccius gayi* e igual a:

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



Adem1s se utiliza la relaci3n se1alada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelanda (Hanchet, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997), y que corresponde a:

$$\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB)$$

Esto a modo comparativo ya que sin desestimar esta 1ltima relaci3n ella deber1a ser considerada con precauci3n, pues Hanchet (2000), se1ala que la relaci3n de fuerza de blanco propuesta por Monstad (1992) sobreestimar1a la biomasa en niveles del 30%. En este escenario las estimaciones mediante m1todos hidroac1sticos de la biomasa de la fracci3n desovante del stock de merluza de tres aletas deben ser consideradas como un indicador del tama1o de la biomasa desovante stock.

Finalmente y por tercer a1o se utiliza la relaci3n estimada por Lillo *et al.*, 2006 para merluza de tres aletas e igual a:

$$TS = 20 * \text{Log}(talla) - 69,1 \quad (dB)$$

Independiente de la relaci3n utilizada, los argumentos descritos anteriormente son los que mantienen como base comparativa la aplicaci3n de la relaci3n estimada para merluza com1n en la evaluaci3n de merluza de tres aletas, debiendo considerarse los estimados como una abundancia y biomasa relativa.

Respecto a la estimaci3n de la TS media a partir de los datos de talla, 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 aplic3 la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG) (Miranda, 1999), la cual corresponde a una prueba estad1stica que permite



establecer la similitud o diferencia estadística entre distribuciones multinomiales. El procedimiento considera el planteamiento de la hipótesis que supone que las distribuciones provienen de una misma población. Atendiendo a la homogeneidad postulada entre estas distribuciones, la hipótesis nula (**H₀**) se plantea como

H_0 : la estructura de talla 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:

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

Hipótesis que pueden ser planteadas de manera equivalente como sigue:

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

Como se dijera anteriormente, la estadística de prueba a utilizar, se basa en una distribución χ^2 la cual esta dada por la siguiente expresi3n:



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

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

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

Luego la estadística de prueba esta dada por la relación:

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

Donde:

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

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



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

De acuerdo a lo anterior, la estimaci3n de la TS media a partir de los datos de talla, se realiz3 a partir de la distribuci3n de frecuencia ponderada de talla asignada para toda el área de estudio, ya que la prueba estadística muestra que el 94,12% de los lances de pesca realizados en la zona de estudio cumple el supuesto de igualdad, no existiendo evidencias estadísticamente significativas para rechazar la hip3tesis nula

- **Coficiente de ecointegraci3n**

El coeficiente de ecointegraci3n a la talla “*k*” en númer (C_{nk}) referido a un S_A se calcul3 segùn:

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

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

Para evaluar la relaci3n Ts/longitud, se utiliz3 la talla promedio 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 Estimaci3n de la abundancia (en númer) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de merluza de tres aletas en el área de estudio se estim3 segùn:



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

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

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

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

donde :

\hat{A}_k = abundancia a la talla k (en n3mero).

a = 3rea prospectada (mn²).

\hat{C}_{nk} = coeficiente de ecointegraci3n a la talla k (n/mn²/S_A)

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

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

P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca ponderados y agrupados en el 3rea de estudio.

\hat{R}_k = estimador de raz3n a la talla k.

Siendo:

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

Donde \hat{R} se obtuvo de acuerdo a los siguientes m3todos

- **Hansen y Wolter**

El estimador de raz3n (\hat{R}) de las lecturas ac3sticas del ecointegrador (\ddot{S}_A) por UBM correspondiente a los m3todos de Hansen *et al.* (1953) y Wolter (1985) se calcula seg3n:



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

donde:

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

- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} seg3n el m3todo Bootstrap se calcula seg3n:

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

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

- **Variables regionalizadas**

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

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



Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas 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 econtegrador por UBM corresponde a la expresi3n:

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

donde :

S_v = coeficiente volumétrico de dispersi3n (m^2/m^2).

R_o = profundidad de referencia del blanco (m).

r_2, r_1 = límites superior e inferior de la econtegraci3n ó de los estratos programados (m).

1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.

4.3.6 Estimaci3n de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determin3 segun:

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

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

La varianza de la biomasa se calcula segun:



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

La varianza del coeficiente de eointegraci3n en n3mero (\hat{C}_{nk}) se determina seg3n:

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

Para lo cual se necesita la varianza de la relaci3n de TS, la que no se dispone. Por este motivo no se incorpora la varianza del coeficiente de eointegraci3n sac3ndolo de la ecuaci3n como una constante. Esta fuente de incertidumbre se incorpora al realizar la simulaci3n por montecarlo de este coeficiente.

Para dise1os sistem3ticos como el propuesto en esta evaluaci3n, donde se considera un 3nico punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la poblaci3n en estudio no presenta periodicidad en relaci3n a la selecci3n de la muestra sistem3tica. En este contexto, se obtienen cuatro estimadores alternativos de varianza de la raz3n.

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

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

donde, N es el n3mero total de transectas en el 3rea, y



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

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

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

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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



Donde \hat{F}^{-1} es la funci3n inversa de la distribuci3n acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

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

y donde,

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

Siendo f^{-1} la funci3n inversa de la distribuci3n normal estandar y Z_α es el percentil superior de una normal estandar.

- **M3todo de las variables regionalizadas**

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

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

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

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

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

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

Donde V es el 3rea de distribuci3n del recurso, (α, β) los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreos y n el n3mero de muestras en V.



La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la funci3n de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos 3ltimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma.

La varianza σ_e depende de la estructura espacial a trav3s de tres factores geom3tricos; de la geometr3a del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposici3n entre los intervalos b3sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

Para la obtenci3n de los estimadores geoestad3sticos, se utiliz3 el software EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

4.3.7 Estimaci3n del coeficiente de variaci3n (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisi3n alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el coeficiente de variaci3n.

Coeficiente de variaci3n:

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

Donde:

$\hat{V}(\hat{B})$ = varianza de la abundancia 3 biomasa

\hat{B} = Abundancia o biomasa



4.3.8 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.

4.3.9 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).



En el mapeo de las densidades de la merluza de tres aletas, se consideraron aspectos relacionadas con la t3cnica geoestadística, (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales tales como: tamaño, direcci3n y tipo de estructura (An3nimo, 1991; Pelletier y Parma, 1994; Maynou **et al.**, 1998). Los datos, son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 3rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i+h))^2$ como funci3n de su distancia h , definida mediante la ecuaci3n:

$$2\gamma(x, h) = E[Z(x) - Z(x+h)]^2$$

El supuesto de estacionaridad de segundo orden en el m3todo intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $2\gamma^*(h)$ como:

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

Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(\theta, h)$ el n3mero de pares de datos en la direcci3n θ y distancia h .

El ajuste del variograma experimental a un modelo matemático, se efectu3 de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) para los modelos esf3rico y exponencial como:



Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s , c_e representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y a_s , a_e los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan correlaci3n.

La suma de ambas variabilidades ($c_0 + (c_s; c_e)$), representa el *sill* o nivel m3ximo de variabilidad. En el caso del modelo exponencial el rango se asume como el punto en el cual el modelo incluye el 95% del *sill*, esto puede ser estimado como tres veces el rango te3rico ($3a_e$).

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realiz3 mediante el m3todo de m3nimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la funci3n:

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



donde H es el n3mero de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_i)$, que es el n3mero de pares de datos utilizados para estimar $\hat{\gamma}(h_i)$ y al inverso de $\gamma(h_i)^2$. Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercan3as de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos m3s distantes (Cressie, 1993; Maravelias *et al.*, 1996).

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

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

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

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

El 3ndice (δ) de Gini, es un indicador num3rico relacionado a la curva de Lorenz y se estima como el doble del 3rea comprendida entre la funci3n identidad y la



curva de Lorenz. Este 3ndice puede fluctuar entre 0 (distribuci3n homog3nea) a valores cercano a 1 (alta concentraci3n).

4.4 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.

4.4.1 Muestreo a bordo

En la estimaci3n de la estructura de tallas y la proporci3n sexual de merluza de tres aletas se bas3 en un dise1o de muestreo bi-et3pico, 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 3sta la unidad de an3lisis. En este sentido, a bordo y f3sicamente cerca del pozo de pesca de la nave, fueron realizados muestreos biol3gicos de las capturas en todos los lances de pesca de identificaci3n de ecotrazos. El muestreo biol3gico consisti3 en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. La informaci3n registrada del muestreo biol3gico consisti3 b3sicamente en los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posici3n, profundidad y captura), y los datos del muestreo biol3gico, como: talla y sexo.

4.4.2 Composici3n de tallas y proporci3n sexual

En la estimaci3n de la estructura de tallas y la proporci3n sexual de merluza de tres aletas se bas3 en un dise1o de muestreo bi-et3pico, 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 3sta la unidad de an3lisis. En este sentido, cerca del pozo de pesca de la nave fueron realizados los muestreos de



biológicos de las capturas en todos los lances de pesca de identificación de ecotrazos. El muestreo biológico consistió en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. La información registrada del muestreo biológico consistió básicamente en los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla y sexo.

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,

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

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

Notación:

Índices:

- i = ejemplares $i = 1, 2, \dots, n$
- j = Lance $j = 1, 2, \dots, M$



- k = Longitud del ejemplar $k = 1, \dots, K$
 s = Sexo 1 (macho) , 2 (hembra)

Variables y Parámetros:

- n = Número de ejemplares en la muestra.
 Y = Captura en 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 ($\hat{V}(\hat{l})$)

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

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

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

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

donde,

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



El análisis de las estructuras de tallas y la proporción sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal, según los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica en la especie efectuados entre el 2001 y 2007 (FIP 2001-20, FIP 2002-20, FIP 2003-10, FIP 2004-8, FIP 2005-06, BIP 2006 N° 30043868-0, FIP 2007-15, 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, 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 microscopios 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 ilustraci3n (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 “Actualizaci3n y Perfeccionamiento de Metodologías Científicas para el Estudio de Edad en peces” (financiado por INNOVA-SUBPESCA).

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 asignaci3n 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 identificaci3n 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 clasificaci3n de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

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

Donde:



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

Asignación de la abundancia por grupo de edad

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

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

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

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

Donde:

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

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



El planteamiento metodol3gico sealado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan expl3citamente toda la estructura interna de la captura en n3mero de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para c3lculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

Considerando la proporci3n (P_i) con que participa cada GE:

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

Puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

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

Donde:

- l_j = Proporci3n de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N = Tama1o de la muestra de longitudes
- n_j = Tama1o de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} = Proporci3n de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L = N3mero de estratos de longitud

El primer t3rmino de la expresi3n entre par3ntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud.



Estas 3ltimas expresiones permiten calcular, adem3s de la proporci3n con que participa cada GE, la varianza con que contribuye cada uno de los grupos.

4.4.4 Estimaci3n de pesos promedios por grupos de edad

La estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, 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 m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m3todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a de Pienaar & Ricker (1968).

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, se pueden presentar dos casos, uno es cuando se est3 frente a crecimiento isom3trico 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 funci3n de W , $\Psi(L)$, es:

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

La ecuaci3n anterior permite expresar el peso promedio de un grupo, en t3rminos de los par3metros (media y varianza) de la distribuci3n normal de sus longitudes.



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

4.5.1 Trabajo a bordo

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 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 autólisis y del ataque bacteriano y evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).



4.5.2 Procesamiento de muestras

Las lecturas macrosc3picas de la madurez sexual, asignadas durante el procesamiento biol3gico a bordo, se corroboraron en el laboratorio mediante un examen microsc3pico de los ovarios fijados de acuerdo al diagn3stico morfohistol3gico del par3nquima gonadal, en base a los criterios b3sicos sealados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces tele3steos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado adem3s de una escala microsc3pica apreciativa de la madurez sexual espec3fica para merluza de tres aletas reportada por C3rdova *et al.* (2003) (**Tabla 4**). El m3todo microsc3pico se basa en la observaci3n interna de la g3nada y resulta necesario para confirmar las apreciaciones macrosc3picas del grado de madurez, dado que permite obtener una informaci3n precisa y detallada de las distintas transformaciones morfol3gicas que acontecen durante el ciclo de maduraci3n sexual.

4.5.3 Estimaci3n de Indicadores reproductivos

Estimador del 3ndice gonadosom3tico (IGS)

Se calcul3 el 3ndice gonadosom3tico, como una proporci3n del desarrollo (peso) de la g3nada (W_g) con respecto al peso corporal (W). Tambi3n, el indicador se consider3 como un promedio ponderado de los 3ndices por lance, donde el ponderador corresponde a la captura de la especie en cada lance.

- **Estimador del 3ndice gonadosom3tico**

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



donde

$$\hat{IGS}_j = \sum_{i=1}^{n_j} \hat{IGS}_{ij} / n_j ; \quad \hat{IGS}_{ij} = \frac{Wg_{ij}}{W_{ij}} 100$$

- **Estimador de la varianza del estimador del \hat{IGS}**

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

donde

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

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.

Estimador de la proporción de estadios de madurez

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

donde,

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



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

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

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

4.5.4 Estimaci3n de la ojiva de madurez

Para el ajuste de la ojiva, adem1s de considerar los registros de madurez de los ejemplares obtenidos en los muestreos al azar de la captura, alternativamente se dirigi3 el muestreo de g3nadas a censar todos los ejemplares de cada lance de identificaci3n con longitudes igual y menor a los 40 cm LT, de tal manera de tener representatividad en el an1lisis de la fracci3n juvenil y de los tama1os 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 (C3rdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007 y 2008).

Se consideraron los diagn3sticos histol3gicos del estadio de madurez del ovario para la clasificaci3n de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el inicio de los procesos de vitelog3nesis. Seg3n 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 distribuci3n binomial. Los datos fueron ajustados un modelo log3stico de madurez mediante el m3todo de m1xima 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 , α_1 , α_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



histol3gico para descartar aquellos con indicio de desove (fol3culos postovulatorios) o atresia folicular.

La estimaci3n de la fecundidad se efectu3 mediante la aplicaci3n del m3todo de la moda m3s avanzada, donde secciones de tejido ov3rico preservados en soluci3n fijadora fueron pesados con una precisi3n de 0,1 mg y los ovocitos disgregados del estroma se separaron por clase de tama1o a trav3s de una bater3a de tamices, con un rango de 250 a 2.000 micras, con un arrastre de agua en un sistema de vibraci3n. Los registros del n3mero de ovocitos retenidos en cada malla se utilizaron para la identificaci3n de los diferentes grupos modales.

Para el c3lculo de la fecundidad se utilizaron s3lo aquellos ovarios maduros, cuyas distribuciones de frecuencia mostraron al grupo modal m3s avanzado claramente identificable. El n3mero de ovocitos vitelados avanzados en la submuestra se utilizaron para la estimaci3n del n3mero total de ovocitos maduros del ovario (fecundidad total), de acuerdo a la expresi3n:

$$\hat{F}_j = \frac{1}{v} \sum_{v=1} \left[\frac{H_{vj}}{WS_{vj}} \right] * PG_j$$

Donde, la fecundidad promedio y su varianza corresponde a:

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



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

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

$H_{j\nu}$ = N3mero de ovocitos en la submuestra ν del ovario de la hembra j.

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

PG_j = Peso del ovario de la hembra j.

ν = N3mero de submuestras del ovario

n^* = N3mero de hembras analizadas.

La estimaci3n de la fecundidad media poblacional, representativa del total de la poblaci3n de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad total en funci3n de un par3metro corporal (peso, talla). En merluza de tres aletas la relaci3n entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total se ha ajustado a un modelo de regi3n lineal simple (Lillo *et al.*, 2002; C3rdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004):

$$4 \quad \hat{F}_j = \alpha + \beta W_j$$

El an3lisis de los resultados permiti3 determinar la condici3n reproductiva de la merluza de tres aletas, los que fueron comparados con los resultados obtenidos en evaluaciones anteriores, seg3n per3odos de realizaci3n de crucero de prospecci3n.



4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas, en el 1rea y per3odo de estudio

4.6.1 Proporc3n de captura.

En el dise1o a emplear para determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante, se consider3 como unidad muestral el lance de pesca. La informaci3n b1sica que caracteriz3 el muestreo fue el peso de las especies en kilogramos, adem1s de la informaci3n que caracteriz3 el muestreo como el n1mero del lance, posici3n geogr1fica, hora de inicio y t3rmino, fecha y profundidad del lance.

En el dise1o se contempl3 la realizaci3n de un censo de lances, al interior de los cuales se tom3 una muestra aleatoria de la captura, cuyo tama1o estaba en funci3n a la cantidad extra3da. Para esto, al momento de traspasar la pesca desde la red al pozo, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg y su n1mero vari3 de acuerdo a la siguiente escala de captura.

| Intervalo Captura (kg) | N1mero 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 pr1ctica de realizar dicho pesaje en el buque factor3a y buque hielero



debido a falta de espacio (limita el n3mero de cajas a muestrear) y tiempo disponible, por lo que se limit3 el n3mero m3ximo de cajas a 6.

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

a) Estimador de la proporci3n de especie

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

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

donde:

C_j : Captura total en el lance j .

C_o : Captura total acumulada

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

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

M : N3mero total de lances en el viaje.

\hat{p}_{ej} : Estimador de la proporci3n de la especie e en el lance j

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

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



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

Donde

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

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

Lo anterior permiti3 determinar la importancia relativa global para el 1rea de estudio de la fauna acompa1ante. Posteriormente se agruparon los lances por rango de profundidad y posici3n latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies seg1n estas categor1as (m1todo gr1fico).

4.6.2 An1lisis de los datos

Se efectu3 un an1lisis descriptivo orientado a determinar el aporte porcentual en peso de las especies que componen la fauna acompa1ante del recurso ***M. australis***, destacando que se efectuaron descripciones en t1rminos de posici3n latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, adem1s de la captura de las especies que componen la fauna acompa1ante.

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de ***M. australis***, se agrup3 la fauna acompa1ante por especie en rangos latitudinales. Para estimar la importancia relativa de las especies, se consider3 revisar el registro del volumen de captura espec1fico y efectuar la determinaci3n de la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen



su fauna acompañante. La importancia relativa se determin3 en t3rminos de la contribuci3n a la captura total y en relaci3n 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 hist3ricos señalan que la fracci3n parental de *M. australis* generalmente conforma agregaciones de características monoespecíficas (Saavedra *et al.*, 2008).

4.6.3 Análisis comunitario

Este análisis consisti3 básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas dentro de la fauna acompañante, las que se obtienen a partir de la aplicaci3n de m3todos de análisis basados en la clasificaci3n y ordenaci3n de las especies. Estos m3todos num3ricos, según Acuña *et al.*, 2004, permiten obtener una visi3n macro de c3mo está estructurada la comunidad a la cual esta asociada la especie objetivo.

4.6.3.1 Identificaciones de agrupaciones específicas

Para la identificaci3n de agrupaciones faunísticas específicas, el área de estudio en cada caso fue dividida según los criterios descritos anteriormente. El análisis consisti3 en la identificaci3n por macro zona de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificaci3n de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenaci3n MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford & Stephenson, 1975).

Ambos m3todos requieren la construcci3n 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 comparaci3n se realiz3 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 funci3n 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 “j” y X_{ik} es la abundancia relativa de la especie “i” en la macro zona “i” rango batimétrico “k”.

Para equilibrar los valores atípicos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) fueron transformados a través de la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke & Warwick, (1994).

4.6.3.2 Determinación de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)

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

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



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

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

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

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

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

Definiendo un ecotrazo como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso



(continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal), la resoluci3n horizontal corresponder3 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 detecci3n y de asignaci3n 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 regi3n y en la asignaci3n de los S_A , siendo 3ste el siguiente:

- 1) Defini3n de l3neas de superficie y l3nea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de detecci3n superior e inferior en el ecograma.
- 2) Revisi3n y edici3n de la l3nea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo p3rdida de se3al, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confund3a con se3ales de agregaciones muy cercanas a 3ste,. Esta correcci3n de la se3al de fondo gener3 un l3mite inferior para el 3rea de integraci3n y detecci3n.
- 3) Revisi3n y edici3n de la l3nea de superficie, la cual debi3 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 integraci3n, 3sta l3nea se ubic3 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 consisti3 en definir regiones del tipo "bad regions", las cuales fueron excluidas de la detecci3n e integraci3n de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido ac3stico y



fuera del contorno de 3stos, de tal forma de delinear el borde de la se1al ac3stica.

- 5) Una vez limpio el ecograma se enmarc3 el ecotrazo seleccionado dentro de una regi3n (rectangular) y se procedi3 a la detecci3n autom3tica de agregaciones, deline3ndose de esta forma el contorno de 3sta. Los par3metros de detecci3n fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un par3metro est3ndar provoca cortes en la agregaci3n.
- 6) Asignaci3n de S_A : A fin de asignar correctamente los S_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaban el largo de la UBM (0,5 mn), se procedi3 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 "regi3n" la sumatoria de los S_A (PRC_NASC) que esta regi3n generaba en cada celda o UBM.

4.7.1 Descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en tres tipos: morfol3gicos que permiten medir el tama1o y forma de las agregaciones, batim3tricos que definen su posici3n en la columna de agua (Scalabrin y Mass3, 1993; Fre3n *et al.* 1996). Y de energ3a que reflejan la energ3a retrodispersada por el blanco o agregaciones de peces. Dentro de los descriptores morfol3gicos estimados para las agregaciones se encuentran: el 3rea transversal, altura, largo, elongaci3n y per3metro. De tipo batim3trico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones e 3ndice de altura (**Fig. 7**), incorpor3ndose adicionalmente este a1o la variable "pendiente del fondo" (**Fig. 8**) Como descriptores de energ3a se considero la energ3a retrodispersada (expresada en S_A) y densidad ac3stica expresada en S_A/m^2)



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

$$Se = d_j * e$$

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

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

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

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

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



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

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

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

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

La pendiente del fondo “ α ” medida en grados fue determinada a partir del ángulo formado entre la línea que une los puntos del fondo justo debajo del inicio y término de la agregación y la línea horizontal que cruza el punto del fondo de menor profundidad observado entre ambos y que tiene igual longitud que el largo de la agregación (**Fig. 8**),. El ángulo α fue determinado de acuerdo a:

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

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



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

Donde:

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

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

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

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

N: número de muestras utilizadas para calcular Sv_{prom} en la agregación, y

$$Dens = S_A / \textit{Area}$$

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 testado 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 distribuci3n acumuladas te3rica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podr3an razonablemente proceder de la distribuci3n normal. Las variables que a3n no presentaban una distribuci3n normal fueron analizadas mediante el test de Krustal Wallis para distribuciones no normales

Posterior a la normalizaci3n, se aplic3 un an3lisis de varianza de los diferentes vectores a fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre los valores promedios de los descriptores en sentido latitudinal (en rangos de 1°), de rangos de fondo (cada 100 metros) y seg3n rangos de la pendiente del fondo. Posteriormente, los datos fueron analizados mediante la aplicaci3n del an3lisis de componentes principales (ACP). Este m3todo permite resumir la informaci3n contenida en la matriz de datos y permitir una representaci3n visual o geom3trica de la informaci3n (Rencher, 1995), preservando las caracter3sticas de la observaci3n original.

Se redujo la dimensionalidad del problema obten3ndose nuevas variables que fueron expresadas como combinaci3n lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utiliz3 la matriz de correlaciones como matriz de entrada, d3ndole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables.

Se aplic3 el criterio de selecci3n 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 interpretaci3n.



4.8 Determinar la composici3n de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio

4.8.1 Muestreo a bordo

Los est3magos estudiados fueron obtenidos a partir de los muestreos biol3gicos 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 registr3 la informaci3n del lance de pesca (fecha, n3mero del lance, y posici3n)

En los muestreos realizados se colectaron est3magos de merluza de tres aletas, los cuales fueron etiquetados y almacenados, para su posterior an3lisis en laboratorio. Durante el muestreo tambi3n se registr3 el estado del est3mago, clasific3ndose como vacío, rotos y con contenido.

4.8.2 Procesamiento de las muestras en laboratorio

Antes de realizar el procesamiento o an3lisis del contenido estomacal, los est3magos fueron puestos en bandejas durante 24 horas para eliminar el exceso de soluci3n preservante. Posteriormente, cada est3mago se identific3 en un registro indicando el n3mero de la etiqueta, luego fueron pesados (gramos), luego se extrajo el contenido estomacal pes3ndose individualmente. Las presas contenidas en los est3magos fueron identificadas (al menor nivel taxon3mico posible y observado bajo lupa), contadas y pesadas (peso húmedo con 0,01 gramo de precisi3n). El estado de digesti3n de las presas se clasific3 seg3n 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 digesti3n, pero la presa est1 entera. En el caso de peces la piel ha perdido su tonalidad, las aletas muestran estado de digesti3n (p3rdida de tejido).
- **Frescos:** las presas muestran muy peque1os rasgos de digesti3n, permanecen enteras y su piel sana, e incluso con escamas.

Esta informaci3n permiti3 explorar alguna relaci3n de la alimentaci3n con la hora del lance de pesca; por ejemplo una mayor proporci3n (porcentual) de est3magos con estados frescos y enteros podr1a indicar una condici3n activa de alimentaci3n de merluza de tres aletas. Por otro lado, en los casos posibles, en los peces presas fueron medidos en longitud total. Informaci3n que fue traspasada archivo computacional para su procesamiento y an1lisis.

Para llevar a cabo el an1lisis de las muestras estomacales en laboratorio se emplearon diversos elementos, como pinzas, tijeras, bistur1, agujas de disecci3n, placas petri, frascos, lupa estereosc3pica, balanzas (0,01 g precisi3n), y claves taxon3micas pertinentes para plancton, crust1ceos, 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 peces presas con avanzado estado de digesti3n se prest3 atenci3n a su forma, hocico, aletas, cola, musculatura, color de piel, escamas y otolitos para



intentar identificar el ítem. En el caso de los crustáceos-presa se observó diversas características, como por ejemplo forma del caparazón, apéndices, ojos y tamaño de los ojos. 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:



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

$$\%IIR = 100IIR_i / \sum_i^n IIR_i$$

donde,

N: Porcentaje del n3mero de presas de cada tax3n encontrado en los est3magos analizados de la especie objetivo.

P: Porcentaje del peso de las presas de cada tax3n, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.

F: Porcentaje de la frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa.

i: ítem presa $i = 1, 2, \dots, n$

Esta informaci3n fue complementada con la informaci3n de dieta registrada (IIR) para la especie en estudios de a3os 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 31 de julio en Puerto Chacabuco (XI región). Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 5**, estimándose la nueva ganancia en 21,5 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 50 m, su distribución geográfica y composición de capturas se entrega en la **Tabla 6**.

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 106,456 y 107,189 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método Bootstrap y el menor con el método de Hansen, obteniéndose con el método geoestadístico una estimación de 106,602 millones de individuos siendo éste último el que entregó el menor valor de CV e igual a 0,05 (**Tabla 7**).

La biomasa total varió entre 93.335 y 93.978 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, mientras que el mejor CV se logró con el método



geoestadístico e igual a 0,06. Considerando el método geostadístico la biomasa se estimó 93.463 toneladas (**Tabla 7**) con un intervalo de confianza entre 84.223 y 102.703 toneladas.

El reporte de los S_A medios, varianza y CV obtenidos por cada uno de los métodos se entrega en la **Tabla 8**. dónde se aprecia que el método geoestadístico entrega el menor valor de CV e igual a 0,13 mientras que el mayor se obtiene con el método de Hansen alcanzando un CV de 0,24

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

Al realizar la estimación con la relación de fuerza de blanco-talla de Monstad (1992), y con el método geoestadístico, se obtuvo una biomasa total de 128.144 toneladas, resultando un aumento del 37,1% respecto al estimado con la relación de Lillo (1996)..Al utilizar la relación para merluza de tres aletas estimada por Lillo *et al.*, 2006 se obtuvo una biomasa de 107.310 toneladas, con un aumento del 14,8% (**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. Al desagregar por sexo de acuerdo a lo anterior se obtuvo un 52,6% de machos (64.029.106) y 47,4% de hembras (42.573.322).

5.2.2 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

Durante el crucero se prospectó un área de 1.816 millas náuticas cuadradas, con una distribución espacial del recurso que mostró una estrecha franja asociada a la plataforma y talud continental (**Fig. 9**). Esta situación también es observada en los



parámetros del variograma, que ajustado a un modelo esférico (**Fig. 10**) presentó una distribución estructurada en un rango de 2,6 millas náuticas (**Tabla 12**).

El recurso fue detectado en toda la zona de estudio con un foco de concentración al norte del área entre el 47°05'S y 47°20'S y otro secundario entre el 47°40'S y 48°20'S, resultando el centro de gravedad (CG) en la latitud 48°38'S, bastante similar al año 2007 donde el CG se ubicó en la latitud 48°24'S. Los años 2006 y 2005 se ubicó en la latitud 49°15'S y 48°46'S, respectivamente. La similaridad en la posición de los CG en el centro del área de estudio durante los años 2005-2008 se relacionaría con las fechas de ejecución de estos cruceros, todos en la segunda quincena de agosto. Los años 2002 y 2003 en que el crucero se ejecutó durante la primera quincena de agosto los CG se ubicaron al norte del área de estudio en el 48°27'S y 47°45'S, respectivamente. Mientras que los años 2001 y 2004 en que se las fechas de ejecución abarcaron septiembre los CG se ubicaron al sur del área de estudio en las latitudes 49°24'S y 50°10'S, respectivamente.

La distribución batimétrica de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 100 y 400 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 260 metros, valor superior a años anteriores, observándose una mayor profundización del recurso este año.

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 0,88, que es menor al 2007 (0,96) dada la distribución mas homogénea en toda la zona. Además este índice es similar al valor obtenido el 2006 (0,91) 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 Análisis de incertidumbre

Las fuentes de incerteza que afectan a la evaluaci3n son tratadas convenientemente a fin de minimizar el sesgo bajo ciertas condiciones que se pueden manejar. En primer lugar se debe considerar la incertidumbre del momento en que se realiza el crucero, el cual debe corresponder al per3odo de m3xima agregaci3n de la especie y el 3rea donde se concentra a fin de optimizar los recursos disponibles y disminuir esta fuente de error. Para lo cual se considera los antecedentes hist3ricos de la pesquer3a referido a las migraciones y per3odos de m3xima captura y desove. Otra fuente potencial importante de incerteza la genera la interpretaci3n del ecograma, ya sea en la asignaci3n de identidad de los ecotrazos o en la proporci3n de los S_A asignados a la especie objetivo, lo cual fue abordado realizando el lance al momento de la detecci3n, disminuyendo de esta manera el sesgo por la variabilidad temporal del lance. Asimismo el sesgo dado por la variabilidad espacial fue disminuido dada la asignaci3n por proximidad directa a la vecindad del lance de pesca. Se debe considerar adem3s la incerteza generada por la calibraci3n acústica, aun cuando se espera, trat3ndose de equipos modernos, como fue el caso, estabilidad en sus par3metros.

La p3rdida de informaci3n por cabeceo y roleo del buque durante la prospecci3n se intento minimizar realizando las transectas en sentido oeste-este, de tal forma que el buque navegaba con viento en popa, por lo que se puede conceder que la p3rdida de seÑal por este concepto, si la hubo, no fue significativa. Respecto a la migraci3n del stock y a la posibilidad de re-insonificar al mismo recurso, se cont3 con informaci3n in situ y al momento de iniciar el crucero del B/F Uni3n Sur, lo que deriv3 en realizar el crucero en sentido norte-sur

Tambi3n se cuantific3 la incerteza asociada a la evaluaci3n acústica generada por diferentes fuentes de error mediante la metodolog3a propuesta por Rose *et al.*



(2000) y recomendada por O'Driscoll (2004), bajo un enfoque de simulaci3n modelo basado, donde los t3rminos de la ecuaci3n hidroac3stica son tratados como variables aleatorias que pueden ser descritas por una distribuci3n de probabilidades. El m3todo simulado fue el de Hansen consider3ndose como fuentes de error en la estimaci3n de la biomasa los estimadores involucrados en el factor de eointegraci3n (fuerza de blanco promedio (\overline{TS})), la composici3n de tama1os (\hat{P}_k), peso medio (\hat{W}_k) y las lecturas ac3sticas por intervalo b3sico de muestreo (\hat{R}). Para cada una de las fuentes de error se determin3 su distribuci3n de probabilidad asociada y se realizaron 5.000 simulaciones MonteCarlo en el proceso de estimaci3n de la biomasa, con el objetivo de obtener una estimaci3n de la incerteza del estimado. Esto dio como resultado una estimaci3n de 93.456 t, con un coeficiente de variaci3n de un 12 % y un intervalo de confianza que fluctu3 entre 72.328 y 114.584 t.

5.3 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.

5.3.1 Composici3n de tallas y proporci3n sexual

Muestreos

El total de merluzas de tres aletas medidas para el an3lisis de las estructuras de tallas fue de 1.810 individuos (**Fig.12**), compuesto de 1.070 machos y 740 hembras, valores superiores al total de ejemplares medidos en un estudio similar durante el a1o 2007 (1.324 individuos, Saavedra *et al.* 2008). El 3rea con mayor n3mero de ejemplares medidos fue Golfo Penas-Ladrillero (3rea 1) con 895 ejemplares, seguido de Taitao (3rea 1) y Trinidad-Concepci3n (3rea 2)



con 489 y 426 peces, respectivamente (**Fig. 13 y 14**). En sentido batimétrico, las muestras se registraron solo en el rango de profundidad 200-299 m.

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

Como ha sido habitual en los anteriores estudios de evaluaciones directas sobre merluza de tres aletas en el área y período de desove, la estructura de talla registrada fue de ejemplares adultos (**Fig. 12**), con escasa presencia de juveniles (1% <35 cm), una talla adulta promedio de 52 cm y un predominio de los machos (53%) respecto de las hembras.

La composición de tallas de merluza de tres aletas registró una moda principal adulta entre 54 y 65 cm (**Fig. 12**), 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 y 2008). No obstante, en el año 2008 se registraron dos modas adultas secundarias de menores tallas, una entre 40-47 cm y otra entre 48-53 cm. La distribución de talla de las hembras aporta principalmente con la moda principal; mientras, los machos aportan principalmente con las dos modas secundarias restantes (**Fig. 12**). Luego, las hembras presentaron mayores tallas (talla promedio 56 cm) respecto de los machos (48 cm), en donde la talla promedio de la hembra es similar al registrado en las hembras para el mismo estudio en el año 2007 (Saavedra *et al.* 2008).

Latitudinalmente, la estructura de talla del área G. Penas-Ladrillero (área 2) explica en gran medida la distribución adulta del área total (**Fig. 13 y 14**), debido que aporta con el 53% de la captura total; seguida del área Taitao (área 1), que aporta el 45% de la captura. Mientras, el área Trinidad-Concepción (área 3) registró un escaso aporte a la estructura de talla total por representar el 2% de la captura total. El área G. Penas-Ladrillero registra la mayor presencia de la moda



principal (54-65 cm), debido a la mayor presencia de hembras (55%); moda que también se registra en el área más al norte, Taitao (**Fig. 13 y 14**), pero en este caso esta moda es una más dentro de las tres modas principales que registra dicha área. Las restantes dos modas principales (40-47 cm y 48-53 cm) de Taitao son explicadas por la mayor presencia de los machos (61%). Mientras, el área Trinidad-Concepción registró una mayor presencia de juveniles (26 %, **Fig. 13 y 14**), con una moda principal de juveniles y adultos jóvenes entre 32-41 cm.

En sentido batimétrico, en toda el área de estudio las muestras de longitud provienen en promedio de un mismo rango de profundidad, entre 200 y 299 m. Lo anterior debido a la dependencia de la muestra con la profundidad del lance de pesca.

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 (**Figura 15**). Ambas distribuciones de tallas presentaron pertenecer a una similar familia de distribución de talla; en donde, la estructura de la pesca comercial registró una mayor presencia de hembras (63%) que respecto de la estructura del crucero (47%). En ambos casos, las estructuras de talla de las hembras muestran ser similares, predominando la moda adulta entre 54-65 cm (**Figura 15**). Mientras, las distribuciones de tallas de los machos muestran mayores diferencias, donde la estructura de la pesca comercial registra una moda adulta principal entre 50-59 cm; en cambio, la estructura del crucero muestra tres modas adultas principales, destacando la moda entre 40-47 cm (**Figura 15**).



Distribuci3n de talla del crucero 2007 respecto de los cruceros de investigaci3n anteriores en la zona de estudio

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2008 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los siete cruceros anteriores (**Figura 16**), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007 (Lillo *et al.* 2002, C3rdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004, Lillo *et al.* 2005, Saavedra *et al.* 2006, Saavedra *et al.* 2007, Saavedra *et al.* 2008, respectivamente), realizados para la misma 3rea de estudio con similar metodolog3a.

La alta presencia de adultos entre 50 y 65 cm registrada en la distribuci3n de talla de merluza de tres aletas (**Figura 16**) confirma para el 2008 la presencia de la fracci3n de la poblaci3n que participa en el proceso migratorio reproductivo de esta especie (Lillo *et al.* 2002). En este sentido, la composici3n de talla de las hembras del a3o 2008 muestra similar familia de distribuci3n a las estructuras registradas en los a3os 2007 y 2005 (**Figura 16**), a3os con una proporci3n de hembras de 51% y 48%, respectivamente. Los machos tambi3n muestran la presencia de la moda adulta principal; no obstante, los a3os 2003, 2004, 2005 y 2008 esta moda es una m3s dentro de otras modas secundarias adultas de menores tallas (**Figura 16**), destacando dentro de ellas la moda entre 40-50 cm. Luego, los machos registran una mayor variaci3n en la composici3n de tallas que respecto de las hembras.

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas subdivididas por rango latitudinal en los ocho a3os de estudios se observa claramente la presencia de la moda de adultos entre 50 a 65 cm (**Figura 17**) que participa en el proceso reproductivo de la especie; siendo esta muy marcada en los a3os 2008 y 2007 principalmente en el Golfo Penas-Ladrillero (3rea 2); no obstante, en el 2008 tambi3n se suma el 3rea Taitao, es decir el 3rea central y norte del 3rea de



estudio. Mientras los años 2001, 2002 y 2005 la moda principal 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; siendo el año 2003 la única vez que la moda adulta se registró principalmente en el área norte (Taitao) seguido del área central. En general, se observa que normalmente estas variaciones de la localización de la moda adulta principal coinciden con las máximas concentraciones del recurso durante el estudio (Saavedra *et al.* 2007 y 2008).

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 2008, 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 28 y 67 cm de longitud total. Para el objetivo de edad se colectó una muestra de 1.573 pares de otolitos (826 machos y 747 hembras), los cuales ingresaron a estudio en laboratorio.

Los Lances de pesca realizados y el muestreo de ejemplares se presentan en la **Figura 18**, en donde se puede apreciar tanto la magnitud de la captura como asimismo el grado de muestreo al interior de cada uno de ellos. En diez del total de lances con éxito de captura, se obtuvo muestreo de longitud por sobre los 100 ejemplares.



La captura en cada lance con 3xito fluctu3 entre de 8 kg hasta 7.000 kg, destac3ndose el lance 3 y 20 por sus capturas notablemente altas.

Una gr3fica de la dispersi3n de las longitudes de los peces seg3n los lances de pesca en que se efectu3 Muestreo Biol3gico (comprende la extracci3n de otolitos), se presenta en la **Figura 19**. En cada lance el 50% de los datos se muestra en la caja, en la que interiormente se representa con una l3nea el valor de la mediana. Los c3rculos vac3os y asteriscos representan valores marginales. Si la distribuci3n de las tallas dentro del lance fuese sim3trica, entonces la mediana aparecer3a centrada dentro de la caja de datos y bigotes.

Se aprecia en su composici3n interna (**Figura 19**) que la fracci3n de machos usualmente se presenta con medianas y rangos menores de longitud que lo que se observa en hembras, siendo una condici3n t3pica de este recurso que presenta dimorfismo sexual. En general, para machos se presenta la mediana en los 49 cm (rango 29-63 cm) y para hembras en 57 cm (29-66cm)

El lance 24, cuya captura es bastante menor (30 kg), en relaci3n a los lances efectuados en el crucero, est3 constituido con los ejemplares de tallas m3s peque1as registrados en el crucero.

La distribuci3n de tallas del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad (frecuencia en %), para machos y hembras y la distribuci3n de frecuencia de longitudes ponderadas (en base a la captura de los lances), en el crucero de investigaci3n 2008, se presenta en la **Figura 20**.

La concentraci3n principal de machos se presenta en el rango 38-58 cm y hembras en 46-62 cm. Seg3n la longitud pez, hasta la clase de talla de 50 cm los



machos se presentan en mayor proporción, en la clase 52 cm se presentan en similar proporción ambos sexos y desde la clase 54 cm en adelante predominan las hembras en la composición.

Para la estimación de edad se analizó los otolitos, dedicando la primera etapa para realizar lecturas de concordancia. Estas lecturas 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 importante realizada con el 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.

Para la obtención de las claves edad talla (CET), se desarrolló el análisis de los otolitos colectados, empleando técnicas de preparación, que facilitan la observación (Ojeda y Muñoz, 2008; <http://www.ifop.cl/eyc/index.html> Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza de tres aletas).

Para merluza de tres aletas, en ambos otolitos de cada par colectado se emplea un tratamiento de hidratación y pulido, de manera de realzar los **annuli** que permiten la asignación de la edad. En las muestras analizadas se observó edades entre 2 y 24 años.

Relaciones peso - longitud

Las relaciones 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 21**



Si se compara las estimaciones que entregan las curvas te3ricas que describen las funciones peso talla en los 7 a1os en que se ha realizado el crucero de investigaci3n de este recurso, se tiene que el 2004 y 2006 ha sido donde se han registrado los menores pesos corporales de este per3odo (**Fig. 22**), lo cual para estos a1os, es coincidente con la presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente.

En la **Figura 22** se puede apreciar que este a1o el recurso present3 pesos dentro de la franja de los valores promedios normales observados a la talla. Si se compara con los a1os 2006 y 2004 las diferencias en peso a la talla son notables.

Abundancia por grupos de edad

La estructura de edades fue estimada a partir de las claves edad-talla correspondientes al crucero de prospecci3n realizado en el 1rea de estudio. Los grupos de edades presentes en las capturas obtenidas durante los lances de identificaci3n comprendieron a ejemplares pertenecientes a los grupos de edades 2 a 24 (**Tablas 13 y 14**).

La abundancia obtenida en el crucero (106.602.427 ejemplares) fue desagregada por sexo y clases de longitudes, empleando en forma particular la informaci3n de distribuci3n de tallas obtenida del muestreo al azar de los lances de pesca efectuados en la zona, ponderados seg3n la captura que se obtuvo en cada uno de ellos y las relaciones peso-longitud. Correspondi3 a un 52,6% de machos (64.029.106) y 47,4% de hembras (42.573.322).

La estructura de edad est1 compuesta por numerosos grupos que van fluctuando en intensidad lo que es t3pico de observar en este recurso. Se aprecia en machos, un fuerte componente de ejemplares adultos j3venes



representados por la moda en el GE IV principalmente y X (**Tabla 13**) correspondiendo a peces de talla promedio de 39,3 – 47,9 cm. En hembras, estos grupos de edad no se destacan mayormente, en cambio, presenta su moda en grupos mucho mayores, GE XIX – XXI con tallas promedios de 59,1 – 60,9 cm. (**Tabla 14**). En machos, sobre el 95% de la estructura la constituyen 18 grupos que corresponden desde GE III a XX, en hembras en cambio, la fracción mayoritaria la constituyen 18 grupos de mayor edad, considerando entre V - XXII.

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). Este año dado la alta abundancia en el GE XX y mayores se presentó de forma desagregada estos grupos en las **Tablas 13 y 14**.

Serie histórica

Las estructuras de edades presente en las abundancias registradas en los Cruceros de Investigación 2001-2008 se presentan en la **Figura 23**, en porcentaje (**Fig. 23A**) y en número de individuos (**Fig. 23B**). A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción que corresponde a la pesquería anual (período 2001 y 2007), que actúa preferentemente en el segundo semestre del año, considerando ambos sexos en común (Ojeda *et al.*, 2008).



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 y IX en el 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007 respectivamente, moda que se sigue secuencialmente su traspaso de año en año (**Fig. 23A**). En este sentido 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. Asimismo 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 año 2007 presenta 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 destaca el GEX (clase anual 1998), representando un 10% de la abundancia y la fracción XX+ que corresponde a un



18% (**Fig. 23A**). Se aprecia además que durante el crucero 2008 se registró una presencia notable del GE IV, el cual, será 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.

La **Figura 24** se muestra la estructura de la serie de ocho años de cruceros de evaluación realizados en el área de estudio, tanto en composición de abundancia por tallas, como por GE, evidenciando las numerosas edades que componen la estructura de tallas del recurso, así como el impacto notable en la serie histórica, donde se registra para ambas columnas de gráficos un importante cambio en la magnitud de la abundancia, que este año representa el 43% de los estimado el 2001.

Es así que, la abundancia por clases de talla presenta cambios importantes con modas que van de 54,5 cm (2001 y 2002), 56,5 cm (2005 y 2007) y 58,5 cm (2008) correspondiendo principalmente a hembras, además de un predominio de machos en tallas menores ó iguales a 52,5 cm, y de hembras desde 54,5 cm y mayores, señalando con ello una mayor vulnerabilidad de los peces machos ante el arte de pesca de arrastre.

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. 24**), mostrando 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.

La **Tabla 15** presenta 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 informaci3n es escasa y en los grupos de modales m1s relevantes (>5%) este coeficiente alcanza valores entre 10 – 23 %.

Edad y estados de madurez

Si se considera una talla media de madurez sexual (50%) de 36cm de longitud total (C3rdova *et al.*, 2003), la estructura etaria del stock estimado de merluza de tres aletas que est1 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 concentraci3n en este per3odo de actividad reproductiva del recurso en el 1rea de estudio, no obstante para estudiar en forma m1s particular la poblaci3n se revis3 la relaci3n de los estados de madurez que ha presentado 1ltimamente este recurso en relaci3n a la edad en que alcanza el 50% de madurez .

La fracci3n de peces maduros se presenta en relaci3n a la edad observada en las muestras analizadas, incluyendo los dos 1ltimos a1os, en que se realiz3 crucero de investigaci3n en la zona. Para la determinaci3n de la ojiva de madurez, se consider3 como sexualmente inmaduros los peces en estado de madurez sexual (EMS) 1 y 2 y como peces maduros a aquellos en EMS 3, 3a, 4 y 5. El ajuste de esta relaci3n se realiz3 mediante un procedimiento no lineal, se calcul3 los par1metros de la ojiva ajustada, y la estimaci3n de la edad de primera madurez del 50% (**Fig. 25**).

La fracci3n de machos maduros (FMM) en un 50% se present3 en el **GE II** (valor con decimal= 2,3) en el crucero de investigaci3n 2007 y en el **GE IV** (valor con decimal= 3,7) en el crucero 2008. 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 y **GE V** (valor con decimal=4,5) en el 2008.



Las fracciones de peces inmaduros son bajas, corresponden a 3,3% de machos bajo el GE en que se manifiestan una FMM_{50%} y un 2,6% de hembras bajo FHM_{50%}, en el per3odo de desove, correspondiente al desarrollo del crucero de investigaci3n 2008.

5.4 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.

Para el estudio de la condici3n reproductiva de la agregaci3n de merluza de tres aletas se analizaron 1.563 ejemplares (machos: 819; hembras: 744), muestreados de 15 lances de identificaci3n entre el 17 y 26 de agosto. De 3stos, 706 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histol3gico para un an3lisis microsc3pico de la condici3n reproductiva.

La amplitud de tama3os de los ejemplares muestreados para el estudio de aspectos reproductivos abarc3, en los machos, de 29 a 63 cm, mientras que en las hembras fue de 29 a 68 cm de longitud total. El espectro de tama3os analizados permiti3 obtener una buena cobertura del estado reproductivo de la poblaci3n.

Complementariamente a los resultados de la prospecci3n, se entrega informaci3n de indicadores reproductivos macrosc3picos y microsc3pico de especimenes capturados al norte del 3rea de estudio previo al per3odo de evaluaci3n, desde el 1 al 11 de agosto (142 ejemplares), y de registros del seguimiento de la pesquer3a demersal austral (PDA), en similar 3rea y per3odo de estudio, entre el 11 y 26 de agosto (450 hembras). Este an3lisis permiti3 evidenciar la evoluci3n temporal y espacial del proceso de desove.



5.4.1 3ndice gonadosom3tico

El 3ndice gonadal promedio para el total de machos correspondi3 a 16,7% (d.s. = 9,1), y para el total de hembras, a 16,3% (d. s. = 6,3), valor de IGS que no se vio mayormente influenciado, en ambos sexos, por la presencia de juveniles, dada la escasa representaci3n de 3stos en la muestra. El 3ndice gon3dico 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 de primera madurez para esta especie (C3rdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004), fue de 17,5% (d.s. = 8,6) en los machos y de 16,7% (d.s. = 5,8) en las hembras, lo que confirma lo indicado anteriormente (**Fig. 26**). La dispersi3n de los valores del 3ndice reflejado en la desviaci3n est3ndar se explica por la presencia tanto de ejemplares en maduraci3n tard3a como en desove reciente y otros pr3ximos a desovar.

A modo de evaluar el aporte del lance al estimado del 3ndice gonadosom3tico de la fracci3n adulta en el per3odo de estudio, los valores promedios de cada lance fueron ponderados por la captura correspondiente, indicando un estimado de IGS de 19,7% (d.s.= 0,59) en los machos y de 18,3% (d.s.= 0,25) en las hembras, valores que incrementan respecto al valor promedio no ponderado por sexo.

El estimado del IGS para la fracci3n adulta de los ejemplares muestreados previo al crucero, indic3 un valor promedio de 17,1% (d.s. = 7,3) en los machos y de 13,6% (d.s. = 6,0) en las hembras, mientras que para las hembras recolectadas en la PDA el IGS correspondi3 a 17,8% (d.s. = 8,8) (**Fig. 26**).

El an3lisis del IGS promedio por lance de la fracci3n adulta, en sentido temporal, complementada la informaci3n del crucero con los registros previo a la evaluaci3n y de la PDA, permitieron visualizar la evoluci3n del proceso de actividad de desarrollo gonadal y de desove en agosto (**Fig. 27 y 28**). En los datos del crucero,



los valores fluctuaron de 4,2% a 25,6% en los machos y de 2,1% a 20,3% en las hembras. El an3lisis de varianza teniendo como factor los lances, se3al3 que exist3an diferencias significativas entre las distribuciones del 3ndice gonadosom3tico para los machos ($KW= 209,0$ ($p<0,0001$)) y para las hembras ($KW= 162,6$ ($p<0,0001$)). Para los registros previo al crucero, el IGS vari3 de 9,4% a 23,4% en los machos, y de 3,5% a 16,8% en las hembras. El an3lisis de varianza indic3 diferencias significativas para ambos sexos (machos: $KW= 46,09$ ($p<0,0001$); hembras: $KW= 33,84$ ($p<0,0001$)). Con respecto a las hembras de la PDA, el IGS fluctu3 de 9,4% a 29,7%, encontr3ndose diferencias significativas entre los lances ($KW= 169,5$ ($p<0,0001$)).

De acuerdo a los resultados del IGS, la merluza de tres aletas en el per3odo de an3lisis se encontr3 en un proceso reproductivo en desarrollo, caracterizado por un incremento del 3ndice a principios de agosto (datos previo al crucero), el que se mantiene fluctuante en valores relativamente altos hasta mediados de la segunda quincena, a partir del cual se observa una tendencia al descenso del IGS a finales de agosto, comportamiento temporal del IGS concordante en las muestras del crucero y de la PDA. Las diferencias observadas en los lances se explican por cambios en la proporci3n entre hembras en maduraci3n temprana, en desarrollo tard3o e inicio de los procesos de desove.

5.4.2 An3lisis macrosc3pico

Estadios de madurez sexual (EMS)

El an3lisis de los estadios de madurez macrosc3picos en los machos a partir de los lances de identificaci3n del crucero (17 al 26 de agosto), indic3 que el 5% de las g3nadas estuvieron inmaduras (EMS II) ($CV= 11,6\%$). De los estadios m3s avanzados de desarrollo testicular, el EMS III (en maduraci3n) correspondi3 a un



7% (CV= 11,9%), mientras que el estadio indicador de procesos de evacuación activa (EMS IV) alcanzó el 88% (CV= 1%), sin observarse machos que ya evacuaron sus gametos (EMS V) (**Fig. 29**).

Con respecto a los machos recolectados previo al crucero (1 al 11 de agosto), el análisis mostró que el 1% de los testículos estaban inmaduros (CV= 100%) y que el 99% presentaron estados avanzados, de los cuales, el 37% se encontró en maduración (CV= 11,6%) y el 62% fueron maduros (CV= 6,7%), sin registrar machos totalmente evacuados (**Fig. 29**).

En las hembras, a partir de los lances de identificación del crucero (17 al 26 de agosto), el 4% de las gónadas se encontraron inactivas (EMS II) (CV= 10,4%). De los estadios de mayor desarrollo ovárico, el estadio en maduración (EMS III), en que la gónada está próxima al desove, fue de 81% (CV= 1,6%), mientras que el estadio indicador de desove activo (EMS IV), más las hembras que habían finalizado recientemente su período de desove (EMS V) representaron el 15% (CV= 8,5%; CV= 33,2%, respectivamente) (**Fig. 30**).

Con respecto a las hembras recolectadas previo al crucero, del 1 al 11 de agosto, el 7% estuvo inmadura (EMS II) (CV= 45,6%), mientras que de los estadios más avanzados, el EMS III predominó con el 62% (CV= 9,8%), visualizándose un 31% de ovarios en estado desovante (EMS IV) (CV= 17,4%), sin presentar gónadas en regresión (EMS V). En las muestras a partir de la PDA (11 al 26 de agosto), la totalidad de las hembras se caracterizaron por estados de madurez avanzados, con un 68% en maduración (CV= 2,6%) y en menor proporción, ovarios en la condición de desovante (31%) (CV= 5,7%) y en regresión (1%) (CV= 48,7%) (**Fig. 30**).



Luego, del an3lisis macrosc3pico de la madurez gonadal a partir de los lances de identificaci3n se ratifica que en el per3odo de prospecci3n la merluza de tres aletas se encontr3 con actividad reproductiva en desarrollo, observ3ndose una fracci3n importante de ejemplares con g3nadas en maduraci3n avanzada, pr3ximos a iniciar los desoves masivos, conjuntamente con una fracci3n menor de hembras en procesos de liberaci3n de gametos. Esta condici3n reproductiva fue concordante con lo visualizado en el an3lisis de los ejemplares a partir de los muestreos previo al crucero y de los obtenidos en la PDA.

5.4.3 An3lisis microsc3pico

El examen histol3gico a los ovarios de merluza de tres aletas permiti3 precisar el estado de desarrollo gonadal, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual establecidos para esta especie

Din3mica ov3rica y tipo de desove

La merluza de tres aletas se caracteriza por presentar un patr3n de desarrollo ov3rico de tipo sincr3nico por grupo, con desoves parciales sucesivos en corto tiempo y una fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002).

Estadios de madurez sexual (EMS)

El an3lisis de la incidencia de estadios microsc3picos de madurez sexual, a partir de las hembras de los lances de identificaci3n (17 al 26 de agosto), indic3 un 2% de ovarios inactivos (EMS I) (CV= 19,9%), mientras que de los estadios m3s avanzado de madurez, el EMS III (desarrollo tard3o) predomin3 claramente con un 87% (CV= 1,4%), respecto a los estadios indicadores de desove activo (EMS IV y



V) con un 11% (CV= 12,6% y 22%) y a las hembras en maduraci3n inicial (0,1%) (CV= 100%) y en la condici3n de desovadas (0,1%) (CV= 100%) (**Fig. 31**).

El aporte masivo de hembras en maduraci3n tardía, conjuntamente con la menor incidencia de ovarios con evidencia de desove activo y hembras desovadas (EMS VI), permiten indicar que durante el estudio de prospecci3n, la merluza se encontr3 mayoritariamente pr3xima a iniciar el proceso de desove masivo, sin presentar indicios que señalen la declinaci3n del per3odo de actividad reproductiva.

De manera complementaria, el análisis de las hembras muestreadas previo al crucero al norte del área de estudio (1 al 11 de agosto; 43°- 46° LS), mostr3 una condici3n general similar, con un 2% de ovarios inactivos (EMS I) (CV= 100%), mientras que de los estadios más avanzados, el EMS III present3 el mayor aporte con un 88% (CV= 4,9%), en relaci3n a las hembras en desove (3%) (CV= 69,7%) y en desarrollo inicial (7%) (CV= 47,9%), sin observarse registros de ovarios desovados (EMS VI) (**Fig. 31**). Estos resultados muestran una concordancia con los resultados obtenidos a partir de los lances de identificaci3n, encontrándose la merluza en este per3odo en la etapa final de maduraci3n gonadal, debido a la persistencia aún de una pequeña fracci3n de hembras en maduraci3n temprana y a la menor incidencia de hembras que iniciaron el desove.

El aporte de cada lance en el estimado de la proporci3n de estadios de madurez sexual, fue determinado usando como factor de ponderaci3n los valores de captura correspondientes a cada lance, cuyos resultados por sexo y tipo de análisis macrosc3pico y microsc3pico se presentan en la **Tabla 16**, destacando el mayor peso de los ejemplares en procesos de maduraci3n tardía e inicio de liberaci3n de gametos.



El análisis de la incidencia de estados de madurez microscópico por fecha del lance, en sentido latitudinal, permitió evidenciar la condición reproductiva de las hembras adultas durante el desarrollo del crucero en el área de estudio, donde la mayoría de los lances diarios se caracterizó por una estructura de estados ováricos homogénea, representados por una mayor incidencia de hembras en maduración avanzada y en menor fracción hembras en actividad de desove, encontrando diferencias en los lances entre el 22 y 26 de agosto, donde también aparecen ovarios inmaduros que corresponden a la presencia de ejemplares juveniles con tamaños inferior a los 36 cm de longitud total (**Fig. 32**).

Asimismo, el análisis complementario de las hembras recolectadas previo al crucero, indicó un mayor aporte de ovarios en maduración tardía en todos los lances diarios, visualizándose también en menor número, hembras en maduración temprana y en desove (**Fig. 32**).

La distribución de los EMS de acuerdo a grupos arbitrarios de tamaños de las hembras (**Fig. 33 y 34**), permiten indicar que los ovarios en EMS I (inmaduro) se ubicaron en los grupos de tamaños menores a 40 cm longitud total, con una mayor incidencia en los ejemplares inferior a los 36 cm. A partir del grupo 36 - 40 cm de longitud total se observa una mayor incidencia y variabilidad de EMS más avanzados, destacando en todos los grupos de tamaños, predominio de hembras en desarrollo tardío y en menor fracción, hembras en actividad de desove, indicando la fracción parental de la población comprometida en el evento reproductivo.

Luego, 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 maduración tardía próximas a iniciar los desoves masivos, que a la fecha se visualizaron en



menor incidencia. La informaci3n complementaria previo al crucero, permiti3 visualizar a principios de agosto presencia de hembras a3n en actividad de maduraci3n gonadal, mientras que desde mediados de mes, la totalidad de las hembras se encontraron en desarrollo tard3o, a la vez que se observa la ocurrencia en menor incidencia de actividad de desove, con una tendencia en aumento gradual hacia fines de mes.

Comparaci3n entre el estimado macrosc3pico y microsc3pico de estadios de madurez sexual.

Al comparar la clasificaci3n de la condici3n de madurez del ovario con relaci3n al m3todo empleado (macrosc3pico o microsc3pico), en t3rminos generales, ambos an3lisis indicaron la condici3n predominante de hembras en maduraci3n tard3a, sobreestimando la clasificaci3n macrosc3pica en parte la fracci3n desovante.

Aun cuando las determinaciones macrosc3picas como microsc3picas fueron concordantes en t3rminos de identificar ovarios en desarrollo avanzado, el an3lisis histol3gico, dado que entrega certeza y precisi3n, es preferible en la identificaci3n de ovarios desovantes, mediante la presencia de fol3culos postovulatorios, as3 como de la incidencia de atresia ovocitaria, informaci3n necesaria al momento de seleccionar las hembras para el estimado de fecundidad, evitando de esta manera la subestimaci3n del par3metro, permitiendo discernir con precisi3n ovarios inmaduros virginales de aquellos en reposo (inmaduros reincidentes) para el ajuste de ojiva de madurez.

Variable 3ndice gonadosom3tico con relaci3n al EMS microsc3pico

La **Figura 35** grafica de que manera la madurez ov3rica influy3 en el indicador IGS, as3 en los ejemplares con g3nadas virginales e inmaduras (EMS I) el IGS



promedio fue de 0,9%, mientras que en los EMS mas avanzados, el IGS increment3 de 17,2% en el EMS III a 18,5% en el EMS IV (hidratado y en desove), decayendo parcialmente a un IGS de 12,4% en las hembras con desove reciente (EMS V) y notoriamente a un IGS de 3,2%, en las hembras que finalizan su actividad reproductiva (EMS VI), constituyendo el mayor aporte al IGS en los lances de identificaci3n aquellas hembras en la condici3n de madurez tardía (EMS III). Con relaci3n a las hembras muestreadas previo al crucero, el EMS II present3 un IGS de 3,5% que incrementa a 14,0% en el EMS III y a 22,5% en el EMS IV, correspondiendo el mayor aporte al IGS promedio de aquellas hembras en el estadio III.

5.4.4 Ojiva de madurez

Se entrega una ojiva de madurez para 713 registros microsc3picos de hembras de los lances de identificaci3n, con tamaños entre 29 y 65 cm de longitud total. La informaci3n indic3, que la hembra madura m3s pequeña midi3 34 cm y que desde los 41 cm el 100% se encontraron maduras (**Tabla 17**).

En evaluaciones de 2001 al 2007, los datos de los lances de identificaci3n no permitieron construir una adecuada ojiva de madurez para cada estudio, ya que los tamaños muestreados estuvieron asociados principalmente a la fracci3n parental, correspondiendo los resultados a estimados referenciales de tamaño de primera madurez sobre la informaci3n microsc3pica compilada de los anteriores cruceros (Lillo *et al.*, 2002; C3rdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004; Lillo *et al.*, 2005; Saavedra *et al.*, 2006; Saavedra *et al.*, 2007 y Saavedra *et al.*, 2008).

En este estudio, debido a que los tamaños bajos los 45 cm estuvieron menos representados, adicionalmente se entrega el ajuste de la ojiva para la informaci3n de registros de madurez de 2001 al 2008 (n= 3.856).



La proporci3n de hembras sexualmente maduras y el ajuste de la ojiva para los datos de este estudio y de los registros agrupados de 2001 al 2008 se grafican en la **Fig. 36**. Los resultados indicaron, una talla media de madurez sexual de 36,7 cm (L3mite inferior: 34,2; L3mite superior: 38,4) y de 36,6 cm (L3mite inferior: 35,5; L3mite superior: 37,5), respectivamente.

5.4.5 Fecundidad

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

Para el c3lculo de fecundidad se analizaron 123 ejemplares con un rango de tama3os de 42 a 66 cm de longitud total. El an3lisis de la fecundidad se realiz3 con muestras obtenidas a partir del crucero de prospecci3n, sin considerar aquellas con presencia de fol3culos postovulatorios, condici3n que indica desove, por lo cual no clasificaron para el an3lisis de fecundidad.

La fecundidad total oscil3 de 84.034 a 1.111.541 ovocitos, con un promedio de 530.681 ovocitos (d.s. 258.148). La fecundidad relativa promedio fue de 447 ovocitos por gramo de peso corporal (d.s. 117), con un m3nimo de 193 y un m3ximo de 780 ovocitos.

Para el ajuste de la fecundidad en funci3n del peso corporal el modelo lineal es preferible debido a (Hunter *et al.* (1985): 1) Explica mejor la variaci3n que los curvil3neos; 2) Sus coeficientes de regresi3n tienen significado biol3gico; 3) Para la estimaci3n de producci3n de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los



extremos (grandes y peque1os) no es tan crtica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple.

Para la fecundidad en funci3n del peso corporal el modelo de tipo lineal present3 el mejor ajuste, mientras que la fecundidad con la longitud total fue mejor explicado por el modelo de potencia (**Tablas 18 y 19; Fig. 37 y 38**).

5.5 Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesquería de merluza de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificaci3n.

5.5.1 Proporci3n de captura.

Durante el crucero de evaluaci3n se realizaron un total de 27 lances de pesca de identificaci3n, de los cuales 17 (63%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza austral fueron capturadas en 19 (70,4%) y 14 (51,9%) lances de identificaci3n, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta principalmente por merluza de cola (63,5%), merluza de tres aletas (33,9%) y merluza austral (1%), las restantes especies capturadas presentaron niveles de captura inferiores al 1% respecto de la captura total (**Fig. 39**).

Al considerar sólo la fauna acompa1ante, merluza de cola represent3 el 96,1% de la captura de fauna seguida en importancia por merluza austral y reineta, las que representaron el 1,6% y 1,3% de la fauna capturada, respectivamente. Por otro lado, especies como br3tula, congrio dorado y cojinova azul representaron capturas inferiores al 1% respecto de la captura total de fauna acompa1ante.



La captura efectuada en cada una de las zonas considerada en el 1rea de estudio (**Fig. 40**), muestra que la zona 1 denominada Taitao, la principal especie capturada correspondi3 a merluza de cola, participando en el 70,5% de la captura efectuada en la zona, seguida en importancia por merluza de tres aletas (28,5%), cojinova azul (0,6%), merluza austral (0,3%) y reineta (0,1%), mientras que en la zona denominada Golfo de Penas (zona 2), merluza de tres aletas constituy3 la principal especie capturada, con el 83,1% de la captura realizada en esta zona, en tanto merluza de cola, reineta y merluza austral, alcanzaron el 6,3%, 5,6% y 4,9% de la captura efectuada en la zona, respectivamente. En cuanto a la zona 3, tambi3n llamada Trinidad-Concepci3n, se observa que casi el 92% de la captura en la zona estuvo compuesta por merluza de cola, mientras que merluza de tres aletas y merluza austral representaron el 3,9% y 1,8%, respectivamente, registrando esta zona una menor participaci3n (1% app.) de cojinova azul y br3tula (**Fig. 40**).

Para la captura total efectuada por veril de profundidad (cuatro veriles de 50 m cada uno), merluza de cola represent3 el 100% de la captura en el veril 1 (100-150 m), en el veril 2 (151-200 m) la captura estuvo compuesta por merluza de cola (98%) y merluza de tres aletas (2%). A mayor profundidad, los veriles 3 (201-250 m) y 4 (251-300 m), muestran la concentraci3n de la mayor parte de la captura de fauna acompa1ante (**Fig. 41**), siendo en ambos veriles, merluza de tres aletas la principal especie capturada, seguida por merluza de cola. En este sentido en el veril 3, merluza de tres aletas represent3 el 77%, seguida por merluza de cola (15,6%), merluza austral (3,6%), cojinova azul (2,5%) y reineta (1%). En tanto el veril 4, merluza de tres aletas y merluza de cola representan el 54,9% y 41,8 de la captura, respectivamente, seguidas por reineta (2,1%) y merluza austral (1%) (**Fig. 41**).



5.5.2 Identificaci3n de agrupaciones

De la informaci3n contenida en los lances de identificaci3n y los veriles de profundidad establecidos para la zona de estudio, se elabor3 una matriz de captura est3ndar para todas las especies capturadas durante la realizaci3n del crucero. A partir de esta matriz se efectuaron dos tipos de an3lisis, el primero, consiste en un an3lisis de clasificaci3n por conglomerados ("*cluster*"), mientras que el segundo an3lisis se bas3 en la clasificaci3n de las entidades lances - veril por el m3todo de ordenaci3n ("*NMDS*"). Para tal efecto, se consider3 como unidad de muestra el lance de pesca de identificaci3n clasificado por veril de profundidad, a partir de los cuales se construy3 la matriz de entrada para cada tipo de an3lisis.

El resultado gr3fico del an3lisis de clasificaci3n por conglomerados (**Fig. 42**) muestra la presencia de cuatro grupos bien diferenciados con niveles de similitud superiores al 50%. El primer grupo (**Fig. 42**) se compone de los lances 5, 9, 14, 17 y 18 y se localiza mayoritariamente entre los 251 m y 300 m profundidad (veril cuatro), este grupo present3 como caracter3stica faun3stica s3lo la presencia de br3tula. El segundo grupo (**Fig. 42**) se localiza en los extremos norte y sur del 3rea de estudio, el sector norte se compone de los lances 1 y 7, con distribuci3n batim3trica entre 100 m y 200 m (veriles 1 y 2), mientras que en el sector sur se asocian los lances 25 y 26 con distribuci3n de profundidad entre 251 m y 300 m (veril 4). En t3rminos de fauna, este grupo se caracteriz3 s3lo por la presencia de merluza de cola. El tercer grupo resultante (**Fig. 42**) del an3lisis, esta compuesto por los lances 2, 6, 10 a 13, 15, 16, 19, 21 a 24 y 27, la distribuci3n batim3trica de esta agrupaci3n se localiz3 entre 201 m y 300 m (veriles 3 y 4), la fauna asociada a esta agrupaci3n se caracteriz3 por los altos niveles de merluza austral y merluza de cola. La cuarta agrupaci3n (**Fig. 42**) present3 caracter3sticas similares a la agrupaci3n tres, ya que los lances 3 y 8 se localizaron en el 3rea norte de la agrupaci3n abarcando los veriles 3 y 4 (201 m a 300 m), mientras que en el 3rea



sur se localizó el lance 20, entre los 251 m y 300 m de profundidad (veril 4), la fauna asociada a esta agrupación se caracterizó por la presencia casi exclusiva de merluza de tres aletas.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 43**) se observó el alto grado de similitud que existe entre merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza austral, como componentes faunísticos principales en la zona de estudio, mientras que los demás componentes de fauna asociada se presentan como entidades individuales (**Fig. 43a**). Al mismo tiempo se observó el alto grado de correlación que existe entre las entidades lances de pesca-veril con las tres especies de merluza que capturadas en la zona de estudio (**Fig. 43b**).

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, pone en evidencia que las cuatro agrupaciones resultantes presentan diferencias estadísticas, estimándose un valor global del estadístico $R = 0,907$ ($p\text{-value} < 0,001$).

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 20**, 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. La **Tabla 21** entrega los valores promedio y los CV para la serie histórica 2003-2008 de los mismos descriptores



a) Descriptores morfológicos

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron un largo promedio de 536 metros con un rango de variación, que fluctuó entre los 36 m y los 1.924 m. 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. 44**).

El alto promedio de las agregaciones alcanzó los 24 m, con un rango entre 8 y 46 m. La distribución de frecuencia del descriptor alto presenta una distribución normal centrando la moda en el rango de 25,5 m (**Fig. 45**).

La elongación (relación largo/alto de las agregaciones) fluctuó entre 1 y 79 presentando un valor promedio de 23. La distribución de frecuencia nos presenta una moda principal en el valor 5, con valores altos hacia el sector izquierdo de la curva y otra secundaria en el valor 40 (**Fig. 46**). El perímetro presentó un valor promedio de 3.057 m y un amplio rango de distribución con máximo en 23.007 m y mínimo de 190 m. La distribución de frecuencia del perímetro presenta una moda en el rango de los 900 m (**Fig. 47**).

El área de las agregaciones varió entre 773 y 44.450 m² con promedio en 13.994 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. 48**).

La dimensión fractal alcanzó un valor promedio de 1,34 reflejando una tendencia general a formar agregaciones cohesionadas. El valor mínimo fue de 1,05 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,73. La distribución de frecuencia es de tipo normal y con moda en el valor 1,45 (**Fig. 49**).



Respecto al a1o anterior, se observ3 una disminuci3n en el valor medio del largo de las agregaciones (-21%) pero un aumento en el alto de 3stas (53%), lo anterior provoca que este a1o se presenten agregaciones en promedio de mayor 3rea respecto al 2007 (40%) pero de menor elongaci3n, manteni3ndose la tendencia a la baja en el n3mero de agregaciones detectadas aunque no significativamente (66 v/s 70). Aun cuando se observa el incremento en el 3rea de las agregaciones, en general las variables morfom3tricas este a1o y tomando la serie 2006-2008 en promedio est3n muy por debajo de los valores promedios de la serie hist3rica 2003-2005 (**Tabla 21**).

b) Descriptores batim3tricos

Las agregaciones de merluza de tres aletas se distribuyeron en profundidades entre los 144 y 337 m presentando una profundidad promedio de 256 m. La distribuci3n de frecuencia presenta una moda centrada en los 280 m (**Fig. 50**). Esta especie fue detectada en fondos que fluctuaron entre los 167 y 850 m resultando en promedio 398 m. La distribuci3n de frecuencia del fondo se orienta hacia la izquierda de la curva con moda en los 300 (**Fig. 51**).

El descriptor 3ndice de altura permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar. En este caso el valor promedio fue de 28%, con valores que fluctuaron entre el 2 y el 72% del fondo. La distribuci3n de frecuencia registra una moda principal en el 5% y otra en el 60% la moda en el 5% (**Fig. 52**).

Los valores de la pendiente del fondo donde fueron detectadas las agregaciones variaron entre 0,5° y 70° con un promedio de 10°. La distribuci3n de frecuencia registra una moda en los 5° de pendiente (**Fig. 53**)



Los datos batim6tricos de la serie hist3rica 2003-2006 reflejaban que las agregaciones se hab3an detectado cada vez a menores profundidades y tambi3n a menores fondos, es decir mas cercanas a la costa, sin embargo a contar del 2007 se observa un aumento en los valores de las profundidades promedio y de los fondos promedio situaci3n que se repite el 2008 (**Tabla 21**), reflejando que el recurso se ha detecta cada m3s alejado de la costa estos 3ltimos a3os

b) Descriptores de energ3a

Los valores de energ3a ac3stica fluctuaron entre los 105 y 14.516 S_A con un promedio de 2.178 S_A , la distribuci3n de frecuencia presenta una moda en el rango de los 1.000 S_A (**Fig. 54**). La densidad ac3stica medida en S_A/m^2 , vari3 entre 0,03 y 3,6 con promedio de 0,4 S_A/m^2 mientras que la distribuci3n de frecuencia se present3 muy orientada hacia el sector izquierdo con la moda en el primer rango de 0,1 S_A /m^2 (**Fig. 55**). Los promedios observados en la serie hist3rica 2003-2008 (**Tabla 21**) muestran una tendencia decreciente desde el a3o 2006 a la fecha. Si se considera el promedio de la serie 2003-2005 con el promedio de la serie 2006-2008 resulta una disminuci3n del 75% en el promedio de la energ3a ac3stica dispersada (S_A) registrada por las agregaciones. Adem3s se debe considerar que dentro de la serie 2006-2008, el 3ltimo a3o es el de menor promedio. La densidad ac3stica tambi3n presenta una tendencia decreciente desde el a3o 2006 a la fecha, aunque, considerando las mismas series hist3ricas anteriormente comparadas, se refleja un aumento en el valor de la densidad ac3stica promedio del 36% en la serie 2006-2008, debido al menor tama3o (3rea) promedio que han registrado las agregaciones ya que los valores de S_A promedio han disminuido.



5.6.2 Descriptores seg3n latitud

Los resultados obtenidos al separar las agregaciones detectadas por rango de latitud se entregan en la **Tabla 22**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. La latitud referida en las tablas y gr3ficos comprende todo el grado, es decir la latitud 47° comprende desde los 47°00'S hasta los 47°59,99'S.

A fin de normalizar las distribuciones de frecuencia, requisito para la aplicaci3n del an3lisis de varianza se logaritmi3 la base de datos. La aplicaci3n del test de Kolmogorv-Smirnov para corroborar normalidad en las distribuciones, arroj3 como resultado el rechazo de normalidad solamente para la distribuci3n de la densidad de agregaciones, por lo que para este descriptor se utiliz3 el test de Krustal-Wallis. La **Tabla 23** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud.

De acuerdo a la ANDEVA realizada, todos los descriptores morfol3gicos presentan diferencias significativas entre latitudes, excepto el alto de agregaciones. Visualmente se observa que las agregaciones de menor largo se encuentran en el rango de la latitud 47°S mientras que m3s al sur se aprecia una estabilizaci3n en sus valores con un m3ximo en la latitud 50°S. El alto presenta valores promedio similares con un leve aumento en la latitud m3s al sur (50°S). La elongaci3n presenta la misma tendencia que el largo, un m3nimo en la latitud 47°S con valores similares para el resto de los rangos de latitud. (**Fig. 56**). El 3rea o tama3o de las agregaciones tiende a aumentar hacia el sur presentando al igual que el largo su m3nimo en la latitud 47°S y su m3ximo en la latitud 50°S, situaci3n observada en a3os anteriores (**Fig. 57**). Respecto a las variables batim3tricas, todas excepto la profundidad del fondo presentan diferencias significativas entre latitudes. La profundidad promedio de las



agregaciones presenta su menor valor en la latitud 47°S y con una tendencia a aumentar su valor a medida que aumenta la latitud para llegar a un m3ximo en la latitud 49°S posteriormente disminuye a un promedio de 270 m en la latitud 50°S, mientras que la profundidad del fondo, aun cuando las diferencias no sean significativas, presenta sus mayores valores en la latitud 49°S y los menores en la latitud 50°S. El 3ndice de altura present3 una tendencia a disminuir su valor ante aumentos de latitud, con el m3nimo en la latitud 50°S, en donde las agregaciones se encontraban m3s cercanas al fondo que en el resto de las zonas, situaci3n observada en a3os anteriores (**Fig. 58**).

La pendiente del fondo refleja una clara tendencia a disminuir de norte a sur, presentando las pendientes m3s altas en la latitud 47°S y el fondo con menor inclinaci3n en la latitud 50°S, similar tendencia a la observada en el 3ndice de altura, reflejando que las agregaciones en las zonas de mayor pendiente se encontrar3an mas alejadas del fondo (**Fig. 59**).

Los valores de S_A promedio y densidad ac3stica presentaron los mayores valores en la latitud 47°S para disminuir, especialmente la densidad hacia latitudes m3s altas, los mayores valores se registraron en la zona donde se concentr3 principalmente la biomasa (**Fig. 60**).

5.6.3 Descriptores seg3n rango de fondo

La **Tabla 24** entrega los valores promedios, desviaci3n est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores para cada rango de fondo. El fondo referido en las tablas y gr3ficos comprende todo el rango, es decir el rango 100 comprende desde los 100 m hasta los 199 m, excepto el rango de 500 m, el cual comprende todos los fondos detectados mayores a 500 m



A fin de normalizar las distribuciones se logaritmiz3 la base de datos. La aplicaci3n del test de Kolmogorv-Smirnov para corroborar normalidad en las distribuciones, arroj3 como resultado el rechazo de normalidad solamente para la distribuci3n de la densidad de agregaciones, por lo que para este descriptor se utiliz3 el test de Krustal-Wallis. La **Tabla 25** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por rango de fondo.

Los descriptores largo, alto y elongaci3n no presentaron diferencias significativas entre rangos de fondo. Visualmente se aprecia en el largo de las agregaciones una tendencia a disminuir su valor a contar desde el rango de los 200 m en adelante para presentar los menores valores de largo en el rango sobre 500 m de profundidad. El alto de agregaciones presenta su m3nimo en el menor rango de fondo (100 m) para luego aumentar conforme aumenta el fondo y estabilizarse a mayores profundidades. La elongaci3n presenta la misma tendencia que el largo, disminuyendo su valor, ante aumentos del fondo (**Fig. 60**)

Las variables per3metro, 3rea y dimensi3n fractal tampoco presentan diferencias significativas entre rangos de fondo, pero visualmente se aprecia que el 3rea de las agregaciones presenta la misma tendencia observada en el largo, con las agregaciones m3s peque1as en el rango de 100 m para luego aumentar de tama1o presentando un m3ximo en los rangos de 200 m y disminuir gradualmente su tama1o hacia los rangos de mayor profundidad. La dimensi3n fractal se mantiene a niveles similares en todos los rangos de fondo (**Fig. 61**).

Los descriptores batim3tricos presentan diferencias significativas seg1n rango de fondo. La profundidad de agregaciones tiende inicialmente a aumentar ante



aumentos del fondo pero s3lo hasta el rango de 200 m ya que posteriormente, 3stas se mantienen a una profundidad cercana a los 300 m. esto se corrobora al observar el 3ndice de altura (**Fig. 62**) en donde se aprecia que 3ste 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 m3s distanciadas del fondo a mayores profundidades, fen3meno provocado por el car3cter eurib3tico de esta especie.

La pendiente o inclinaci3n del fondo, como es de esperar presenta bajo nivel de inclinaci3n hasta el rango de los 200 m, a contar de los 300 m y aumentando la profundidad del fondo, la inclinaci3n aumenta dada la ca3da del talud continental (**Fig. 63**).

Los descriptores de energ3a S_A y densidad ac3stica no presentaron diferencias significativas entre rangos de fondo aunque visualmente se aprecia que las agregaciones de mayor respuesta ac3stica se agruparon en el rango entre 200 y 300 m con el m3ximo en los 200 m, las agregaciones de mayor densidad ac3stica se encontraron en el rango de 400 m. El valor m3nimo de densidad promedio registrado en el rango de 200 m se explica ya que en ese rango se encontraban las agregaciones de mayor tama3o (**Fig. 63**).

5.6.4 Descriptores seg3n pendiente del fondo.

La **Tabla 26** entrega los valores promedios, desviaci3n est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores para cada rango de pendiente del fondo. El rango de 5° de la pendiente del fondo incluye los 3ngulos de inclinaci3n hasta 5°, el rango 10° incluye los 3ngulos entre 5° y 10° de inclinaci3n, el rango 25° incluye los fondos con pendientes entre 10° y 25°, mientras que el 3ltimo rango



de 50° incluye todas las pendientes mayores a 25°, este ultimo rango es m1s amplio que el resto dado el bajo n1mero de datos en el mismo (5 observaciones).

La **Tabla 27** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por rango inclinaci3n de la pendiente del fondo.

Los descriptores alto, per1metro y dimensi3n fractal no presentaron diferencias significativas entre rangos inclinaci3n de la pendiente del fondo. El largo de las agregaciones presenta sus valores m1ximos en fondos con inclinaciones de hasta 10°, luego ante aumentos en la pendiente el largo disminuye bruscamente para presentar un m1nimo en fondos con inclinaci3n sobre 25°. El alto como se nombr3 anteriormente no presenta diferencias significativas pero s1 presenta una distribuci3n mas amplia en sus valores en el rango de mayor pendiente del fondo. La elongaci3n presenta la misma tendencia observada en el largo de agregaciones (**Fig. 64**).

Las variables per1metro y 1rea presentan similar tendencia ante cambios en la inclinaci3n del fondo, agregaciones de gran tama1o hasta un m1ximo de 25° de inclinaci3n para despu3s disminuir bruscamente en fondos mas abruptos o inclinados mientras que los valores de la dimensi3n fractal se presentan similares en todos los rangos de inclinaci3n observados (**Fig. 65**).

La profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas ante cambios en la pendiente del fondo, manteni3ndose 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 1ndice de altura muestra una relaci3n directamente proporcional a la inclinaci3n



del fondo marino, a mayor inclinación del fondo, más alejadas se encuentran las agregaciones del fondo (**Fig. 66**).

El descriptor de energía S_A 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 25° , decayendo ostensiblemente en fondos con pendientes más inclinadas. La densidad de las agregaciones presenta la tendencia contraria, detectándose las agregaciones más densas en sectores con los fondos más inclinados, fenómeno que se explica por el menor tamaño que presentaron las agregaciones en dicho rango de pendiente (**Fig. 67**).

5.6.5 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 20** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes entre las variables largo - área, largo - elongación y fondo - índice de altura, respectivamente (**Tabla 28**).

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, , llegando a un valor de MSA igual a 0,63 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 78,6% 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 29** 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 78,6% 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 3,8 explicando el 37,9% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,7 y explicando el 17,2% de la variabilidad.

La **Tabla 30** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, elongación, perímetro y área presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, mientras que el segundo componente se relaciona fuertemente con el índice de altura y la pendiente. El tercer componente se relaciona principalmente con el alto y la profundidad de agregaciones, mientras que el cuarto y último componente se relaciona principalmente con los S_A y la densidad acústica.

La representación gráfica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **Figura 68**. En ella se aprecia la asociación de las variables morfométricas con el componente 1, la orientación similar que presentan las variables tales como largo, área y elongación implica que el aumento de uno de ellos implicará el aumento de los otros. El componente 2 asocia fuertemente y en la misma dirección



a las variables índice de altura y pendiente del fondo, reflejando lo observado y analizado anteriormente respecto a la relación proporcional entre ambos descriptores reflejando que las agregaciones ante pendientes más abruptas tienden a estar más separadas del fondo, lo que se puede interpretar también como la tendencia a mantenerse en su profundidad ante aumentos en el fondo marino, el cual también se relacionaba proporcionalmente con la pendiente del fondo.

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 1333 estómagos de merluza de tres aletas, de los cuales 1146 estómagos (86,0%) se encontraron vacíos y sólo 187 estómagos (14,0%) presentaban contenido estomacal (**Tabla 31**). Los contenidos se encontraban en su mayor parte digeridos

Al contrario que en otros años, esta época de estudio se caracteriza por la ausencia del grupo de los eufáusidos en la dieta de la merluza de tres aletas, tomando importancia en este caso los ítems ícticos y crustáceos (**Tablas 32 y 33**); debido a su avanzado estado de digestión no fue posible identificar éstos ítems a nivel de especie por lo que se describen a nivel de grupo taxonómico.

El Índice de Importancia Relativa (IIR) confirma que la dieta principal de merluza de tres aletas en el período de estudio fueron los Teleósteos (71,86% IIR, **Tabla 33**), seguido de Crustáceos (28,12% IIR), y finalmente de Cefalópodos, los cuales no alcanzan al 1% de Importancia Relativa (0,01% IIR) dentro de la dieta de la merluza de tres aletas en este período de estudio.



A diferencia de los estudios realizados entre los a1os 2001 a 2007 (C3rdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2002, 2004, 2005; Saavedra *et al.* 2007), en esta ocasi3n se observan diferencias importantes en la composici3n de la dieta de *Micromesistius australis*, en donde los organismos pertenecientes a los crust3ceos (los cuales debido a su estado de digesti3n se consideraron como restos de crust3ceos) pasan a un segundo plano frente a los tele3steos (restos de peces) los cuales son el alimento principal de la merluza de tres aletas en el a1o 2008.

La informaci3n de la dieta de merluza de tres aletas del presente estudio fue analizada respecto los resultados de contenido estomacal provenientes de los cruceros de investigaci3n realizados en el 2001, 2002, 2003 2004 (Lillo *et al.* 2002, C3rdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004), 2005 (FIP 2005-06) (**Tabla 34**). Si bien se observa que entre los a1os comparados la presa principal fueron los euf3usidos, cuyo %IIR varía entre 40% y 95%; el a1o 2008 presenta tele3steos con el mayor valor de IIR (71,86% IIR).

En los a1os 2001, 2002 y 2004 se registr3 la presencia de otros crust3ceos zooplanct3nicos en la dieta de la especie objetivo, como camar3n (*Pasiphaea*), anfípodos y copépodos. Se debe destacar que durante el 2001 se registr3 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 34**). 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.

Estudios de contenidos estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigaci3n entre los a1os 2001 y 2005 confirman una alta probabilidad de registrar est3magos vacíos en los muestreos biol3gicos de la



captura. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada en los anteriores estudios de éste recurso realizados por Ifop, sugiriéndose 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 (Cordova *et al.* (2003, Lillo *et al.* (2004 y 2005(Saavedra *et al.* (2006 y 2008). Estudios de contenido estomacal de merluza de tres aletas realizados durante el período reproductivo entre los años 2001 y 2003, , muestran escasa incidencia de estómagos con contenido (8%, 13% y 22% en el 2001, 2002 y 2003, respectivamente), siendo lo más probable un alto porcentaje de estómagos vacíos. Situación que cambia en el crucero del 2004 efectuado en septiembre y posterior al máximo desove (agosto), registrándose una mayor incidencia de estómagos con contenido.

La estrategia alimentaria de merluza de tres aletas, sobre la base de la representación gráfica de la abundancia específica de cada presa (A_i) *versus* las respectivas frecuencias de ocurrencia (F) (**Fig. 69**), muestra a los eufáusidos como una presa dominante, respecto de las restantes presas durante el año 2005; es decir que en el área y período de estudio, la merluza de tres aletas se alimentó prácticamente de una presa y en una alta proporción; aspecto que la acercaría a una condición de especialista. No obstante, también se observa un grupo de presas con bajo valor del indicador, las cuales se pueden clasificar como raras, sobresaliendo dentro de dicho grupo los huevos de crustáceos y las salpas, confirmándose así la característica zooplanctófaga de tipo carcinófago ya señalada en estudios anteriores (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003; Pool *et al.*, 1997), identificándose entre sus principales presas a los eufáusidos (81% IIR en promedio de los seis cruceros); presa indicada por los estudios como la dieta principal en esta especie, seguido de pequeños peces luminiscentes (12% IIR en promedio de los seis cruceros) que, en este caso, dado el avanzado estado de digestión en los estómagos sólo se pudo detectar como restos de peces no



identificables. La presencia de eufáusidos, al igual que lo encontrado en años anteriores, señalaría que la especie en estudio tiene una mayor actividad de alimentaci3n nocturna.

Se observa un cambio en la preferencia en la dieta alimentaria de la merluza de tres aletas, con una disminuci3n en la importancia de los eufáusidos del 2005 al 2007 desapareciendo aparentemente en el 2008, apareciendo en cambio crustáceos y teleósteos no identificables por su estado de digesti3n. Tomando estos últimos más importancia en el 2008 respecto al 2005.

La representaci3n de los indicadores numérico, frecuencia y gravimétrico para los años 2005, 2007 y 2008 (**Fig. 70**) presenta diferencias dada la presencia incidental de salpas y huevos de crustáceos, sin embargo, excluyendo esos ítemes lo expresado anteriormente sobre la base del IIR, en donde la dieta principal de merluza de tres aletas son los eufáusidos, se mantiene y secundariamente el aporte proviene del grupo restos de peces, aspecto que el *Coficiente Dietario de Hureau* (Q, **Tabla 6**) también confirma, considerando al resto de las especies como presas incidentales, observando el 2008 una mayor importancia en los tres indicadores para restos de peces y crustáceos.

La dieta de la merluza de tres aletas el 2008 carece de algunos de los componentes zooplanct3nicos como salpas y sifon3foros presentes en los años anteriores, sin embargo dentro del grupo de los crustáceos cuyo avanzado estado de digesti3n no permiti3 realizar una identificaci3n mas precisa, pudiéndose presumir la presencia de elementos zooplanct3nicos de frecuente aparici3n como es el caso de los eufáusidos.



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 13 de marzo del 2009 en el auditorio “Marcos Espejo Vidal”, del Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso. Se enviaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales en el área del manejo de la pesquería, al Taller asistieron 19 personas provenientes de diversos ámbitos: institucional, investigación y universitario

El Taller se organizó según la siguiente Agenda:

**TALLER PRESENTACIÓN RESULTADOS:
Proyecto FIP N° 2008-12 “Evaluación hidroacústica del stock
desovante de merluza de tres aletas, año 2008”.**

AGENDA TALLER

Valparaíso, viernes 13 de marzo de 2009.

| | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 15:00 hrs | Bienvenida a los asistentes y antecedentes del proyecto | Sr. A. Saavedra |
| 15:10 hrs | Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas | Sr. A. Saavedra |
| 15:25 hrs | Composición de tallas y proporción sexual del stock de merluza de tres aletas | Sr. R. Céspedes Sra V. Ojeda |
| 15:50 hrs | Índice gonadosomático, estadios de madurez microscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas | Sr. E. Díaz |



Coffee-Break (10')

| | | |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 16:00 hrs | Importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas. | Sr. E. Molina. |
| 16:15 hrs | Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el 1rea de estudio | Sr. A. Saavedra |
| 16:30 hrs | Composici3n de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el 1rea de estudio. (en reemplazo de la Srta. P. Rojas-PUCV) | Sr. Iván Sepúlveda |
| 16:45 hrs | Discusi3n de resultados | |

- **Resúmenes de las presentaciones**

Principales antecedentes de la distribuci3n y pesquería de merluza de tres aletas y estimaci3n de la biomasa y abundancia del recurso.

La primera parte de la exposici3n estuvo a cargo del Ingeniero Pesquero, Sr. Alvaro Saavedra, quien present3 los antecedentes del proyecto junto a la metodología aplicada. Seguido, se expusieron los resultados de abundancia y biomasa del stock de merluza de tres aletas. Las principales conclusiones obtenidas respecto a la biomasa y abundancia del recurso para el a1o 2008 es que alcanzan valores de 93.463 ton y 106.6 millones de individuos, y en t3rminos generales se se1al3 una tendencia decreciente para estos estimados, no superando en los dos 1ltimos a1os las 100.000 t.



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

Las principales conclusiones expuestas por el Sr. Renato Céspedes señalan que para el área y periodo de estudio la estructura de talla registrada fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 52 cm, predominio de machos y escasa presencia de juveniles. Históricamente, para un periodo de ocho años, se señaló que 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 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, el trabajo expuesto sobre los grupos de edad que tuvieron presencia durante el crucero de investigación, concluyendo principalmente que la abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 106,7 millones de ejemplares, de los cuales en un 53% son machos y en un 47% hembras.

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



Aspectos Metodológicos. El Biólogo marino, Sr. Eduardo Díaz expuso los resultados de los aspectos relacionados al Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. Las principales conclusiones son La agregación de merluza de tres aletas se encontró en un proceso reproductivo, asociado a un aporte masivo de hembras en maduración avanzada, próximas a iniciar los desoves, sin presentar evidencias que indicara la declinación del período reproductivo, siendo la talla media de primera madurez sexual 36,7 cm de longitud total.

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 el biólogo marino, el Sr. Esteban Molina, los recursos merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza austral, componen más del 98% de la fauna asociada a la zona de estudio, seguida en importancia por la reineta y más del 80% de la fauna se distribuye en una franja batimétrica de 200 m, localizada entre los veriles de 100 m y 200 m.

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

A cargo del Ing. Pesquero A. Saavedra que expuso los aspectos metodológicos, una descripción estadística de las variables involucradas en el análisis referidas a rangos de fondo, referenciación latitudinal y de tipos de fondo (pendiente), entregando una serie histórica de los parámetros evidenciando principalmente una disminución de el tamaño de las agregaciones en el período 2003-2008 junto a disminuciones el los valores de energía de éstas del fondo



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

Por ultimo El Sr. Iván Sepúlveda, en reemplazo de La Srta. Patricia Rojas (PUCV), indico que para los años comparados la presa principal fueron los eufáusidos, en cambio el año 2008 son los teleósteos los que presentan un mayor (71,86% IIR), sugiriendo además un cambio en la preferencia de la dieta de merluza de tres aletas al presentar una disminución de la importancia de eufáusidos desde el 2005 al 2007 desapareciendo aparentemente en el 2008, apareciendo en cambio otros crustáceos. Se confirma 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.

Observaciones y Discusiones.

Algunas observaciones realizadas apuntan a esclarecer si el recurso cambia su distribución y abundancia en el tiempo y espacio y si estos cambios influyen en la estimación, a lo cual el Jefe de proyecto el Sr. Alvaro Saavedra responde que factores externos como cambios en el ambiente, especialmente la temperatura del mar provocarían una prolongación del periodo de desove, pudiendo provocar cambios en los estimados, sin embargo considerando los antecedentes históricos y mas recientes de la pesquería se puede concluir que la zona y el período de desove de esta especie no han sufrido variaciones, por lo que las fechas en que se han realizado los cruceros de evaluación han sido generalmente las acertadas.

También, se planteo que existe una estructura y grupos de edad que trascienden en el tiempo por lo que se observa una estructura sana, destacando especialmente la entrada fuerte este año del GE IV, que no se había observado en



años anteriores. Las consideraciones anteriores contradicen la tendencia decreciente del recurso presentada en el análisis hist3rico de los estimados de biomasa y abundancia y la mantenci3n de las capturas..

N3mina de asistentes al Taller:

Asistentes al Taller de presentaci3n de Resultados

| Nombre | Instituci3n |
|---------------------|----------------------------|
| Luis Villegas | Universidad. De Valparaíso |
| Vilma Ojeda | IFOP |
| José Iván Sepúlveda | PUCV |
| Renato Céspedes | IFOP |
| Francisco Contreras | IFOP |
| Daniela Cajas | SUBPESCA |
| Patricia Álvarez | SHOA |
| Roberto Bahamonde | IFOP |
| Juan C. Saavedra | IFOP |
| Pedro Rubilar | CEPES |
| Marcelo San Martin | IFOP |
| Esteban Molina | IFOP |
| Elson Leal | IFOP |
| Jorge Castillo | IFOP |
| Héctor Torruella | EMDEPES |
| Eduardo Diaz | IFOP |
| Cristian Canales | IFOP |
| Carolina Lang | IFOP |
| Álvaro Saavedra | IFOP |



6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el presente estudio, se estimó un valor de biomasa igual a 93.463 toneladas de merluza tres aletas. con un intervalo de confianza entre 84.223 y 102.703 toneladas. Valor obtenido con el método geoestadístico ya que entregó el menor CV. Esta estimación de la biomasa registra una reducción del 5,1% respecto al 2007, observándose un aumento en la abundancia del 9,4%.

Considerando la serie histórica 2001-2008, en general se observa una tendencia a la baja tanto en biomasa como en abundancia de las estimaciones de merluza de tres aletas (**Fig. 71**), aun cuando este año se registre un aumento de la abundancia, debiendo considerar esta tendencia como una señal de alerta que entregan las evaluaciones de este recurso. Sin embargo la estructura de edad de merluza de tres aletas muestra la entrada de una fuerte clase anual del GE IV, lo cual es una señal positiva para la robustez del stock.

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 y 2008), al conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (este-oeste) y más extensas longitudinalmente.



El recurso fue detectado en toda la zona de estudio con un foco de concentraci3n al norte del 1rea entre el 47°05'S y 47°20'S y otro secundario entre el 47°40'S y 48°20'S, a diferencia de otros a1os la distribuci3n fue mas homog3nea que la hist3ricamente observada. La ubicaci3n del CG este a1o confirma la relaci3n entre la fecha de realizaci3n del crucero y la ubicaci3n del CG del recurso, asoci1ndose los cruceros efectuados durante la segunda quincena de agosto con CG cercanos al centro del 1rea de estudio (2005 al 2008), mientras que cruceros efectuados la primera quincena de agosto ubican el CG mas orientado al norte del 1rea (2002 y 2003) y cruceros efectuados a fines de agosto y primera quincena de septiembre ubican el CG al sur del 1rea de estudio (2001 y 2004), relaci3n que confirma y dados los antecedentes hist3ricos que la mejor 3poca para realizar el crucero es durante el mes de agosto.

La composici3n de talla de merluza de tres aletas registrada en el 2008, como tambi3n en los siete cruceros de investigaci3n realizados entre el 2001 y 2007, (Lillo *et al.* 2002, C3rdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006, 2007 y 2008, respectivamente), mantiene la caracter1stica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, confirmando la presencia en el 1rea de estudio de la fracci3n adulta (50 a 65 cm) migratoria y que participa en el proceso de desove; la cual se caracteriza por su alta concentraci3n durante el proceso de desove (Lillo *op cit.*, Lillo y Paillam1n, 1995; Lillo y C3spedes, 1998).

La alta presencia de fracciones adultas en los ocho a1os de estudio confirma en gran medida la estabilidad temporal del proceso migratorio de esta especie, aspecto que ha sido mencionado por otros estudios (Lillo *et al.* 1999, 2002, 2004 y 2005; C3rdova y C3spedes, 1997, C3spedes *et al.* 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008; C3rdova *et al.*, 2003). No obstante, esta estabilidad se presenta principalmente en la estructura de las hembras, quienes junto con



presentar la moda adulta principal, también muestran otras modas adultas secundarias entre los años, por ejemplo la moda entre 40-50 cm.

En el año 2006 se registró una baja presencia de la moda adulta (Saavedra *et al.* 2007), situación que posiblemente podría ser un indicador de la existencia de alguna falla en el ingreso de la fracción adulta a las costas chilenas para desovar. Durante el año 2007 fue difícil lograr muestras de estructura de tallas por la baja presencia de la especie que se registró en las capturas en el área y período de estudio (Saavedra *et al.* 2008). Sin embargo, en el año 2008 se registró de forma más evidente la presencia de la moda adulta en el área central del área de estudio, en donde también se registraron mejores concentraciones del recurso. No obstante, esta situación aun no es suficiente evidencia de un incremento de la presencia de la fracción adulta desovante y migratoria en el área de estudio. Por tanto, se sugiere continuar con la evaluación directa sobre el pulso migratorio de merluza de tres aletas y sus agregaciones durante el desove, con objeto de observar las tendencias y variaciones de la presencia de la fracción adulta desovante.

El rango de edades observado cubre desde el GE II hasta el GE XXIV. Las modas principales en el stock desovante 2008 se presentaron en el GE IV y X en machos, adultos considerados jóvenes dada la estructura de la Serie Histórica de Cruceros de Investigación y en la Pesquería misma. En hembras, la moda la estuvo conformada por grupos de mayor edad como lo son los GE XIX - XXI, situación particular de este año en que se acentuó la presencia de la fracción de edades mayores en el período del crucero.

Históricamente se aprecia en el tiempo la fuerza de diferentes clases anuales con peces nacidos en el año 2004 y 1998 grupos relevantes en la estructura junto a clases nacidas a fines de los '80 que conforman un importante grupo 20+ en la



actualidad (moda principal). Es así que en estos ocho años de crucero, se ha visto para la clase anual 98 su evolución, al 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 y últimamente como GE X en el 2008. Grupo que mantiene su presencia en el área ya sea en plena época de desove ó durante la etapa de post desove. Lo anterior 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.

En este sentido la estructura de edades el 2008 presentó una elevada participación de peces de 20+, que si bien se registran en años anteriores, este año alcanzó un elevado aporte de 12% (ambos sexos). Esto es de especial importancia, ya que siendo una pesquería regulada en Chile bajo la normativa de asignación de cuotas de captura con una disminución sostenida de la abundancia, año tras año, hoy el stock desovante no presenta una estructura etaria con los grupos mayores ausentes, sino al contrario se ha reforzado su presencia. Lo que junto a un stock que migra y está bajo la acción pesquera en el sector Atlántico, indica un recurso con especial capacidad de resiliencia.

Aun cuando la flota pesquera explota el stock adulto, los cruceros de evaluación realizados en el período de pleno desove, reflejan una estructura más concentrada hacia los adultos mayores, presentando un número de clases de edad que se mantienen con el paso del tiempo, lo que muestra signos de una población que mantiene sus grupos de edad. No obstante, si bien este año se detectó una pequeña alza en su abundancia (9%) con respecto al 2007, la abundancia fue un 57% menor que la registrado el 2001.



En cuanto al cambio de la edad de madurez observado, este a1o el stock desovante en machos y hembras de los GE IV y V se encontraban en su proceso de maduraci3n diferente a lo observado el a1o pasado: mientras en agosto del 2008, el GE IV de machos presentaba un 56% de ejemplares en la fracci3n considerada madura, en agosto del 2007 este grupo estaba 100% maduro. De forma similar, las hembras del GE V en agosto del 2008, presentaba un 57% de ejemplares maduros, en cambio en el crucero del 2007 el 96% de este grupo haba entrado a la fracci3n madura. En este sentido el que los peces de los GE IV y V, no hayan seguido el mismo patr3n de maduraci3n que el a1o anterior puede estar sujeto a factores ambientales, lo cual no es posible ratificar al no disponer de esta informaci3n, siendo elementos interesantes de considerar en futuros estudios.

En este contexto es interesante profundizar tambi3n en el estudio de las migraciones a fin de obtener mayores antecedentes respecto a la conducta de este recurso en el cono sur, siendo relevante conocer aspectos de inter3s como lugares de nacimiento y migraciones para lo cual es necesario estudiar esta tem3tica a trav3s de la microqu3mica de los otolitos, requiriendo contar con una priorizaci3n de estudios y fondos.

La componente adulta de merluza de tres aletas se agrega y desplaza con fines reproductivos para formar altas concentraciones, desde mediados de julio a septiembre, entre las latitudes 47°S y 51°S sobre la plataforma continental del Pacífico suroriental (Lillo *et al.*, 1993). En este estudio, los indicadores reproductivos mostraron que la agregaci3n de merluza se encontr3 con actividad reproductiva en desarrollo, asociado a un mayor aporte de hembras con maduraciones tardas y pr3ximas a iniciar el evento de desove masivo, sin presentar signos que manifestaran la declinaci3n del per3odo reproductivo. Resultados que son concordantes con la evoluci3n del proceso reproductivo de la



merluza de tres aletas visualizado en evaluaciones anteriores, en similar zona y período del año (bimestre agosto-septiembre).

El análisis conjunto de evaluaciones de años 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 y 2008).

Estos antecedentes señalan estabilidad temporal en el pulso migratorio reproductivo al 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. Para la merluza de tres aletas en el Atlántico Sudoccidental, en la plataforma patagónica e inmediaciones de las Islas Malvinas, la información disponible es relativamente concordante, citando el desove a ocurrir desde agosto a octubre, con una máxima actividad en septiembre, prolongándose ocasionalmente hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pájaro, 1999 y Pájaro y Macchi, 2001), con altas concentraciones de huevos en invierno y principios de primavera (Ciechomski *et al.*, 1981 y Ehrlich *et al.*, 1999). En Nueva Zelanda, el recurso se agrega a desovar durante agosto y septiembre en áreas de desove bien definidas en la Plataforma Bounty, en Pukaki, Islas Auckland e Islas Campbell (Hanchet, 1999).



Este a1o, la mayor cobertura de tama1os de la fracci3n juvenil permitieron ajustar la ojiva de madurez sexual, pero con la limitante de evaluaciones anteriores de estar d3bilmente representados los ejemplares bajo los 45 cm de longitud total, donde los lances se asociaron a la mayor presencia de tama1os de hembras adultas, lo que es esperable al prospectar el stock parental en su 3poca y fondo de desove. De manera complementaria y con la restricci3n de utilizar datos de distintos pulsos migratorios, se obtuvo un ajuste de la ojiva de madurez con informaci3n histol3gica compilada de los cruceros de evaluaci3n de 2001 a 2008, a fin de suplir las tallas peque1as entre los distintos cruceros.

Por otra parte investigaciones de merluza de tres aletas realizadas en el Atl3ntico sur por Lisovenko *et al.* (1982), se1alan hembras maduras a partir del rango de 35,5 y 37,5 cm de longitud total, observando la totalidad madura desde los 46, 5 cm., mientras que S3nchez *et al.* (1986) y P3jaro y Macchi (2001), a trav3s de un an3lisis histol3gico, reportan una talla de primera madurez en 38,0 cm y 37,8 cm de longitud total, respectivamente.

En el Pacífico sur, Lillo *et al.* (2002), indicaron el 100% de hembras maduras desde los 41 cm de longitud total. Luego, C3rdova *et al.* (2003), utilizando datos de cruceros de evaluaci3n 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 evaluaci3n del 2001 al 2003, la calculan en 36,6 cm de longitud total. Posteriormente, Lillo *et al.* (2005) con la informaci3n del 2001 al 2004 la estiman en 36,1 cm de longitud total. Recientemente, Saavedra *et al.*, (2006, 2007 y 2008), con datos del 2001 al 2005, del 2001 al 2006 y desde el 2001 al 2007, la calculan en 36,7 cm, en 36,6 cm y en 36,0 cm de longitud total, respectivamente.



En este estudio, con la base de datos de los lances del 2008 el estimado de la talla media de primera madurez correspondió a 36,7 cm, mientras que con los registros acumulados de los cruceros de 2001 al 2008 fue de 36,6 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 determinada, condición que permitió estimar su fecundidad a través del conteo del número total de ovocitos vitelados en hembras pre-desovantes con madurez avanzada, los cuales estarían conformados por 4 o 5 generaciones ovocitarias, las que serían desovadas en tandas parciales en un breve lapso de tiempo (Sánchez *et al.*, 1986).

En este sentido estimaciones de fecundidad total en esta especie han sido calculadas en el mar Argentino por Lisovenko *et al.* (1982), quienes señalaron para 17 hembras una fecundidad que osciló de 137.000 a 948.000 ovocitos. Sánchez *et al.* (1986), reportaron en el Atlántico sur, una fecundidad promedio de 355.700 ovocitos con un mínimo de 47.190 y un máximo de 1.945.130 ovocitos. Pájaro y Macchi (1999), indicaron para una hembra promedio de 51 cm de longitud total una fecundidad de 477.771 ovocitos. En el Pacífico sur, Lillo *et al.* (2002), indicaron una fecundidad que varió desde 119.479 a 1.110.293, con un promedio de 386.831 ovocitos. Posteriormente, Córdova *et al.* (2003), reportaron la fecundidad total entre 124.058 y 1.103.030 ovocitos, con un promedio de 523.125 ovocitos. En el año 2003, Lillo *et al.* (2004), la calcularon entre 119.842 a 1.340.841, con un promedio de 733.540 ovocitos. En el 2004, se estimó de 76.676 a 1.573.646, con un promedio de 615.362



ovocitos (Lillo *et al.*, 2005). En el 2005, la fecundidad total vari3 de 71.771 a 1.245.209, con un promedio de 593.968 ovocitos (Saavedra *et al.*, 2006). En el 2006, se observ3 a variar entre 52.285 a 1.590.339, con un promedio de 474.335 ovocitos (Saavedra *et al.*, 2007). Posteriormente, en el 2007, la fecundidad fluctu3 de 105.435 a 1.210.836, con un promedio de 400.327 ovocitos (Saavedra *et al.*, 2008).

Luego, en este crucero, los valores de fecundidad variaron de 84.034 a 1.111.541 ovocitos, en hembras entre 42 y 66 cm de longitud total, con una media de 530.681 ovocitos, valor que se ubica en el rango de los estimados para esta especie en el Pacífico sur (386.831 – 733.540), y similar a los registros de 2002 y 2006.

La fecundidad relativa en el 2008 correspondi3 a 447 ovocitos por gramo de peso corporal (193 - 780), similar a los registros de los cruceros 2001 (392), 2006 (385) y 2007 (427), y por debajo de los reportes del 2002 al 2005 (534 – 703), ubicándose en el rango de los estimados y con fluctuaciones concordantes con la tendencia observada en la fecundidad total para esta especie en evaluaciones anteriores. 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 resultados descriptivos de la composici3n faunística, muestran que merluza de cola se present3 como la principal especie capturada durante el per3odo de estudio, seguida en importancia por merluza de tres aletas y merluza austral, mientras que reineta, cojinova azul, br3tula y congrio dorado participaron de manera marginal en toda la zona.



A partir del resultado obtenido en el an3lisis de clasificaci3n, es posible establecer la presencia de cuatro asociaciones principales, las que presentar3an como principal caracter3stica de fauna asociada la presencia de las tres especies de merluza capturada en la zona de estudio, con la excepci3n de la asociaci3n uno, la cual present3 a la reineta como 3nica componente faun3stica. Por otro lado, el an3lisis de ordenaci3n muestra que estas asociaciones estar3an fuertemente influenciadas por la presencia de merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza austral, situaci3n que tambi3n se observ3 durante el estudio realizado el 2007 en la misma zona y per3odo (Saavedra *et al.*, 2007). Lo anterior pone en evidencia que las tres especies de merluza son una condici3n permanente de la composici3n de fauna en la zona de estudio, mientras que otras especies son incidentales con presencia marginal, condici3n que muestra que merluza de tres aletas conforma agregaciones casi monoespec3ficas (Saavedra *et al.*, 2006).

Las agregaciones de merluza de tres aletas como es caracter3stico morfom3tricamente, mantienen la tendencia a formar agregaciones alargadas tipo estrato con valores altos en su relaci3n de aspecto largo/alto. Sin embargo en general se observa una disminuci3n reiterada en los valores de los descriptores de forma, especialmente el largo y el 3rea en la serie hist3rica, aun cuando este a3o se registr3 un leve aumento en el tama3o de las agregaciones. Considerando el promedio de los valores de los descriptores morfom3tricos de la serie 2006-2008 v/s la serie 2003-2005, se observa que todos han sufrido reducciones en su valor resultando en agregaciones de menor tama3o.

Lo anterior genera que los valores de la energ3a ac3stica (S_A promedio) tambi3n disminuyan su magnitud en la serie de a3os analizada. Los promedios observados en la serie hist3rica 2003-2008 (**Tabla 21**) muestran una tendencia decreciente desde el a3o 2006 a la fecha, siendo el 3ltimo a3o el de menor promedio. Esta disminuci3n trae consecuencias en los valores de densidad los que siguen la



tendencia decreciente anterior. Estas disminuciones en los tamaños y los valores de energía observadas deben ser consideradas como señales de alerta que entrega el recurso, las que sumadas a las tendencias observadas en los estimados de biomasa y abundancia de los últimos años, indicarían un síntoma negativo en el estado del recurso.

La alta proporción resultante de estómagos vacíos es recurrente año a año en los peces capturados en el mes de agosto, cuando la merluza de tres aletas se encuentra en proceso de desove. Los estudios estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigación entre el 2001 y 2008 confirman una alta probabilidad de registrar estómagos vacíos en los muestreos biológicos de la captura, y una baja probabilidad de estómagos con contenido. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada por otros estudios en éste recurso. Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005 Saavedra *et al.* 2006 y 2008 sugieren que la baja presencia de estómagos con contenido y la alta presencia de estómagos vacíos registrados en los cruceros de investigación corresponderían a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria de esta especie. Pool *et al.* (1997), en un estudio anual en aguas chilenas, registró en merluza de tres aletas un 27% de estómagos con contenido, analizando 82 muestras. Otero (1977) en un estudio de merluza de tres aletas proveniente de aguas argentinas registró un 22% de estómagos con contenido (181 muestras). Otras razones que podrían explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies de zooplancton. Esta situación no permite efectuar otros tipos de análisis como contrastes espaciales y temporales. Luego, para dilucidar mejor el comportamiento de alimentación y los posibles cambios en la dieta de merluza de tres aletas se sugiere generar estudios orientados específicamente a estos temas, es decir donde el estudio trofodinámico sea el objetivo general, en donde el muestreo de estómagos sea intensivo.



A diferencia de los estudios realizados entre los a1os 2001 y 2007 en esta ocasi3n se observan diferencias importantes en la composici3n de la dieta de merluza de tres aletas, donde los organismos pertenecientes a los crust3ceos pasan a un segundo plano frente a los tele3steos (restos de peces) los cuales fueron el alimento principal de la merluza de tres aletas en el a1o 2008, careciendo tambi3n de algunos de los componentes zooplanct3nicos como salpas y sifon3foros presentes en los a1os anteriores, lo cual se explicaría por cambios en la disponibilidad y abundancia de las especies del zooplancton en la zona de estudio, lo que adem3s pudiera confirmar la tendencia generalista y oportunista de merluza de tres aletas, al alimentarse de los ítems que se encuentran en mayor cantidad en el ambiente o que est3n m3s disponibles a la hora de la alimentaci3n, en este caso crust3ceos y peces.



7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa total media de 93.463 toneladas, con un intervalo de confianza entre 84.223 y 102.703 toneladas.
- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 106.602.427 ejemplares, de los cuales 64 millones (53%) correspondieron a machos y 43 millones (47%) a hembras.
- La abundancia de la fracción desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 94,8% en machos y 97,5% 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°38'S. con una distribución agregada en una estrecha franja longitudinal, representada por un índice de Gini igual a 0,88.
- La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2008 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 52 cm, predominio de los machos (53%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (1,0% < 35 cm), destacando el registro de una moda adulta principal entre los 54 y 63 cm, y dos modas adultas secundarias una entre 40-47 cm y otra en 48-53 cm.
- En los ocho 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 principalmente (sobre 90% por 18 grupos de edad que corresponden a machos de los GE III a XX y hembras de GE V a XXII, donde los GE IV y V en machos y hembras presentaron el 50% de los individuos maduros.
- La estructura por grupos de edad de merluza de tres aletas presenta numerosos grupos con diferente fuerza ó participación en su estructura, no representando grandes concentraciones los grupos modales con alternancia de GE que proceden de clases anuales con éxito disímil, registrando el 2008 como grupos modales al GE IV y X en machos y grupos modales de mayor edad en hembras (GE XIX a XXI).
- El índice gonadosomático (IGS) evidenció en de merluza de tres aletas actividad reproductiva en desarrollo, con valores promedio de 17,5 en machos y de 16,7 en las hembras. Asimismo La condición de madurez mostró un aporte masivo de hembras en maduración tardía, próximas a iniciar los desoves, sin presentar evidencias que indicara la declinación del período reproductivo, confirmando que el período de evaluación fue el indicado
- La talla de primera madurez sexual se estimó en 36,7 cm de longitud total para los datos del crucero y en 36,6 cm para los registros compilados de los cruceros de 2001 al 2008.



- La fecundidad total promedio fue de 530.681 ovocitos y la fecundidad relativa fue de 447 ovocitos, valores que est3n comprendidos en los estimados para esta especie en evaluaciones anteriores del 2001 al 2007
- Considerando s3lo la fauna acompa1ante, merluza de cola represent3 el 96,1% de la captura de fauna seguida en importancia por merluza austral y reineta, las que representaron el 1,6% y 1,3% de la fauna capturada, respectivamente. Por otro lado, especies como br3tula, congrio dorado y cojinova azul representaron capturas inferiores al 1% respecto de la captura total de fauna acompa1ante
- Las agregaciones de merluza de tres aletas poseen como caracter3stica la tendencia a formar estratos con altos valores en la relaci3n de aspecto, sin embargo se observa una disminuci3n en los valores promedio de los descriptores morfom3tricos lo que asociado a la disminuci3n en el valor de la energ3a retrodispersada (S_A) en la serie hist3rica, genera una se1al de alerta del recurso.
- Se aprecia una vez m3s que la merluza de tres aletas es una especie zooplanct3faga con una dieta preferentemente del tipo carcin3faga, y en esta ocasi3n con un comportamiento icti3fago importante
- Se confirma la tendencia generalista y oportunista de la merluza de tres aletas, la que se alimenta de los 3tems que se encuentran en mayor cantidad en el ambiente o que est3n m3s disponibles a la hora de la alimentaci3n



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Anónimo. 1991. Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. *Ices cooperative research report N° 195*, 87 p.

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

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

Balbontín, F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 17(3): 285-334.

Barbieri, M. A. 1981. Variabilité des données acoustiques utilisées dans l'evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.



Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. pp.: 249-259.

Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico). Informe de avance al FIP. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.

Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. Mar. Biol. 50: 263-273.

Bez, N. y P. Fernandes. 2002. Geoestadística en hidroacústica. Apuntes de curso. Proyecto ACTIVE – UCV. 48 pp.

Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.

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

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

Céspedes, R., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V.



Espejo, Z. Young, L. Mu1oz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2004. Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Austral, 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (m1s anexos).

C3spedes, R., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Mu1oz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003. Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Austral, 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (m1s anexos).

C3spedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, M. Nilo, F. Cerna, E. Palta, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Mu1oz y L. Chong. 2002. Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 184 p. (m1s anexos).

C3spedes, R.; Z. Young; V. Ojeda; F. Cerna; L. Adasme; H. Hidalgo; R. Bravo; G. Ojeda, H. Miranda y C. Vera. 2000. Investigaci3n Estado de Situaci3n Pesquería Demersal Zona Sur-Austral, 1999. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final corregido, IFOP, 122 pp. (+ tablas y figuras).

Ciechowski, J., M. Ehrlich, C. Lasta y R. S1nchez. 1981. Distribuci3n de huevos y larvas de peces en el Mar Argentino y evaluaci3n de los efectivos desovantes de anchoita y merluza. Contribuci3n 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. Aquat. Sci., 54: 726-738.

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

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

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

Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.

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

Hunter, J., N. Lo y R. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.

Hunter, J.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 63-65.

Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – A review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17: 411-429.



- ICES, 2001.** Report of the study group on target strength estimation in the Baltic Sea. CM 2001/B:02 Ref.: H
- ICES. 1999.** Methodology for target strength measurements (with special references to *in situ* techniques for fish and mikro-nekton). Ed. E Ona. ICES Cooperative Research Report No. 235. 59 pp.
- IFOP. 1985.** Manual de muestreo biológico-pesquero. Pesquería de Peces Demersales (Sur-Austral). IFOP. 60 pp.
- Kawaguchi, K. y H. Shimizu. 1978.** Taxonomy and distribution of the Lanternfishes, *genus Diaphus* (PISCES, Myctophidae) in the western Pacific. Eastern Indian Oceans and Southeast Asian seas. Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokio, 10
- Lillo, S. R. Céspedes, y M. Barbieri. 1999.** Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP, 48 pp. (+ figuras).
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1995.** Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).
- Lillo, S. y R. Céspedes. 1998.** Análisis de los procesos migratorios y biológicos del recurso merluza de tres aletas. Informe final. IFOP, 39 p.



Lillo, S., A Paillamán y B Leiva, 1994. Pesca de investigaci3n de merluza de cola y tres aletas al sur de los 47°S. Informe Final de Investigaci3n para empresas Suribérica y American Seafoods.

Lillo, S., A. Paillamán y S. Pino. 1993. Pesca de investigaci3n 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. C3rdova and A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53: 267-271.

Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme y A. Saavedra. 2003. Evaluaci3n hidroacústica del stock desovante de merluza austral en aguas exteriores. Preinforme Final Proyecto FIP 2002-19, IFOP.

Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, E. DÍaz, L. Adasme y A. Saavedra. 2004. Evaluaci3n hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, ańo 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-10, IFOP.

Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, E. Diaz y A. Saavedra. 2005. Evaluaci3n hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, ańo 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 (*Micromesistius australis*). INIDEP. 23 pp.

Macchi, G. Y M. Pájaro. 1999. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP). Documento Científico 5: 67-79.

Macchi, G., M. Pájaro y O.C. Wöhler. 2004. Batch fecundity and spawning frequency of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southwest Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 2005, Vol. 39: 993-1000

MacLennan, D. and J. Simmonds. 2005. Fisheries acoustic, second edition. Chapman & Hall, 379 pp.

Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prenskey, M. Sabatini, M. Pájaro and L. Machindiarena. 1997. Acoustic, oceanographic and ichthyoplanton surveys on the spawning grounds of the austral blue whiting



(*Micromesistius australis*), off southern patagonian, 1994-1996.
ICES, CM 1997/Y: 26.

Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds and J. Haralabous. 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in presence of high local variability: a geostatistical application to north sea herring (*Clupea harengus*). Can. J. Aquat. Sci. 53: 1497-1505.

Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathématique, Fontaine bleau (F). 211 p.

Maynou, F., F. Sardá and G. Conan. 1998. Assesment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* populations in the northwestern mediterranean by geostatistics. J. Mar. Sci. 55: 102-120.

Miranda, H. 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.
- 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.



- Pelletier, D. y A. M. Parma. 1994.** Spatial distributions of pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. Can. J. Aquat. Sci. 51:1506-1518.
- Perrotta, R. G. 1982.** Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°3: 35-50.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. And A. Prampart. 1993.** EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom.
- Petitgas, P. and T. Lafont. 1997.** EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.
- Pienaar L. and W. Ricker, 1968.** Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747
- Pinkas, L. M. Olphant and I. Iverson. 1971.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull., 152: 105 p.



Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas recursos demersales sur-austral. Informe final proyecto FIP 94-32. FIP-IFOP. 76 p.

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., N° 119.

Rieman B. y D. Myers, 1992. Influence of fish density and relative productivity on growth of kokanee in ten oligotrophic lakes and reservoirs in Idaho. Trans. Am. Fish. Soc. 121, 178-191.

Robotham, H. & J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacustics techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189:421-424.

Rose, G. A. 1998. Review of southern blue whiting acoustic projects for the ministry of Fisheries, Wellington, New Zealand, 28 July, 1998. Unpublished report 12 p. (held by ministry off Fisheries, Wellington).

Russelo, I. 1994. Size-age composition of Southern poutassou (*Micromesistius australis*) catches in New Zealand area. YugNIRO 1994 vol. 40; 84.



Russelo, I. 1995. On the problem of southern poutassou (*Micromesistius australis* Norman) catches size-age composition from New Zealand regions. YugNIRO Vol. 41, 114-117.

Saavedra, A., V. Correa, R. C3spedes, V. Ojeda, E. D3az, J. Oliva, P. Rojas y L. Adasme. 2006. Evaluaci3n hidroac3stica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquer3a, a3o 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-06, IFOP.

Saavedra, A., V. Correa, R. C3spedes, V. Ojeda, E. D3az, J. Oliva, y L. Adasme. 2007. investigaci3n evaluaci3n hidroac3stica stock desovante merluza de tres aletas., 2006. Informe Final Proyecto BIP 30043868-0, IFOP.

S3nchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducci3n y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N36: 21-43.

Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimaci3n de la biomasa de la poblaci3n desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicaci3n del " M3todo de Producci3n de Huevos". Bol. Inst. Mar Per3, Callao. 8: 209-250.

Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monosp3cifiques. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.



Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 6: 269-283.

Selman, K. & R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*. 6: 211-231.

Sernapesca, 1990, 1998, 2002. 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. North sea herring is used as an example. *ICES J. Mar Sci.*, 53:285-298.

Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. *ICES C.M.* 1991, 113 p.

Simrad, 2003. Simrad ER60. Scientific echo sounder application. Operator manual. 165 pp.



- Southward, G 1976.** Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut Comm. Sci. Rep. 58. 31 pp.
- Spak, H. 1975.** The distribution of the southern putassu (*Micromesistius australis* Norman, 1937) in the Southwest Pacific. Izv-Tinro. Vol. 98, 244-248.
- Vivanco, M. 1999.** Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.
- Wallace, R. Y K. Selman. 1981.** Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. Amer. Zool., 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988.** A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Whitehead, P. J. P., M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese 1986.** Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean (P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese eds.) UNESCO. United Kingdom, vol I, II y III: 1-1520.
- Wisner, R. 1974.** The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. Navy Ocean research and development Activity, Mississippi, 229 p.
- Wolter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation XII, 428 page, 1985



Wöhler, O. y N. Marí. 1996. Aspectos de la pesca de la polaca (*Micromesistius australis*) por parte de la flota argentina en el período 1989-1995. En: Inidep Inf. Tec., X: 1-25.

T A B L A S



Tabla 1
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 |
| Agosto | 80 | 59 | 51 | 137 | 62 | 41 | 63 | 43 | 59 | 46 | 54 | 71 | 33 | 35 | 43 |
| 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 |

Tabla 2

Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.

| Estadio | Denominaci3n | Aspecto macrosc3pico |
|---------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | Virginal | Sexo indeterminado, g3nadas peque1as, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 cent3metros. |
| II | Inmaduro | Test3culos peque1os rojizos sin zonas blancas (reposo). |
| III | En maduraci3n | Test3culos turgentes, rojizos con zonas blancas y vasos sangu3neos visibles (en preparaci3n). A ligera presi3n no escurre l3quido seminal. |
| IV | Maduro | Test3culos blancos, muy firmes, al apretar escurre semen (l3quido viscoso blanco) (en evacuaci3n). |
| V | Evacuados | Test3culos grandes, fl3cidos 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 turgente. |
| III A | Maduración con desove parcial reciente | Ovario muy vascularizado y con óvulos visibles a simple vista, los que en pequeña proporción presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la gónada es más flácida que en la fase III. |
| IV | Desovante | Ovario turgente con óvulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren óvulos transparentes. |
| V | Desovado y En regresión | Ovario vacío, distendido, lúmen amplio, muy flácido, de color rojizo de aspecto hemorrágico, sin óvulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro. |



Tabla 4
Caracterizaci3n histomorfol3gica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).

| Estadio | Clasificaci3n | Descripci3n |
|---------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | Virginal e Inmaduro reincidente | S3lo ovocitos previtelog3nicos bas3filos |
| II | En Desarrollo (inicial) | Un n3mero de ovocitos muestra ves3culas de vitelo en el citoplasma (estado vesicular). Los ovocitos m3s grandes presentan gl3bulos de vitelo entre las ves3culas. Se observan tambi3n, ovocitos previtelog3nicos bas3filos. |
| III | En Desarrollo (tardío) | A medida que el crecimiento avanza, el diámetro de los ovocitos incrementa y su citoplasma se hace acid3filo, debido a la acumulaci3n de gl3bulos de vitelo. Ovocitos previtelog3nicos y en estado vesicular est3n presentes. |
| IV | Hidratado y En desove | En la fase final de la maduraci3n, ovocitos vitelados incrementan r3pidamente su volumen debido a la hidrataci3n. Durante la ovulaci3n es posible observar fol3culos postovulatorios (FPO) junto a ovocitos hidratados y vitelados tardío. |
| V | Desove parcial | Presencia de ovocitos vitelados tardío junto a fol3culos postovulatorios |
| VI | Desovada | Esta fase indica el final del desove e involucra la degeneraci3n y reabsorci3n de los ovocitos maduros residuales. Presencia de ovocitos atr3sicos junto con ovocitos previtelog3nicos. |



Tabla 5.
Calibraci3n del sistema de eointegraci3n ER60. B/H Friosur VIII.

| Lugar | Bahía de Puerto Chacabuco | |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Fecha | 31/07/2008 | |
| Buque | Friosur VIII | |
| Ecosonda | Simrad ER 60 | |
| Transductor | ES38B | |
| Profundidad esfera | 11 m | |
| Profundidad fondo | 40 m | |
| Frecuencia | 38 KHz | |
| Ganancia anterior | 22,05 dB | |
| Ganancia (calibraci3n) | 21,50 dB | |
| TS esfera | -33,6 dB | |
| Sa correcci3n | -0,62 dB | |
| Ancho de banda | 2,43 KHz | |
| Intervalo de muestreo | 0,191 m | |
| Coeficiente de absorci3n | 9,8 dB/km | |
| Velocidad del sonido | 1493,9 m/s | |
| 2-way beam angle | -20,6 dB | |
| | | |
| | <u>Alongship</u> | <u>Athwartships</u> |
| Sensibilidad del ángulo | 21,9 | 21,9 |
| Ancho del haz | 6,35 ° | 6,25 ° |
| Desplazamiento del ángulo | 0,06 ° | 0,1 ° |



Tabla 6
Posici3n y captura lances de identificaci3n merluza de tres aletas, Agosto 2008

| Lance | Fecha | Lat | Long | Prof | Captura en Kg | | | | | | | Total | |
|-------|-----------|--------|--------|------|---------------|-------|---------|---------|----------|----------|---------|-------|--------|
| | | | | | m3A | cola | austral | reineta | cojinoba | c dorado | brotula | | |
| 1 | 8/16/2008 | 4701.6 | 7533.1 | 163 | 15 | 735 | | | | | | | 750 |
| 2 | 8/16/2008 | 4707.6 | 7535.4 | 230 | | 254 | 12 | | | 34 | | | 300 |
| 3 | 8/17/2008 | 4709.0 | 7535.4 | 255 | 5000 | 5000 | | | | | | | 10000 |
| 4 | 8/17/2008 | 4715.0 | 7533.2 | 223 | 271 | | | | 17 | 12 | | | 300 |
| 5 | 8/17/2008 | 4706.0 | 7536.2 | 283 | | | | | 28 | | | | 28 |
| 6 | 8/12/1905 | 4720.1 | 7532.8 | 205 | 900 | 30 | 31.5 | 8 | 68 | | | | 1037.5 |
| 7 | 8/18/2008 | 4725.1 | 7532.5 | 135 | | 12000 | | | | | | | 12000 |
| 8 | 8/18/2008 | 4729.0 | 7536.8 | 233 | 1500 | | | | | | | | 1500 |
| 9 | 8/18/2008 | 4730.3 | 7535.4 | 205 | | | | | 2.4 | | | | 2.4 |
| 10 | 8/18/2008 | 4735.4 | 7538.5 | 240 | 438 | 100 | 26 | 36 | | | | | 600 |
| 11 | 8/18/2008 | 4739.3 | 7540.0 | 245 | 41 | 90 | 157 | | | | 6 | 6 | 300 |
| 12 | 8/19/2008 | 4744.3 | 7540.7 | 258 | 757 | 200 | 43 | | | | | | 1000 |
| 13 | 8/19/2008 | 4753.5 | 7544.8 | 253 | 20 | 93 | 75 | | | 12 | | | 200 |
| 14 | 8/19/2008 | 4656.2 | 7544.9 | 280 | | | | | 112.5 | | | | 112.5 |
| 15 | 8/19/2008 | 4809.6 | 7554.0 | 233 | 450 | 36 | 119 | 13 | | | | | 618 |
| 16 | 8/20/2008 | 4819.4 | 7557.4 | 245 | | 22 | 53 | | | | | | 75 |
| 17 | 8/20/2008 | 4826.2 | 7556.5 | 260 | | | | | 40 | | | | 40 |
| 18 | 8/20/2008 | 4800.6 | 7550.9 | 294 | | | | | 232 | | | | 232 |
| 19 | 8/20/2008 | 4834.5 | 7556.6 | 260 | 224 | 35 | 41 | | | | | | 300 |
| 20 | 8/21/2008 | 4646.3 | 7556.2 | 255 | 7000 | | | | | | | | 7000 |
| 21 | 8/21/2008 | 4902.3 | 7600.8 | 263 | 50 | 295 | 33 | | | 22 | | | 400 |
| 22 | 8/22/2008 | 4915.3 | 7553.3 | 275 | | 186 | 14 | | | | | | 200 |
| 23 | 8/22/2008 | 4934.4 | 7557.6 | 280 | 252 | 100 | 40 | | | | | 8 | 400 |
| 24 | 8/24/2008 | 5007.0 | 7550.0 | 239 | 30 | 1349 | 40 | | | 40 | | 41 | 1500 |
| 25 | 8/25/2008 | 5016.5 | 7552.5 | 270 | 5 | 595 | | | | | | | 600 |
| 26 | 8/25/2008 | 5040.1 | 7607.6 | 290 | | 200 | | | | | | | 200 |
| 27 | 8/26/2008 | 5049.4 | 7610.4 | 283 | 8 | 1967 | | 9 | | | | 16 | 2000 |

| Lance | fecha | Lat | Long | prof | Captura en N3 individuos | | | | | | | Total | |
|-------|-----------|--------|--------|------|--------------------------|-------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|-----------|
| | | | | | m3A | cola | austral | reineta | cojinoba | c dorado | brotula | | |
| 1 | 8/16/2008 | 4701.6 | 7533.1 | 163 | 15 | 4324 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4338.28 |
| 2 | 8/16/2008 | 4707.6 | 7535.4 | 230 | 0 | 1187 | 3 | 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 1234.97 |
| 3 | 8/17/2008 | 4709.0 | 7535.4 | 255 | 4508 | 30120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34628.9 |
| 4 | 8/17/2008 | 4715.0 | 7533.2 | 223 | 279 | 0 | 0 | 15 | 8 | 0 | 0 | 0 | 302.707 |
| 5 | 8/17/2008 | 4706.0 | 7536.2 | 283 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24.911 |
| 6 | 8/12/1905 | 4720.1 | 7532.8 | 205 | 771 | 116 | 7 | 6 | 57 | 0 | 0 | 0 | 957.213 |
| 7 | 8/18/2008 | 4725.1 | 7532.5 | 135 | 0 | 71856 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71856.3 |
| 8 | 8/18/2008 | 4729.0 | 7536.8 | 233 | 1146 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1146.29 |
| 9 | 8/18/2008 | 4730.3 | 7535.4 | 205 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 10 | 8/18/2008 | 4735.4 | 7538.5 | 240 | 507 | 303 | 7 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 847.35 |
| 11 | 8/18/2008 | 4739.3 | 7540.0 | 245 | 38 | 224 | 33 | 0 | 0 | 3 | 4 | 301.896 | |
| 12 | 8/19/2008 | 4744.3 | 7540.7 | 258 | 690 | 656 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1355.46 |
| 13 | 8/19/2008 | 4753.5 | 7544.8 | 253 | 15 | 235 | 23 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 281.294 |
| 14 | 8/19/2008 | 4656.2 | 7544.9 | 280 | 0 | 0 | 0 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88.0282 |
| 15 | 8/19/2008 | 4809.6 | 7554.0 | 233 | 478 | 109 | 25 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 623.228 |
| 16 | 8/20/2008 | 4819.4 | 7557.4 | 245 | 0 | 54 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63.7334 |
| 17 | 8/20/2008 | 4826.2 | 7556.5 | 260 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.8409 |
| 18 | 8/20/2008 | 4800.6 | 7550.9 | 294 | 0 | 0 | 0 | 206 | 0 | 0 | 0 | 0 | 205.856 |
| 19 | 8/20/2008 | 4834.5 | 7556.6 | 260 | 200 | 129 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 338.798 |
| 20 | 8/21/2008 | 4646.3 | 7556.2 | 255 | 5176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5175.6 |
| 21 | 8/21/2008 | 4902.3 | 7600.8 | 263 | 71 | 853 | 9 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 955.548 |
| 22 | 8/22/2008 | 4915.3 | 7553.3 | 275 | 0 | 555 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 560.278 |
| 23 | 8/22/2008 | 4934.4 | 7557.6 | 280 | 618 | 286 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 919.922 |
| 24 | 8/24/2008 | 5007.0 | 7550.0 | 239 | 109 | 4380 | 25 | 0 | 56 | 0 | 40 | 4609.8 | |
| 25 | 8/25/2008 | 5016.5 | 7552.5 | 270 | 9 | 1587 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1595.93 |
| 26 | 8/25/2008 | 5040.1 | 7607.6 | 290 | 0 | 583 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 583.09 |
| 27 | 8/26/2008 | 5049.4 | 7610.4 | 283 | 29 | 7025 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 7064.28 |



Tabla 7

Estimados de Biomasa y abundancia segun m3todos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, a3o 2008

| M3todo | Biomasa (t) | CV | Abundancia (N**1000) | CV |
|----------------|-------------|-------|----------------------|-------|
| Hansen | 93.335 | 0,074 | 106.456 | 0,064 |
| Bootstrap | 93.978 | 0,061 | 107.189 | 0,052 |
| Geoestadístico | 93.463 | 0,060 | 106.602 | 0,051 |

Tabla 8

Área, y S_A promedio y varianza estimados segun m3todos de Hansen, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, a3o 2008

| M3todo | Área (mn ²) | S_A Prom | Var(S_A) | CV |
|----------------|-------------------------|------------|--------------|-------|
| Hansen | 1.816,1 | 261,60 | 4.033,4 | 0,243 |
| Bootstrap | 1.816,1 | 263,40 | 1.292,8 | 0,137 |
| Geoestadístico | 1.818,6 | 261,60 | 1.152,0 | 0,130 |



Tabla 9
Estimados de Abundancia y Biomasa a la talla para merluza de tres aletas, a1o 2008

| Talla (cm) | Peso (g) | Abundancia (N° ind.) | Biomasa (t) |
|--------------|----------|----------------------|---------------|
| 28 | 105,0 | 8.398 | 0,88 |
| 29 | 118,9 | 37.768 | 4,49 |
| 30 | 134,1 | 175.459 | 23,52 |
| 31 | 150,5 | 854.594 | 128,66 |
| 32 | 168,4 | 844.748 | 142,29 |
| 33 | 187,8 | 270.133 | 50,73 |
| 34 | 208,7 | 462.921 | 96,63 |
| 35 | 231,3 | 1.775.063 | 410,52 |
| 36 | 255,5 | 1.685.931 | 430,77 |
| 37 | 281,5 | 895.603 | 252,12 |
| 38 | 309,4 | 1.819.506 | 562,88 |
| 39 | 339,1 | 2.539.455 | 861,22 |
| 40 | 370,9 | 4.374.737 | 1.622,63 |
| 41 | 404,8 | 3.108.125 | 1.258,06 |
| 42 | 440,8 | 3.051.777 | 1.345,17 |
| 43 | 479,0 | 4.326.137 | 2.072,40 |
| 44 | 519,6 | 4.388.376 | 2.280,32 |
| 45 | 562,6 | 5.144.115 | 2.894,20 |
| 46 | 608,1 | 5.334.584 | 3.244,03 |
| 47 | 656,2 | 3.923.080 | 2.574,26 |
| 48 | 706,9 | 3.597.663 | 2.543,25 |
| 49 | 760,4 | 1.901.771 | 1.446,12 |
| 50 | 816,7 | 5.133.258 | 4.192,54 |
| 51 | 876,0 | 3.226.569 | 2.826,49 |
| 52 | 938,3 | 3.985.130 | 3.739,23 |
| 53 | 1003,7 | 5.115.985 | 5.134,91 |
| 54 | 1072,3 | 3.008.295 | 3.225,82 |
| 55 | 1144,2 | 4.394.087 | 5.027,81 |
| 56 | 1219,5 | 6.082.105 | 7.417,30 |
| 57 | 1298,3 | 4.944.853 | 6.420,03 |
| 58 | 1380,7 | 6.144.389 | 8.483,63 |
| 59 | 1466,8 | 4.578.574 | 6.715,77 |
| 60 | 1556,6 | 3.588.637 | 5.586,19 |
| 61 | 1650,4 | 1.992.245 | 3.287,93 |
| 62 | 1748,1 | 1.789.955 | 3.128,99 |
| 63 | 1849,9 | 1.306.803 | 2.417,42 |
| 64 | 1955,9 | 530.551 | 1.037,68 |
| 65 | 2066,1 | 85.477 | 176,61 |
| 66 | 2180,8 | 35.565 | 77,56 |
| 67 | 2299,9 | 140.006 | 322,00 |
| TOTAL | | 106.602.427 | 93.463 |



Tabla 10
Valores estimados de biomasa segun relaci3n de TS utilizada para merluza de tres aletas, a1o 2008

| Relaci3n TS | Biomasa (t) | Lim inf | Lim sup | % |
|----------------------------------------------|-------------|---------|---------|------|
| $20 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 68,5$ | 93.463 | 84.223 | 102.703 | 0 |
| $21,7 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 72,8$ | 128.144 | 115.475 | 140.813 | 37,1 |
| $20 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 69,1$ | 107.310 | 96.701 | 117.919 | 14,8 |

Tabla 11
Par3metros de la relaci3n peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluaci3n agosto del 2008

| Sexo | Par3metros | Zona sur |
|----------------|-----------------------|------------------------------------|
| Machos | a intervalo | 0,000779813 0,0005531 0,0010065 |
| | b intervalo | 3,543768628 3,4710412 3,6164961 |
| | N | 829 |
| | r^2 | 0,946 |
| Hembras | a intervalo | 0,000750145 0,0004757 0,0010246 |
| | b intervalo | 3,552485633 3,4626343 3,6423370 |
| | N | 743 |
| | r^2 | 0,934 |
| Ambos | a intervalo | 0,000798022 0,0006278 0,0009683 |
| | b intervalo | 3,537478217 3,4847513 3,5902051 |
| | N | 1575 |
| | r^2 | 0,949 |



Tabla 12

Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2007

| Período | Nugget | Sill | Rango (mn) | Godness of fit (GOF) | Dominio variograma (mn) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Agosto 2008 | 2,2 | 7,8 | 2,64 | 0,013 | 12 |



Tabla 13
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, cruceo 2008
(Abundancia total= 106.602.427 ejemplares; machos= 64.029.106; hembras= 42.573.322)

| TALLAS (cm) | FREC. | GRUPOS DE EDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|----------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 10 - 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 - 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 - 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 - 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 - 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 - 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 - 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 - 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 - 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 - 29 | 31828 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 - 31 | 967083 | 31828 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 - 33 | 477690 | 414464 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 - 35 | 1873156 | | 552619 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 - 37 | 2302246 | | 477690 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 - 39 | 4108209 | | 1702870 | 170287 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 - 41 | 6929892 | | 719452 | 1582794 | 4108209 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 - 43 | 6245569 | | | 4484048 | 2242024 | 203820 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 - 45 | 7751122 | | | 851669 | 1987227 | 1703337 | 851669 | 283890 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 - 47 | 7270255 | | | | 726668 | 1453335 | 2180003 | 1211113 | 484445 | 1211113 | 242223 | 242223 | | | | | | | | | | | | | |
| 48 - 49 | 3694704 | | | | | 586311 | 1876195 | 1172622 | 586311 | 2697030 | 234524 | 117262 | | | | | | | | | | | | | |
| 50 - 51 | 6591971 | | | | | | 153946 | 538811 | 538811 | 1308541 | 153946 | 384865 | 153946 | 153946 | 307892 | 76973 | | | | | | | | | |
| 52 - 53 | 4935263 | | | | | | | 693892 | 1561256 | 1906202 | 346946 | 867365 | 173473 | 693892 | 346946 | | | | | | | | | | |
| 54 - 55 | 3117720 | | | | | | | 159202 | 477606 | 955212 | 318404 | 796010 | 477606 | | 318404 | | | | | | | | | | |
| 56 - 57 | 5049593 | | | | | | | | 91698 | 91698 | 183395 | 91698 | 183395 | 275093 | 275093 | 458488 | 275093 | 641884 | 366791 | 91698 | | | | | |
| 58 - 59 | 2362419 | | | | | | | | | | | | 157800 | 157800 | 236700 | 394499 | 867899 | 1025699 | 631199 | 1262398 | 236700 | | | | |
| 60 - 61 | 320385 | | | | | | | | | | | | 89148 | 89148 | 89148 | 133722 | 178296 | 356592 | 534887 | 401165 | 312018 | 133722 | 44574 | 78900 | |
| 62 - 63 | | | | | | | | | | | | | | | 22885 | | | 22885 | 45769 | 91538 | 91538 | 22885 | 22885 | | |
| 64 - 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 - 67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 - 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 - 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 - 73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 - 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 - 77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 - 79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 - 81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 - 83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 - 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 - 87 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 64029106 | 446292 | 3452630 | 11197006 | 4955918 | 3946804 | 5061812 | 4059529 | 3740127 | 8739575 | 1479438 | 2499422 | 1235368 | 522041 | 2398734 | 1911119 | 1639692 | 2124031 | 1578646 | 1846800 | 799458 | 156606 | 159156 | 78900 | |
| PORCENTAJE | | 0,70 | 5,39 | 17,49 | 7,74 | 6,16 | 7,91 | 6,34 | 5,84 | 13,65 | 2,31 | 3,90 | 1,93 | 0,82 | 3,75 | 2,98 | 2,56 | 3,32 | 2,47 | 2,88 | 1,25 | 0,24 | 0,25 | 0,12 | |
| TALLA PROM. (cm) | | 30,36 | 34,00 | 39,26 | 41,89 | 43,73 | 45,03 | 46,81 | 49,16 | 47,88 | 49,60 | 50,21 | 52,96 | 55,79 | 52,26 | 53,80 | 55,61 | 55,98 | 56,83 | 57,03 | 56,94 | 58,79 | 56,48 | 56,50 | |
| VARIANZA | | 0,26 | 3,70 | 3,05 | 2,02 | 2,55 | 2,37 | 6,89 | 6,86 | 8,40 | 10,88 | 6,63 | 7,58 | 2,28 | 6,53 | 7,24 | 3,41 | 4,11 | 2,64 | 1,58 | 6,38 | 0,50 | 5,73 | | |
| PESO PROM (g) | | 139,7 | 211,5 | 350,3 | 439,1 | 511,7 | 567,2 | 656,6 | 780,1 | 712,8 | 810,8 | 839,8 | 1.015,1 | 1.209,9 | 966,6 | 1.072,0 | 1.197,9 | 1.228,2 | 1.292,3 | 1.306,9 | 1.308,1 | 1.453,2 | 1.270,1 | 1.261,4 | |

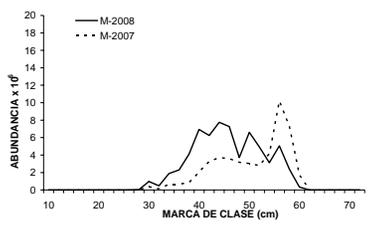
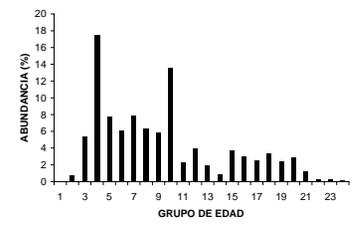




Tabla 14

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2008 (abundancia total= 106.602.427 ejemplares; machos= 64.029.106; hembras= 42.573.322)

| TALLAS (cm) | FREC. | GRUPOS DE EDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|----------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 10 - 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 - 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 - 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 - 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 - 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 - 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 - 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 - 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 - 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 - 29 | 14338 | 14338 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 - 31 | 62969 | 20990 | 41979 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 - 33 | 637191 | 637191 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 - 35 | 364827 | | 283755 | 81073 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 - 37 | 279289 | | 217225 | 62064 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 - 39 | 250753 | | 50151 | 200602 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 - 41 | 552969 | | | 414727 | 138242 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 - 43 | 1132345 | | | 323527 | 808818 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 - 45 | 1781369 | | | | 1113356 | 445342 | 222671 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 - 47 | 1987409 | | | | | 584532 | 1052158 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 - 49 | 1804729 | | | | | 48776 | 341435 | 585318 | 390212 | 438988 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 - 51 | 1767856 | | | | | | 112842 | 150456 | 300912 | 789893 | 263298 | 150456 | | | | | | | | | | | | | |
| 52 - 53 | 4165852 | | | | | | | 833170 | 357073 | 952195 | 1071219 | 1071219 | 357073 | 357073 | | | | | | | | | | | |
| 54 - 55 | 4284662 | | | | | | | | 214233 | 428466 | 749816 | 856932 | 214233 | 749816 | 321350 | 214233 | 107117 | 214233 | 107117 | 214233 | 107117 | 107117 | | | |
| 56 - 57 | 5977365 | | | | | | | | | | 149434 | 597737 | 448302 | 1494341 | 1195473 | 747171 | 896605 | 149434 | 298868 | | | | | | |
| 58 - 59 | 8360544 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 - 61 | 5260497 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 - 63 | 3096758 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 - 65 | 616029 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 - 67 | 175571 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 - 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 - 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 - 73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 - 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 - 77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 - 79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 - 81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 - 83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 - 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 - 87 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 42573322 | 672518 | 593109 | 1081993 | 2060416 | 1078651 | 1729106 | 973822 | 1855433 | 2364352 | 2114742 | 2676344 | 1135727 | 2717349 | 2500004 | 1828466 | 2497954 | 1447657 | 3707916 | 3025971 | 3503893 | 2224760 | 667018 | 116119 | |
| PORCENTAJE | | 1,58 | 1,39 | 2,54 | 4,84 | 2,53 | 4,06 | 2,29 | 4,36 | 5,55 | 4,97 | 6,29 | 2,67 | 6,38 | 5,87 | 4,29 | 5,87 | 3,40 | 8,71 | 7,11 | 8,23 | 5,23 | 1,57 | 0,27 | |
| TALLA PROM. (cm) | | 32,4 | 35,3 | 40,0 | 43,4 | 45,8 | 46,9 | 49,8 | 51,2 | 51,2 | 53,2 | 53,9 | 55,1 | 55,5 | 57,1 | 57,3 | 57,8 | 58,1 | 59,1 | 60,0 | 60,9 | 61,9 | 62,8 | 58,5 | |
| VARIANZA | | 0,44 | 3,33 | 5,35 | 1,53 | 1,29 | 2,19 | 2,87 | 5,02 | 8,55 | 2,50 | 3,06 | 4,15 | 2,39 | 2,02 | 2,12 | 1,96 | 3,35 | 2,89 | 3,78 | 3,64 | 2,19 | 1,16 | | |
| PESO PROM (g) | | 174 | 239 | 376 | 496 | 596 | 651 | 806 | 893 | 896 | 1022 | 1070 | 1154 | 1184 | 1306 | 1323 | 1365 | 1392 | 1477 | 1563 | 1646 | 1741 | 1832 | 1422 | |

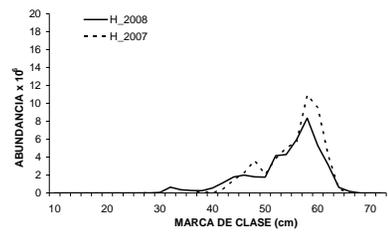
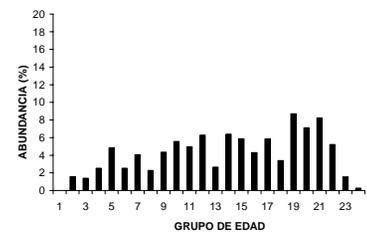




Tabla 15

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 2008.

| GE | MACHOS | | | HEMBRAS | | |
|-------|------------|-------------------|--------|------------|-----------------|--------|
| | Nº | VAR | CV | Nº | VAR | CV |
| I | | | | | | |
| II | 446.292 | 38.173.625.057 | 0,4378 | 672.518 | 440.601.397 | 0,0312 |
| III | 3.452.630 | 143.089.770.687 | 0,1096 | 593.109 | 7.516.896.601 | 0,1462 |
| IV | 11.197.006 | 656.015.557.580 | 0,0723 | 1.081.993 | 69.799.834.886 | 0,2442 |
| V | 4.955.918 | 886.121.168.056 | 0,1899 | 2.060.416 | 168.972.670.730 | 0,1995 |
| VI | 3.946.804 | 769.464.842.113 | 0,2223 | 1.078.651 | 138.629.548.201 | 0,3452 |
| VII | 5.061.812 | 788.034.245.186 | 0,1754 | 1.729.106 | 129.023.270.686 | 0,2077 |
| VIII | 4.059.529 | 625.452.573.831 | 0,1948 | 973.822 | 52.616.799.510 | 0,2355 |
| IX | 3.740.127 | 505.633.659.001 | 0,1901 | 1.855.433 | 142.622.622.646 | 0,2035 |
| X | 8.739.575 | 1.054.342.212.654 | 0,1175 | 2.364.352 | 154.922.742.192 | 0,1665 |
| XI | 1.479.438 | 221.186.648.529 | 0,3179 | 2.114.742 | 188.904.672.950 | 0,2055 |
| XII | 2.499.422 | 351.961.300.815 | 0,2374 | 2.676.344 | 260.558.925.100 | 0,1907 |
| XIII | 1.235.368 | 145.114.607.896 | 0,3084 | 1.135.727 | 139.399.663.861 | 0,3287 |
| XIV | 522.041 | 39.846.613.498 | 0,3824 | 2.717.349 | 293.218.950.431 | 0,1993 |
| XV | 2.398.734 | 288.304.510.187 | 0,2238 | 2.500.004 | 279.411.510.967 | 0,2114 |
| XVI | 1.911.119 | 207.801.776.170 | 0,2385 | 1.828.466 | 211.910.574.464 | 0,2518 |
| XVII | 1.639.692 | 137.794.207.571 | 0,2264 | 2.497.954 | 267.105.926.466 | 0,2069 |
| XVIII | 2.124.031 | 133.874.194.941 | 0,1723 | 1.447.657 | 145.191.530.920 | 0,2632 |
| XIX | 1.578.646 | 94.609.841.553 | 0,1948 | 3.707.916 | 297.157.631.590 | 0,1470 |
| XX | 1.846.800 | 101.038.818.235 | 0,1721 | 3.025.971 | 208.036.069.316 | 0,1507 |
| XXI | 799.458 | 57.342.566.763 | 0,2995 | 3.503.893 | 175.827.655.840 | 0,1197 |
| XXII | 156.606 | 6.254.972.791 | 0,5050 | 2.224.760 | 97.519.237.397 | 0,1404 |
| XXIII | 159.156 | 10.919.006.293 | 0,6566 | 667.018 | 32.244.691.246 | 0,2692 |
| XIV | 78.900 | 6.225.194.057 | 1,0000 | 116.119 | 13.483.544.474 | 1,0000 |
| TOTAL | 64.029.106 | | | 42.573.322 | | |



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 2008.

| Muestreo | Sexo | Estadios macroscópicos | | | | | Estadios microscópicos | | | | | |
|-------------------|---------|------------------------|-----|------|------|-----|------------------------|-----|------|-----|-----|-----|
| | | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V | VI |
| Previo al crucero | Machos | 0,0 | 0,1 | 12,2 | 87,7 | 0,0 | - | - | - | - | - | - |
| | Hembras | 0,0 | 2,4 | 54,9 | 42,7 | 0,0 | 1,1 | 1,3 | 92,8 | 4,8 | 0,0 | 0,0 |
| Crucero | Machos | 0,0 | 0,7 | 8,9 | 90,4 | 0,0 | - | - | - | - | - | - |
| | Hembras | 0,0 | 0,4 | 75,7 | 21,8 | 2,1 | 0,3 | 0,0 | 89,4 | 8,9 | 1,4 | 0,0 |
| PDA | Hembras | 0,0 | 0,0 | 66,8 | 31,9 | 1,3 | - | - | - | - | - | - |



Tabla 17

Proporci3n de hembras maduras por tama1o, en muestreos a partir del crucero de 2008 y de los registros compilados de los cruceros de 2001 al 2008, para el ajuste de la ojiva de madurez.

| Tama1o (cm) | Crucero 2008 | | Cruceros 2001 al 2008 | |
|----------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | Proporci3n maduras | Total | Proporci3n maduras | Total |
| 22 | | | 0,00 | 2 |
| 23 | | | 0,00 | 2 |
| 24 | | | 0,00 | 1 |
| 25 | | | 0,00 | 1 |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | 0,00 | 2 |
| 29 | 0,00 | 2 | 0,00 | 12 |
| 30 | 0,00 | 1 | 0,00 | 10 |
| 31 | 0,00 | 4 | 0,04 | 6 |
| 32 | 0,00 | 2 | 0,00 | 16 |
| 33 | | | 0,00 | 11 |
| 34 | 0,33 | 3 | 0,46 | 13 |
| 35 | 0,29 | 7 | 0,29 | 21 |
| 36 | 0,33 | 3 | 0,62 | 13 |
| 37 | 0,60 | 5 | 0,62 | 21 |
| 38 | 1,0 | 1 | 0,74 | 23 |
| 39 | 0,67 | 6 | 0,77 | 31 |
| 40 | 0,00 | 1 | 0,76 | 34 |
| 41 | 1,0 | 4 | 0,91 | 45 |
| 42 | 1,0 | 5 | 0,85 | 48 |
| 43 | 1,0 | 4 | 0,91 | 46 |
| 44 | 1,0 | 9 | 0,95 | 66 |
| 45 | 1,0 | 5 | 0,98 | 86 |
| 46 | 1,0 | 9 | 0,97 | 93 |
| 47 | 1,0 | 14 | 0,99 | 11 |
| 48 | 1,0 | 20 | 0,98 | 133 |
| 49 | 1,0 | 32 | 1,0 | 175 |
| 50 | 1,0 | 28 | 0,99 | 179 |
| 51 | 1,0 | 42 | 1,0 | 206 |
| 52 | 1,0 | 25 | 0,98 | 183 |
| 53 | 1,0 | 26 | 1,0 | 175 |
| 54 | 1,0 | 27 | 1,0 | 182 |
| 55 | 1,0 | 30 | 1,0 | 235 |
| 56 | 1,0 | 34 | 1,0 | 240 |
| 57 | 1,0 | 25 | 1,0 | 277 |
| 58 | 1,0 | 41 | 1,0 | 267 |
| 59 | 1,0 | 62 | 1,0 | 278 |
| 60 | 1,0 | 72 | 1,0 | 251 |
| 61 | 1,0 | 67 | 1,0 | 156 |
| 62 | 1,0 | 48 | 1,0 | 97 |
| 63 | 1,0 | 33 | 1,0 | 50 |
| 64 | 1,0 | 13 | 1,0 | 24 |
| 65 | 1,0 | 3 | 1,0 | 4 |



Tabla 18

Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con el peso corporal de las hembras de los lances de identificaci3n de crucero de 2008.

| | Peso corporal | | |
|----------------|----------------------|-------------|-------------|
| | Lineal | Potencial | Exponencial |
| a | -164100 | 50,70 | 144264 |
| Sa | 28902 | 25,11 | 12746 |
| b | 615,5 | 1,314 | 0,001089 |
| Sb | 24,24 | 0,0693 | 0,00006171 |
| R ² | 0,8420 | 0,8347 | 0,7816 |
| MSE | 10619834711 | 11107438017 | 14669421488 |

Sa y Sb: Error estandar del parámetro

Tabla 19

Resultados del ajuste del modelo al relacionar la fecundidad con la longitud total de las hembras de los lances de identificaci3n de crucero de 2008.

| | Longitud total | | |
|----------------|-----------------------|------------|-------------|
| | Lineal | Potencial | Exponencial |
| a | -1760000 | 0,0006834 | 3503 |
| Sa | 91106 | 0,0006924 | 931,9 |
| b | 40617 | 5,053 | 0,08710 |
| Sb | 1607 | 0,2528 | 0,004401 |
| R ² | 0,8408 | 0,8542 | 0,8455 |
| MSE | 10694214876 | 9793388430 | 10380165289 |

Sa y Sb: Error estandar del parámetro



Tabla 20

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a de agregaciones de merluza de tres aletas

| Variable | Promedio | Max. | Min. | Desv.est | CV | Nº obs |
|---------------------------------------------------|----------|--------|------|----------|------|--------|
| Largo (m) | 536 | 1.924 | 36 | 419 | 0,78 | 66 |
| Alto (m) | 24 | 46 | 8 | 9 | 0,38 | 66 |
| Elongaci3n | 23 | 79 | 1 | 18 | 0,76 | 66 |
| Per3metro (m) | 3.057 | 23.007 | 190 | 3.870 | 1,27 | 66 |
| Area (m ²) | 13.994 | 44.450 | 773 | 12.989 | 0,93 | 66 |
| Dim. Fractal | 1,34 | 1,73 | 1,05 | 0,17 | 0,13 | 66 |
| Prof. Card (m) | 256 | 337 | 144 | 51 | 0,20 | 66 |
| Prof. Fondo (m) | 398 | 850 | 167 | 171 | 0,43 | 66 |
| Indice altura (%) | 28 | 72 | 2 | 22 | 0,77 | 66 |
| S _A (m ² /mn ²) | 2.178 | 14.516 | 105 | 2.429 | 1,12 | 66 |
| Densidad (S _A /m ²) | 0,4 | 3,6 | 0,03 | 0,5 | 1,51 | 66 |
| Pendiente Fondo(º) | 10 | 70 | 0,5 | 11 | 1,09 | 66 |

Tabla 21

Valores promedio, y desviaci3n est3ndar de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2008.

| Variable | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | |
|---------------------------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|-------|------|-------|------|--------|------|
| | 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 |
| Alto (m) | 31 | 0,41 | 23 | 0,45 | 21 | 0,53 | 14 | 0,58 | 16 | 0,52 | 24 | 0,38 |
| Elongaci3n | 56 | 1,01 | 80 | 0,85 | 53 | 0,93 | 42 | 1,35 | 57 | 1,15 | 23 | 0,76 |
| Per3metro (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 |
| 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 |
| 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 |
| Prof. Card (m) | 253 | 0,34 | 208 | 0,20 | 181 | 0,21 | 159 | 0,19 | 202 | 0,36 | 256 | 0,20 |
| Prof. Fondo (m) | 414 | 0,51 | 448 | 0,55 | 261 | 0,48 | 238 | 0,60 | 275 | 0,58 | 398 | 0,43 |
| Indice altura (%) | 30 | 0,71 | 44 | 0,46 | 22 | 0,96 | 22 | 0,99 | 17 | 1,09 | 28 | 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 |
| 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 |
| Nº obs | 107 | | 46 | | 136 | | 181 | | 70 | | 66 | |



Tabla 22

Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, seg3n latitud.

| Variable | Latitud | N | Prom | D.S. | C.V. |
|------------------|---------|----|--------|--------|------|
| Largo | 47 | 34 | 351 | 333 | 0,95 |
| | 48 | 17 | 699 | 466 | 0,67 |
| | 49 | 10 | 682 | 403 | 0,59 |
| | 50 | 5 | 943 | 201 | 0,21 |
| Alto | 47 | 34 | 24 | 10 | 0,41 |
| | 48 | 17 | 21 | 8 | 0,38 |
| | 49 | 10 | 27 | 7 | 0,26 |
| | 50 | 5 | 30 | 10 | 0,35 |
| Elongaci3n | 47 | 34 | 15 | 12 | 0,82 |
| | 48 | 17 | 34 | 22 | 0,63 |
| | 49 | 10 | 26 | 15 | 0,58 |
| | 50 | 5 | 34 | 11 | 0,31 |
| Per3metro | 47 | 34 | 2.472 | 3.460 | 1,40 |
| | 48 | 17 | 5.261 | 5.232 | 0,99 |
| | 49 | 10 | 1.422 | 830 | 0,58 |
| | 50 | 5 | 2.807 | 1.791 | 0,64 |
| Area | 47 | 34 | 9.713 | 11.703 | 1,20 |
| | 48 | 17 | 15.765 | 12.470 | 0,79 |
| | 49 | 10 | 18.612 | 13.219 | 0,71 |
| | 50 | 5 | 27.851 | 11.575 | 0,42 |
| Dim. Fractal | 47 | 34 | 1,34 | 0,18 | 0,13 |
| | 48 | 17 | 1,47 | 0,10 | 0,07 |
| | 49 | 10 | 1,18 | 0,07 | 0,06 |
| | 50 | 5 | 1,27 | 0,15 | 0,12 |
| Prof. Agregaci3n | 47 | 34 | 234 | 56 | 0,24 |
| | 48 | 17 | 267 | 31 | 0,12 |
| | 49 | 10 | 306 | 22 | 0,07 |
| | 50 | 5 | 270 | 38 | 0,14 |
| Fondo | 47 | 34 | 405 | 180 | 0,45 |
| | 48 | 17 | 355 | 129 | 0,36 |
| | 49 | 10 | 499 | 202 | 0,40 |
| | 50 | 5 | 295 | 51 | 0,17 |
| Ind. Altura | 47 | 34 | 36 | 19 | 0,54 |
| | 48 | 17 | 18 | 20 | 1,10 |
| | 49 | 10 | 29 | 26 | 0,87 |
| | 50 | 5 | 8 | 3 | 0,42 |
| S _A | 47 | 34 | 2.659 | 3.163 | 1,19 |
| | 48 | 17 | 1.769 | 1.220 | 0,69 |
| | 49 | 10 | 1.576 | 1.197 | 0,76 |
| | 50 | 5 | 1.509 | 257 | 0,17 |
| Densidad | 47 | 34 | 0,6 | 0,7 | 1,22 |
| | 48 | 17 | 0,2 | 0,2 | 0,94 |
| | 49 | 10 | 0,1 | 0,1 | 0,64 |
| | 50 | 5 | 0,1 | 0,0 | 0,59 |
| Pendiente | 47 | 34 | 13 | 13 | 0,99 |
| | 48 | 17 | 9 | 10 | 1,10 |
| | 49 | 10 | 6 | 4 | 0,69 |
| | 50 | 5 | 3 | 2 | 0,88 |



Tabla 23

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por latitud.

| Variable | | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F | Sigma |
|------------------|--------------|-------------------|------|------------------|------|--------------|
| Largo | Inter-grupos | 15,80 | 3 | 5,27 | 6,83 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 47,81 | 62 | 0,77 | | |
| | Total | 63,60 | 65 | | | |
| Alto | Inter-grupos | 0,87 | 3 | 0,29 | 1,97 | 0,128 |
| | Intra-grupos | 9,16 | 62 | 0,15 | | |
| | Total | 10,04 | 65 | | | |
| Elongaci3n | Inter-grupos | 11,65 | 3 | 3,88 | 6,95 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 34,63 | 62 | 0,56 | | |
| | Total | 46,27 | 65 | | | |
| Perímetro | Inter-grupos | 14,91 | 3 | 4,97 | 4,54 | 0,006 |
| | Intra-grupos | 67,96 | 62 | 1,10 | | |
| | Total | 82,87 | 65 | | | |
| Área | Inter-grupos | 19,16 | 3 | 6,39 | 5,29 | 0,003 |
| | Intra-grupos | 74,86 | 62 | 1,21 | | |
| | Total | 94,02 | 65 | | | |
| Dim. Fractal | Inter-grupos | 0,10 | 3 | 0,03 | 8,64 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 0,24 | 62 | 0,00 | | |
| | Total | 0,34 | 65 | | | |
| Prof. Agregaci3n | Inter-grupos | 0,78 | 3 | 0,26 | 6,54 | 0,001 |
| | Intra-grupos | 2,46 | 62 | 0,04 | | |
| | Total | 3,24 | 65 | | | |
| Fondo | Inter-grupos | 0,95 | 3 | 0,32 | 2,20 | 0,096 |
| | Intra-grupos | 8,89 | 62 | 0,14 | | |
| | Total | 9,84 | 65 | | | |
| Ind. Altura | Inter-grupos | 14,53 | 3 | 4,84 | 8,01 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 37,48 | 62 | 0,60 | | |
| | Total | 52,01 | 65 | | | |
| S _A | Inter-grupos | 0,59 | 3 | 0,20 | 0,21 | 0,891 |
| | Intra-grupos | 59,01 | 62 | 0,95 | | |
| | Total | 59,60 | 65 | | | |
| Densidad | Inter-grupos | 1,15 | 3 | 0,38 | 6,50 | 0,001 |
| | Intra-grupos | 3,64 | 62 | 0,06 | | |
| | Total | 4,79 | 65 | | | |
| Pendiente | Inter-grupos | 8,22 | 3 | 2,74 | 6,36 | 0,001 |
| | Intra-grupos | 26,71 | 62 | 0,43 | | |
| | Total | 34,93 | 65 | | | |



Tabla 24
Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas seg3n rango de fondo

| Variable | Rango fondo | N | Prom | D.S. | C.V. |
|------------------|-------------|----|--------|--------|------|
| Largo | 100 | 5 | 442 | 355 | 0,80 |
| | 200 | 15 | 703 | 414 | 0,59 |
| | 300 | 24 | 549 | 346 | 0,63 |
| | 400 | 9 | 469 | 646 | 1,38 |
| | 500 | 13 | 399 | 375 | 0,94 |
| Alto | 100 | 5 | 16 | 6 | 0,36 |
| | 200 | 15 | 24 | 10 | 0,41 |
| | 300 | 24 | 26 | 8 | 0,29 |
| | 400 | 9 | 20 | 8 | 0,41 |
| | 500 | 13 | 25 | 11 | 0,42 |
| Elongaci3n | 100 | 5 | 25 | 13 | 0,51 |
| | 200 | 15 | 31 | 18 | 0,56 |
| | 300 | 24 | 21 | 13 | 0,61 |
| | 400 | 9 | 23 | 30 | 1,30 |
| | 500 | 13 | 17 | 14 | 0,83 |
| Per3metro | 100 | 5 | 2.690 | 2.782 | 1,03 |
| | 200 | 15 | 2.985 | 2.325 | 0,78 |
| | 300 | 24 | 2.463 | 2.041 | 0,83 |
| | 400 | 9 | 4.927 | 7.708 | 1,56 |
| | 500 | 13 | 3.084 | 4.610 | 1,50 |
| 3rea | 100 | 5 | 8.304 | 8.600 | 1,04 |
| | 200 | 15 | 18.310 | 12.945 | 0,71 |
| | 300 | 24 | 15.175 | 11.722 | 0,77 |
| | 400 | 9 | 10.466 | 15.591 | 1,49 |
| | 500 | 13 | 11.467 | 14.577 | 1,27 |
| Dim. Fractal | 100 | 5 | 1,40 | 0,13 | 0,09 |
| | 200 | 15 | 1,33 | 0,17 | 0,13 |
| | 300 | 24 | 1,31 | 0,16 | 0,12 |
| | 400 | 9 | 1,41 | 0,19 | 0,13 |
| | 500 | 13 | 1,35 | 0,20 | 0,15 |
| Prof. Agregaci3n | 100 | 5 | 163 | 16 | 0,10 |
| | 200 | 15 | 236 | 40 | 0,17 |
| | 300 | 24 | 275 | 50 | 0,18 |
| | 400 | 9 | 268 | 52 | 0,19 |
| | 500 | 13 | 274 | 21 | 0,08 |
| Ind. Altura | 100 | 5 | 13 | 8 | 0,64 |
| | 200 | 15 | 14 | 14 | 1,06 |
| | 300 | 24 | 19 | 15 | 0,77 |
| | 400 | 9 | 40 | 11 | 0,29 |
| | 500 | 13 | 60 | 7 | 0,13 |
| S _A | 100 | 5 | 1.872 | 1.842 | 0,98 |
| | 200 | 15 | 2.568 | 3.612 | 1,41 |
| | 300 | 24 | 2.356 | 1.930 | 0,82 |
| | 400 | 9 | 1.828 | 3.046 | 1,67 |
| | 500 | 13 | 1.762 | 1.312 | 0,74 |
| Densidad | 100 | 5 | 0,39 | 0,29 | 0,74 |
| | 200 | 15 | 0,17 | 0,15 | 0,90 |
| | 300 | 24 | 0,32 | 0,44 | 1,37 |
| | 400 | 9 | 0,63 | 1,13 | 1,78 |
| | 500 | 13 | 0,41 | 0,37 | 0,92 |
| Pendiente | 100 | 5 | 5,7 | 2,6 | 0,46 |
| | 200 | 15 | 4,5 | 3,1 | 0,68 |
| | 300 | 24 | 10,4 | 14,0 | 1,36 |
| | 400 | 9 | 17,1 | 10,2 | 0,59 |
| | 500 | 13 | 13,3 | 10,7 | 0,80 |



Tabla 25
Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.

| Variable | | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F | Sigma |
|------------------|--------------|-------------------|------|------------------|-------|--------------|
| Largo | Inter-grupos | 8,28 | 4 | 2,07 | 2,28 | 0,071 |
| | Intra-grupos | 55,32 | 61 | 0,91 | | |
| | Total | 63,60 | 65 | | | |
| Alto | Inter-grupos | 1,42 | 4 | 0,35 | 2,51 | 0,051 |
| | Intra-grupos | 8,62 | 61 | 0,14 | | |
| | Total | 10,04 | 65 | | | |
| Elongaci3n | Inter-grupos | 5,62 | 4 | 1,40 | 2,11 | 0,091 |
| | Intra-grupos | 40,66 | 61 | 0,67 | | |
| | Total | 46,27 | 65 | | | |
| Perímetro | Inter-grupos | 1,74 | 4 | 0,43 | 0,33 | 0,859 |
| | Intra-grupos | 81,13 | 61 | 1,33 | | |
| | Total | 82,87 | 65 | | | |
| Área | Inter-grupos | 13,49 | 4 | 3,37 | 2,56 | 0,048 |
| | Intra-grupos | 80,53 | 61 | 1,32 | | |
| | Total | 94,02 | 65 | | | |
| Dim. Fractal | Inter-grupos | 0,01 | 4 | 0,00 | 0,63 | 0,643 |
| | Intra-grupos | 0,33 | 61 | 0,01 | | |
| | Total | 0,34 | 65 | | | |
| Prof. Agregaci3n | Inter-grupos | 1,27 | 4 | 0,32 | 9,89 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 1,96 | 61 | 0,03 | | |
| | Total | 3,24 | 65 | | | |
| Ind. Altura | Inter-grupos | 29,26 | 4 | 7,31 | 19,61 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 22,75 | 61 | 0,37 | | |
| | Total | 52,01 | 65 | | | |
| S _A | Inter-grupos | 5,32 | 4 | 1,33 | 1,49 | 0,215 |
| | Intra-grupos | 54,28 | 61 | 0,89 | | |
| | Total | 59,60 | 65 | | | |
| Densidad | Inter-grupos | 0,34 | 4 | 0,08 | 1,16 | 0,337 |
| | Intra-grupos | 4,45 | 61 | 0,07 | | |
| | Total | 4,79 | 65 | | | |
| Pendiente | Inter-grupos | 10,36 | 4 | 2,59 | 6,43 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 24,57 | 61 | 0,40 | | |
| | Total | 34,93 | 65 | | | |



Tabla 26
Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas seg3n pendiente del fondo

| Variable | Pendiente | N | Prom | D.S. | C.V. |
|------------------|-----------|----|--------|--------|------|
| Largo | 5 | 20 | 570 | 369 | 0,65 |
| | 10 | 28 | 643 | 371 | 0,58 |
| | 25 | 13 | 422 | 550 | 1,30 |
| | 50 | 5 | 93 | 42 | 0,45 |
| Alto | 5 | 20 | 24 | 7 | 0,32 |
| | 10 | 28 | 25 | 10 | 0,41 |
| | 25 | 13 | 24 | 10 | 0,41 |
| | 50 | 5 | 19 | 8 | 0,40 |
| Elongaci3n | 5 | 20 | 26 | 16 | 0,62 |
| | 10 | 28 | 27 | 16 | 0,59 |
| | 25 | 13 | 16 | 21 | 1,27 |
| | 50 | 5 | 6 | 3 | 0,57 |
| Per3metro | 5 | 20 | 2.384 | 2.117 | 0,89 |
| | 10 | 28 | 3.499 | 3.018 | 0,86 |
| | 25 | 13 | 3.977 | 7.022 | 1,77 |
| | 50 | 5 | 878 | 575 | 0,65 |
| 3rea | 5 | 20 | 13.621 | 10.409 | 0,76 |
| | 10 | 28 | 17.439 | 13.451 | 0,77 |
| | 25 | 13 | 11.808 | 15.508 | 1,31 |
| | 50 | 5 | 1.880 | 1.145 | 0,61 |
| Dim. Fractal | 5 | 20 | 1,32 | 0,17 | 0,13 |
| | 10 | 28 | 1,34 | 0,19 | 0,14 |
| | 25 | 13 | 1,36 | 0,17 | 0,13 |
| | 50 | 5 | 1,41 | 0,07 | 0,05 |
| Prof. Agregaci3n | 5 | 20 | 265 | 49 | 0,18 |
| | 10 | 28 | 250 | 55 | 0,22 |
| | 25 | 13 | 262 | 46 | 0,17 |
| | 50 | 5 | 240 | 61 | 0,25 |
| Fondo | 5 | 20 | 337 | 160 | 0,47 |
| | 10 | 28 | 391 | 178 | 0,45 |
| | 25 | 13 | 453 | 113 | 0,25 |
| | 50 | 5 | 537 | 225 | 0,42 |
| Ind. Altura | 5 | 20 | 14 | 18 | 1,33 |
| | 10 | 28 | 29 | 21 | 0,72 |
| | 25 | 13 | 40 | 15 | 0,37 |
| | 50 | 5 | 51 | 17 | 0,34 |
| S _A | 5 | 20 | 1.735 | 1.350 | 0,78 |
| | 10 | 28 | 2.620 | 3.086 | 1,18 |
| | 25 | 13 | 2.280 | 2.462 | 1,08 |
| | 50 | 5 | 1.213 | 1.119 | 0,92 |
| Densidad | 5 | 20 | 0,2 | 0,2 | 1,16 |
| | 10 | 28 | 0,3 | 0,3 | 1,00 |
| | 25 | 13 | 0,6 | 0,9 | 1,49 |
| | 50 | 5 | 0,8 | 0,8 | 1,06 |



Tabla 27
Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores seg3n pendiente del fondo.

| Variable | | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F | Sigma |
|------------------|--------------|-------------------|------|------------------|-------|--------------|
| Largo | Inter-grupos | 16,76 | 3 | 5,59 | 7,39 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 46,85 | 62 | 0,76 | | |
| | Total | 63,60 | 65 | | | |
| Alto | Inter-grupos | 0,19 | 3 | 0,06 | 0,41 | 0,748 |
| | Intra-grupos | 9,84 | 62 | 0,16 | | |
| | Total | 10,04 | 65 | | | |
| Elongaci3n | Inter-grupos | 11,16 | 3 | 3,72 | 6,57 | 0,001 |
| | Intra-grupos | 35,11 | 62 | 0,57 | | |
| | Total | 46,27 | 65 | | | |
| Perímetro | Inter-grupos | 5,14 | 3 | 1,71 | 1,37 | 0,261 |
| | Intra-grupos | 77,73 | 62 | 1,25 | | |
| | Total | 82,87 | 65 | | | |
| Área | Inter-grupos | 19,12 | 3 | 6,37 | 5,28 | 0,003 |
| | Intra-grupos | 74,90 | 62 | 1,21 | | |
| | Total | 94,02 | 65 | | | |
| Dim. Fractal | Inter-grupos | 0,01 | 3 | 0,00 | 0,51 | 0,679 |
| | Intra-grupos | 0,34 | 62 | 0,01 | | |
| | Total | 0,34 | 65 | | | |
| Prof. Agregaci3n | Inter-grupos | 0,09 | 3 | 0,03 | 0,58 | 0,630 |
| | Intra-grupos | 3,15 | 62 | 0,05 | | |
| | Total | 3,24 | 65 | | | |
| Fondo | Inter-grupos | 1,44 | 3 | 0,48 | 3,54 | 0,020 |
| | Intra-grupos | 8,40 | 62 | 0,14 | | |
| | Total | 9,84 | 65 | | | |
| Ind. Altura | Inter-grupos | 19,34 | 3 | 6,45 | 12,23 | 0,000 |
| | Intra-grupos | 32,67 | 62 | 0,53 | | |
| | Total | 52,01 | 65 | | | |
| S _A | Inter-grupos | 2,71 | 3 | 0,90 | 0,98 | 0,406 |
| | Intra-grupos | 56,89 | 62 | 0,92 | | |
| | Total | 59,60 | 65 | | | |
| Densidad | Inter-grupos | 0,75 | 3 | 0,25 | 3,81 | 0,014 |
| | Intra-grupos | 4,04 | 62 | 0,07 | | |
| | Total | 4,79 | 65 | | | |



Tabla 28
Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).

| | Largo | Alto | Elon. | Perím. | Área | Dim. Frac. | Prof. Agreg. | Fondo | Ind. Alt. | S _A | Dens. | Pend. |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|--------------|--------|-----------|----------------|-------|-------|
| Largo | 1 | | | | | | | | | | | |
| Alto | 0,348 | 1 | | | | | | | | | | |
| Elongación | 0,844 | -0,104 | 1 | | | | | | | | | |
| Perímetro | 0,648 | 0,116 | 0,642 | 1 | | | | | | | | |
| Área | 0,920 | 0,613 | 0,594 | 0,516 | 1 | | | | | | | |
| Dim. Fractal | 0,173 | -0,408 | 0,424 | 0,629 | -0,019 | 1 | | | | | | |
| Prof. Agreg. | 0,146 | 0,192 | 0,079 | 0,080 | 0,135 | 0,023 | 1 | | | | | |
| Fondo | -0,163 | 0,137 | -0,218 | 0,052 | -0,094 | 0,006 | 0,346 | 1 | | | | |
| Ind. Altura | -0,261 | 0,027 | -0,309 | 0,023 | -0,172 | -0,035 | -0,158 | 0,820 | 1 | | | |
| S _A | 0,215 | 0,314 | 0,071 | 0,064 | 0,293 | -0,088 | -0,083 | -0,050 | 0,027 | 1 | | |
| Densidad | -0,449 | -0,092 | -0,421 | -0,279 | -0,402 | -0,080 | -0,088 | 0,166 | 0,257 | 0,401 | 1 | |
| Pendiente | -0,324 | -0,136 | -0,347 | -0,098 | -0,263 | 0,076 | -0,117 | 0,253 | 0,440 | -0,004 | 0,468 | 1 |

Tabla 29
Valores 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 | 3,79 | 1,73 | 1,29 | 1,05 | 0,90 | 0,54 | 0,37 | 0,25 | 0,08 | 0,01 |
| % variabilidad | 37,87 | 17,25 | 12,90 | 10,54 | 8,95 | 5,41 | 3,67 | 2,51 | 0,80 | 0,09 |
| % acumulado | 37,87 | 55,13 | 68,03 | 78,57 | 87,52 | 92,94 | 96,61 | 99,11 | 99,91 | 100,00 |

Tabla 30
Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales

| Variable | Com.1 | Com.2 | Com.3 | Com.4 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| Largo | 0,91 | -0,25 | 0,24 | 0,10 |
| Alto | 0,15 | 0,02 | 0,85 | 0,32 |
| Elongación | 0,87 | -0,32 | -0,18 | -0,06 |
| Perímetro | 0,85 | 0,15 | 0,00 | -0,08 |
| Área | 0,78 | -0,16 | 0,48 | 0,21 |
| Prof. Agreg | -0,02 | -0,11 | 0,62 | -0,29 |
| Índice altura | -0,05 | 0,86 | 0,03 | 0,00 |
| S _A | 0,14 | -0,03 | 0,09 | 0,92 |
| Densidad | -0,44 | 0,38 | -0,18 | 0,60 |
| Pendiente | -0,17 | 0,79 | -0,14 | 0,09 |



Tabla 31
N3mero y porcentaje de muestras biol3gicas y est3magos de merluza de tres aletas analizados. (agosto 2008).

| Total de est3magos | N3mero de est3magos muestreados | Porcentaje |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| EST3MAGOS CON CONTENIDO | 187 | 14,0 |
| EST3MAGOS VACI3S | 1146 | 86,0 |
| TOTAL EST3MAGOS | 1333 | 100,0 |
| Estados est3magos | N3mero de est3magos | Porcentaje |
| EST3MAGOS DISTENDIDOS | 56 | 29,9 |
| EST3MAGOS LLENOS | 31 | 16,6 |
| EST3MAGOS SEMILLENOS | 97 | 51,9 |
| EST3MAGOS ROTOS | 2 | 1,1 |
| CONTENIDO Y EST3MAGO DESCOMPUESTOS | 1 | 0,5 |
| TOTAL | 187 | 100,0 |
| Estados contenido | N3mero de est3magos | Porcentaje |
| CONTENIDO DIGERIDO | 127 | 67,9 |
| CONTENIDO SEMIDIGERIDO | 60 | 32,1 |
| CONTENIDO ENTERO | 0 | 0,0 |
| CONTENIDO FRESCO | 0 | 0,0 |
| TOTAL | 187 | 100,0 |
| N3mero y Porcentaje de est3magos con escamas (de un total de 187 est3magos con contenido) | 26 | 13,9 |



Tabla 32
Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas (2005, 2007 y 2008).

| NUMÉRICO (%) | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| ítem presa | 2005 G. Penas-Ladrillero | 2007 | 2008 |
| <i>Euphausia vallentini</i> (Euphausiidae) | 43,85 | 16,05 | -- |
| <i>Thysanoessa gregaria</i> (Euphausiidae) | 1,74 | -- | -- |
| <i>Macrura sp.</i> (<i>Mysis larva</i>) | -- | 6,60 | -- |
| <i>Nematoscelis megalops</i> (Euphausiidae) | 7,29 | -- | -- |
| Crustacea (Amphipoda) | -- | 0,37 | -- |
| Crustacea (Caridea) | 2,07 | -- | -- |
| Crustacea (Copepoda) | -- | 0,19 | -- |
| Crustacea (Euphausiidae) | -- | 1,55 | -- |
| Huevos crustáceos | -- | 50,49 | -- |
| Larvas crustáceos | -- | 0,19 | -- |
| Salpas (Salpidae) | 3,48 | 23,89 | -- |
| Sifonóforos(Siphonophora) | -- | 0,06 | -- |
| Restos de crustáceos | 5,22 | 0,06 | 62,63 |
| Restos de cefalópodos | -- | 0,19 | 0,65 |
| Restos de eufáusidos | 14,80 | -- | -- |
| Restos de peces | 21,55 | 0,37 | 36,72 |
| Total | 100 | 100 | 100 |
| Número total de individuos | 919 | 1620 | 463 |
| GRAVIMÉTRICO (%) | | | |
| ítem presa | 2005 G. Penas-Ladrillero | 2007 | 2008 |
| <i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido) | 31,88 | 20,01 | -- |
| <i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido) | 0,70 | -- | -- |
| <i>Macrura sp.</i> (<i>Mysis larva</i>) | -- | 0,41 | -- |
| <i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido) | 5,97 | -- | -- |
| Crustacea (Amphipoda) | -- | 0,07 | -- |
| Crustacea (Caridea) | 6,62 | -- | -- |
| Crustacea (Copepoda) | -- | 0,00 | -- |
| Crustacea (Euphausiidae) | -- | 2,23 | -- |
| Huevos crustáceos | -- | 0,18 | -- |
| Larvas crustáceos | -- | 0,00 | -- |
| Salpida (Salpa) | 4,17 | 72,05 | -- |
| Sifonóforos(Siphonophora) | -- | 0,00 | -- |
| Restos de crustáceos | 5,05 | 0,92 | 8,90 |
| Restos de cefalópodos | -- | 0,03 | 0,05 |
| Restos de eufáusidos | 16,17 | -- | -- |
| Restos de peces | 29,44 | 4,10 | 91,05 |
| Total | 100 | 100 | 100 |
| Peso total en gramos | 62,70 | 102,83 | 374,50 |



(Continuaci3n Tabla 32)

| FRECUENCIA (%) | | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------|
| ítem presa | 2005 G. Penas-Ladrillero | 2007 | 2008 |
| <i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido) | 28,06 | 56,44 | -- |
| <i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido) | 1,44 | -- | -- |
| <i>Macrura sp. (Mysis larva)</i> | -- | 17,82 | -- |
| <i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido) | 6,12 | -- | -- |
| Crustacea (Amphipoda) | -- | 6,93 | -- |
| Crustacea (Caridea) | 2,16 | -- | -- |
| Crustacea (Copepoda) | -- | 2,97 | -- |
| Crustacea (Euphausiidae) | -- | 30,96 | -- |
| Huevos crustáceos | -- | 14,85 | -- |
| Larvas crustáceos | -- | 0,99 | -- |
| Salpas (Salpida) | 7,55 | 2,97 | -- |
| Sifonóforos(Siphonophora) | -- | 0,99 | -- |
| Restos de crustáceos | 8,63 | 27,72 | 34,76 |
| Restos de cefalópodos | -- | 2,97 | 1,60 |
| Restos de eufáusidos | 8,63 | -- | -- |
| Restos de peces | 37,41 | 5,94 | 49,73 |
| Total | 100 | 156,44 | 86,10 |
| Total de presas | 278 | 158 | 187 |

Tabla 33

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total (2005, 2007 y 2008).

| ítem presa | 2005 G. Penas-Ladrillero | 2007 | 2008 |
|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido) | 46,71 | 61,92 | -- |
| <i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido) | 0,08 | -- | -- |
| <i>Macrura sp. (Mysis larva)</i> | -- | 3,80 | -- |
| <i>Nematoscelis megalops</i> (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 |
| Restos de cefalópodos | -- | 0,02 | 0,01 |
| Restos de eufáusidos | 5,87 | -- | -- |
| Restos de peces | 41,93 | 0,81 | 71,86 |
| Total de est3magos analizados (%) | 100 | 100 | 100 |
| Total de est3magos analizados | 278 | 101 | 187 |



Tabla 34

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los siete cruceros de investigaci3n entre 2001 y 2008.

| ítem presa | 2001 ago-sep | 2002 agosto | 2003 agosto | 2004 Sept. | 2005 agosto | 2007 agosto | 2008 agosto |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Nº individuos analizados | 2.575 | 1.796 | 452 | 673 | 1.498 | 248 | 1.333 |
| Nº est3magos con contenido | 213 | 224 | 98 | 244 | 353 | 101 | 187 |
| Nº est3magos vacíos | 817 | 1342 | 252 | 321 | 781 | 247 | 1146 |
| Nº est3magos evaginados | 1545 | 230 | 102 | 108 | 364 | 0 | 0 |
| % est3mago c/contenido | 8,3 | 12,5 | 21,7 | 36,3 | 23,6 | 40,7 | 14 |
| % est3mago vacío | 31,7 | 74,7 | 55,8 | 47,7 | 52,1 | 59,3 | 86 |
| % est3mago evaginados | 60,0 | 12,8 | 22,6 | 16,0 | 24,3 | 0 | 0 |
| %IIR | | | | | | | |
| ítem presa | 2001 ago-sep | 2002 agosto | 2003 agosto | 2004 Sept. | 2005 agosto | 2007 agosto | 2008 agosto |
| Crustáceos | | | | | | | |
| | 40,007 | 82,912 | 89,659 | 94,446 | 81,525 | 90,50 | 28,12 |
| Eufáusidos | 26,143 | 44,859 | 89,209 | 94,382 | 65,653 | 62,86 | |
| Anfípodos | 12,907 | 0,001 | | 0,021 | | 0,09 | |
| <i>Pasiphaea doffleini</i> (camar3n) | 0,756 | 7,739 | | 0,042 | | | |
| <i>Macrura sp. (Mysis larva)</i> | | | | | | 3,80 | |
| Caridea sp. | | | | | 1,797 | | |
| Copepoda | 0,175 | 0,008 | | 0,00003 | | 0,02 | |
| larvas crustáceos | | | | | | 0,01 | |
| Restos de crustáceos | 0,026 | 30,305 | 0,450 | 0,001 | 0,771 | 0,83 | 28,12 |
| Restos de eufáusidos | | | | | 13,305 | | |
| Huevos crustáceos | | | | | | 22,89 | |
| Peces | | | | | | | |
| | 22,405 | 16,983 | 10,303 | 5,553 | 17,499 | 0,81 | 71,86 |
| Mict3fido | 22,372 | 14,663 | 9,249 | | | | |
| <i>Maurolicus sp.</i> | 0,008 | | 0,453 | 3,349 | | | |
| Restos de peces | 0,025 | 2,320 | 0,601 | 2,204 | 17,499 | 0,81 | 71,86 |
| Cefalópodos | | | | | | | |
| | 0,009 | 0,027 | 0,038 | 0,0003 | | 0,02 | 0,01 |
| <i>Loligo sp.</i> | 0,009 | 0,027 | | | | | |
| Octopodidae | | | | 0,0003 | | | |
| Restos de cefalópodos | | | 0,038 | | | 0,02 | 0,01 |
| Zooplancton gelatinoso | | | | | | | |
| | 37,58 | 0,078 | | | 0,976 | 8,68 | |
| Siphonophora | 16,579 | | | | | < 0,01 | |
| Ctenophora | 0,007 | | | | | | |
| Salpidae | 15,690 | 0,078 | | | 0,976 | 8,67 | |
| Restos de cnidarios | 5,304 | | | | | | |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |



Tabla 35
Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas, total (2005, 2007 y 2008).

| Ítem presa | 2005 | | 2007 | | 2008 | |
|------------------------------------------|-------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| | Q | %Q | Q | %Q | Q | %Q |
| <i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido) | 1397,94 | 58,96 | 321,21 | 15,61 | | |
| <i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido) | 1,22 | 0,05 | | | | |
| <i>Macrura sp. (mysis larva)</i> | | | 2,7 | 0,13 | | |
| <i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido) | 43,52 | 1,84 | | | | |
| Crustacea (Amphipoda) | | | 0,03 | 0,00 | | |
| Crustacea (Caridea) | 13,7 | 0,58 | | | | |
| Crustacea (Copepoda) | | | 0,00 | 0,00 | | |
| Crustacea (Euphausiidae) | | | 2 | 0,1 | | |
| Huevos crustáceos | | | 8,84 | 0,43 | | |
| Larvas crustáceos | | | 0,00 | 0,00 | | |
| Salpida (Salpa) | 14,51 | 0,61 | 1721,22 | 83,65 | | |
| Sifonóforos(Siphonophora) | | | 0,00 | 0,00 | | |
| Restos de crustáceos | 26,36 | 1,11 | 0,06 | 0,00 | 557,44 | 14,29 |
| Restos de cefalópodos | | | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Restos de eufáusidos | 239,32 | 10,09 | | | | |
| Restos de peces | 634,43 | 26,76 | 1,52 | 0,07 | 3342,97 | 85,71 |
| Total | 2371 | 100 | 2057,57 | 100 | 3900,45 | 100 |

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

FIGURAS



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

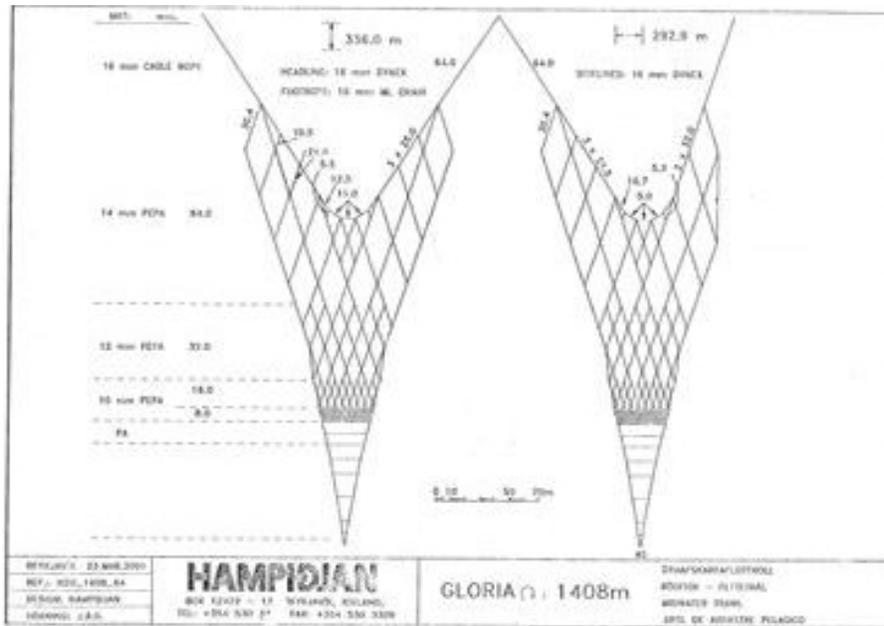


Figura 2. Red medigua Gloria utilizada por B/H Friosur VIII



Figura 3. Instalaci3n cubrecopo 50 mm en red de mediagua

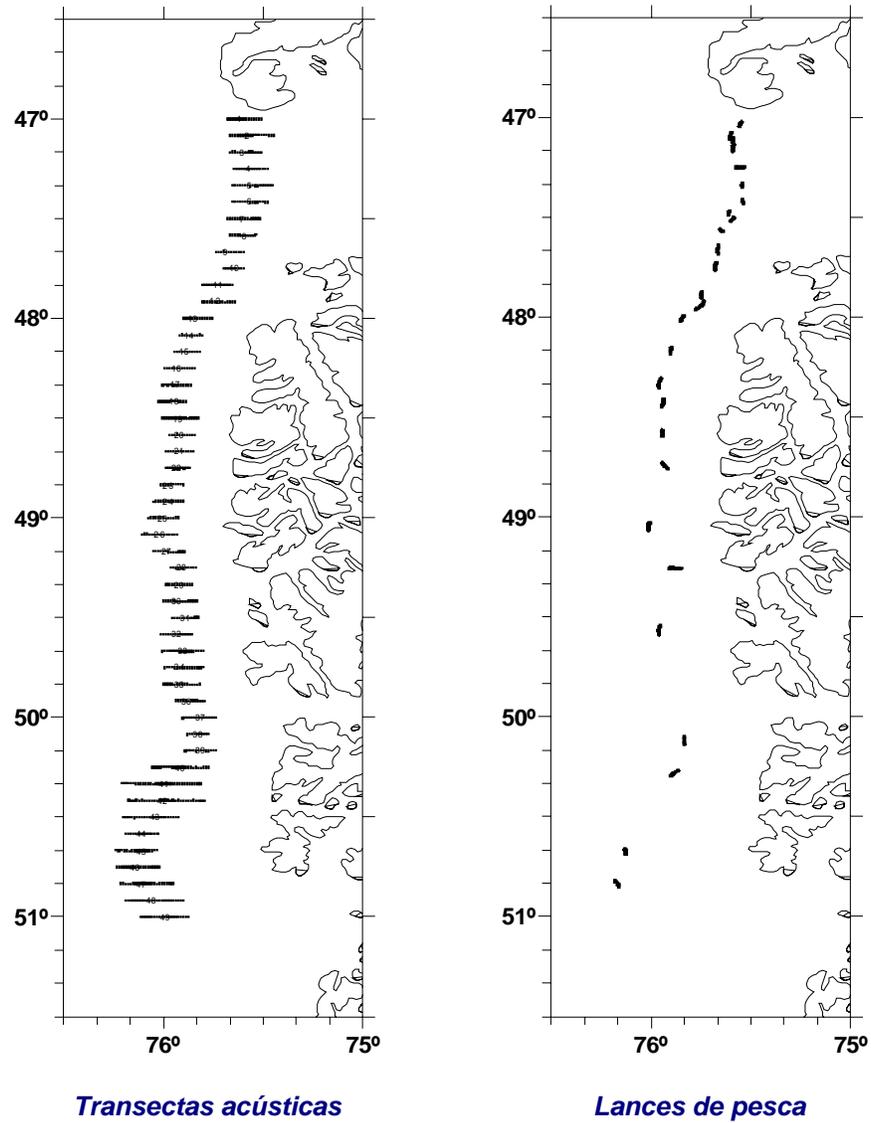


Figura 4. Distribuci3n de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificaci3n en el área de estudio, agosto 2008.

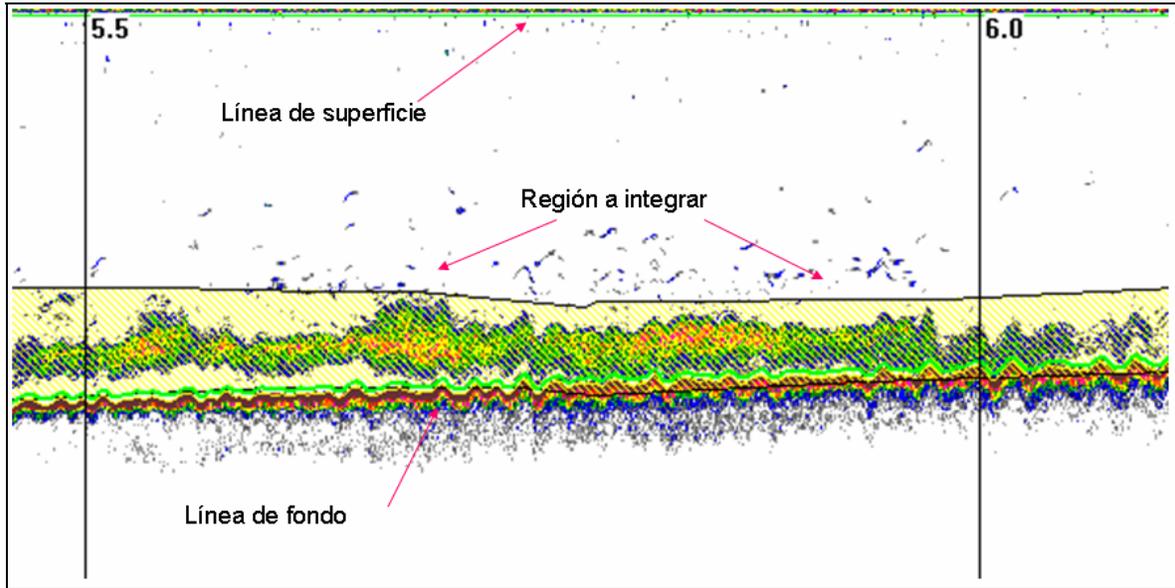


Figura 5. Inspección de ecogramas

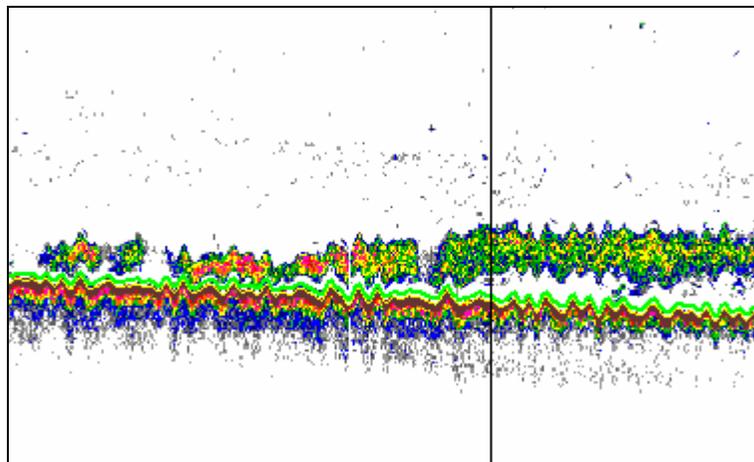


Figura 6. Agregación tipo estrato de merluza de tres aletas

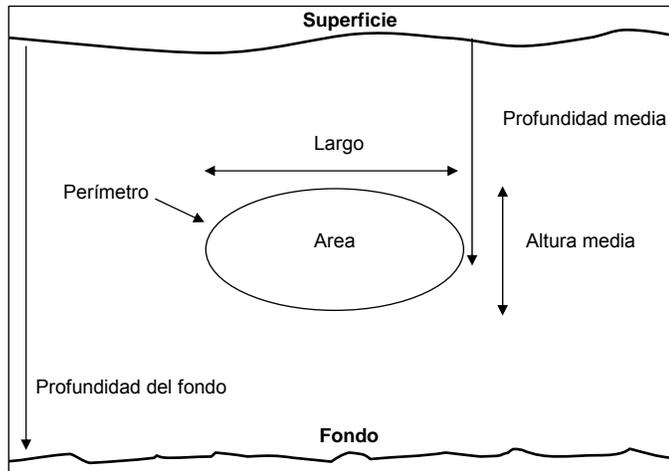


Figura 7. Descriptores morfol3gicos y batim3tricos de una agregaci3n

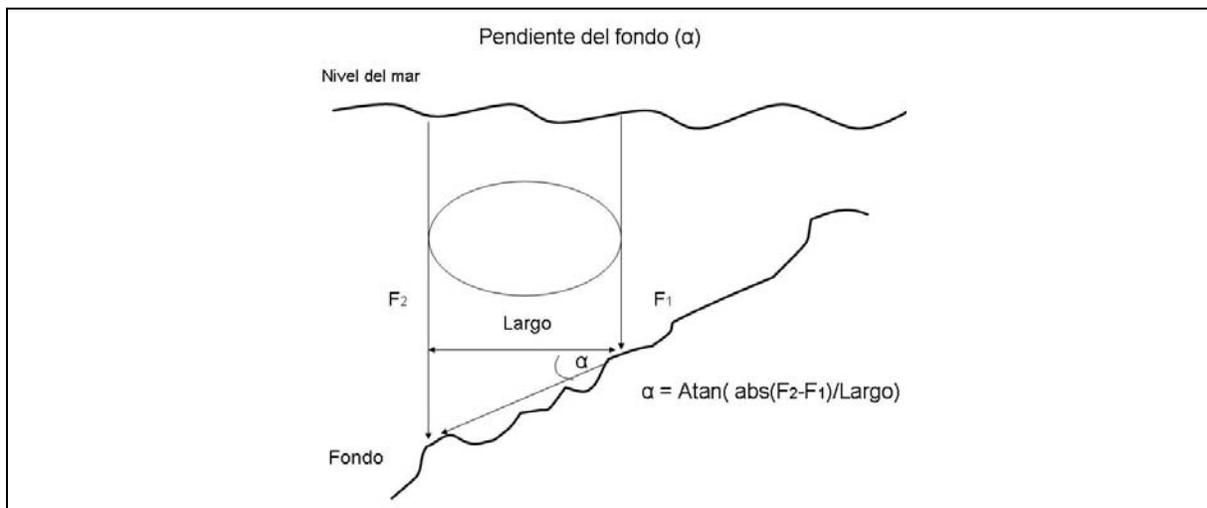


Figura 8 C3lculo de la pendiente del fondo.

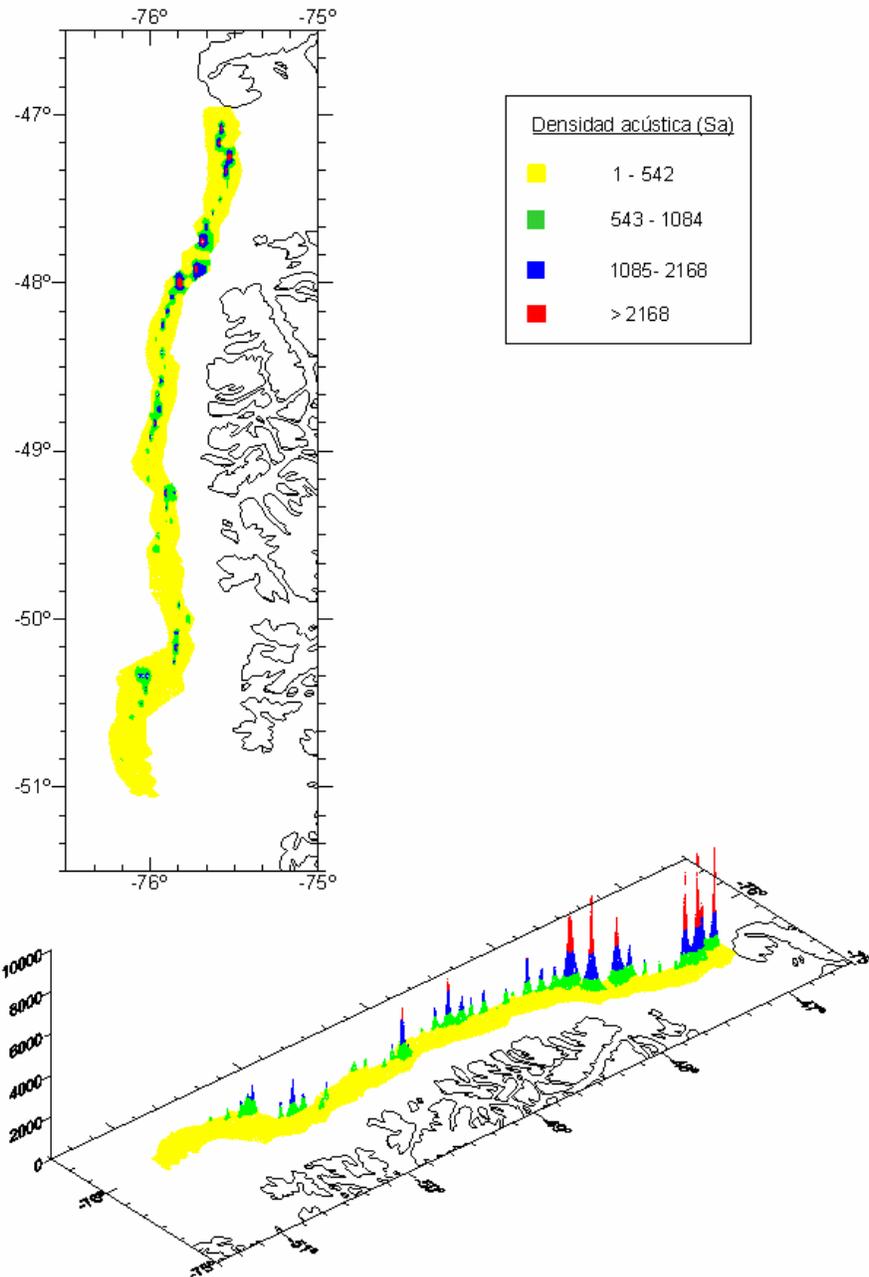


Figura 9. Distribuci3n espacial de merluza de tres aletas, agosto 2008

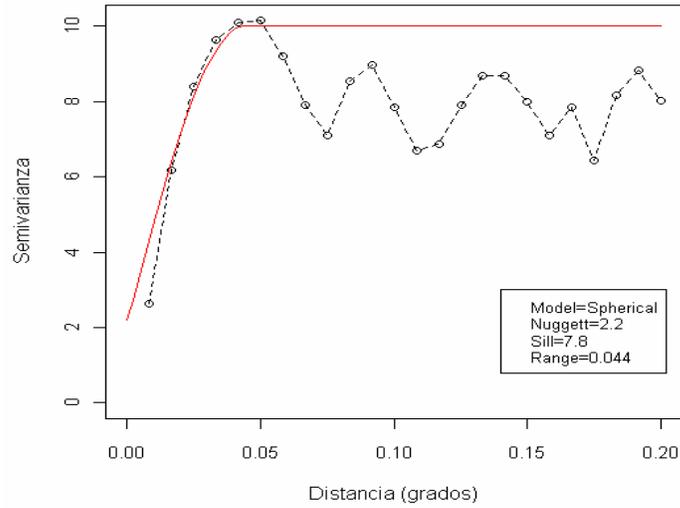


Figura 10. Variograma distribuci3n merluza de tres aletas, agosto 2008

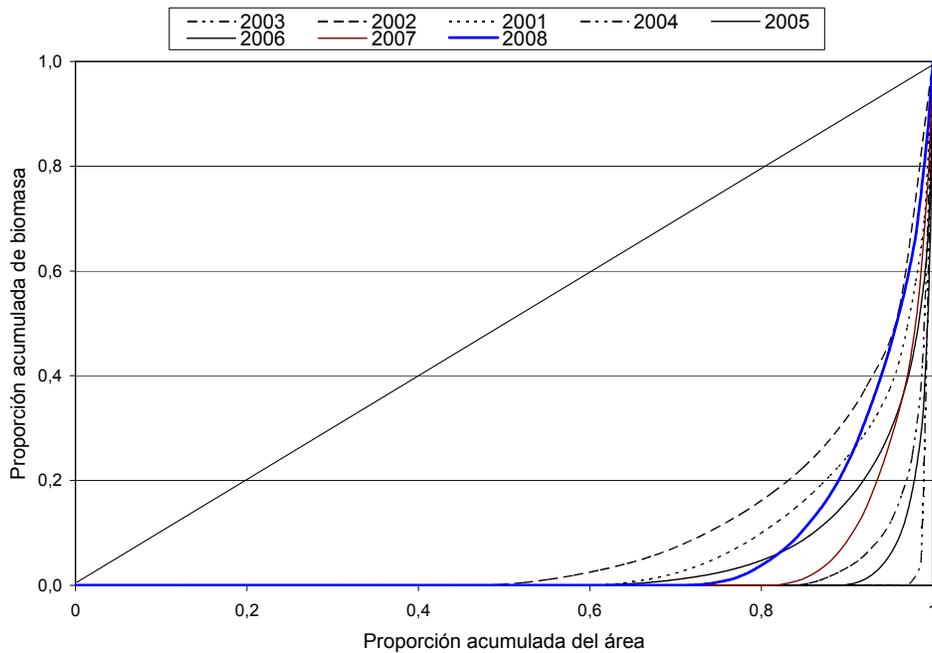
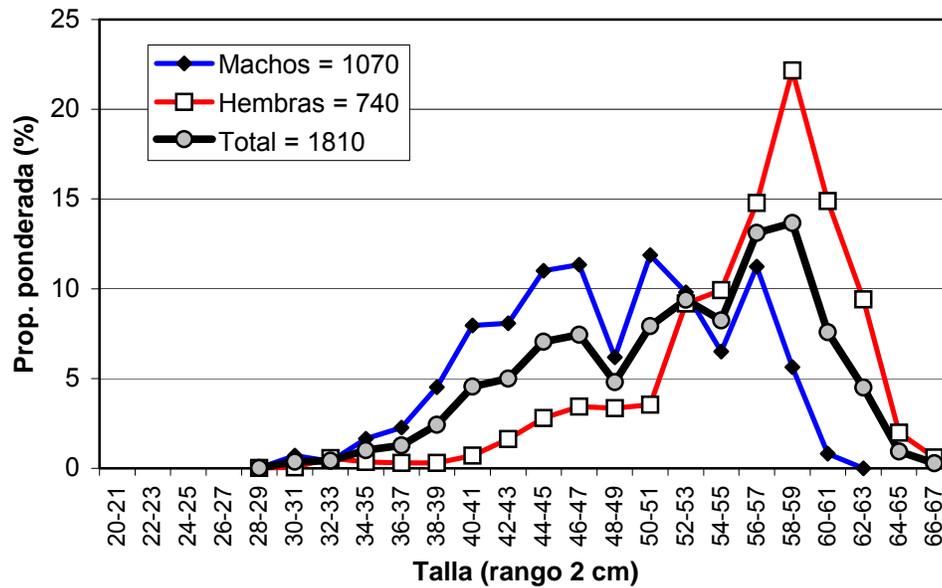
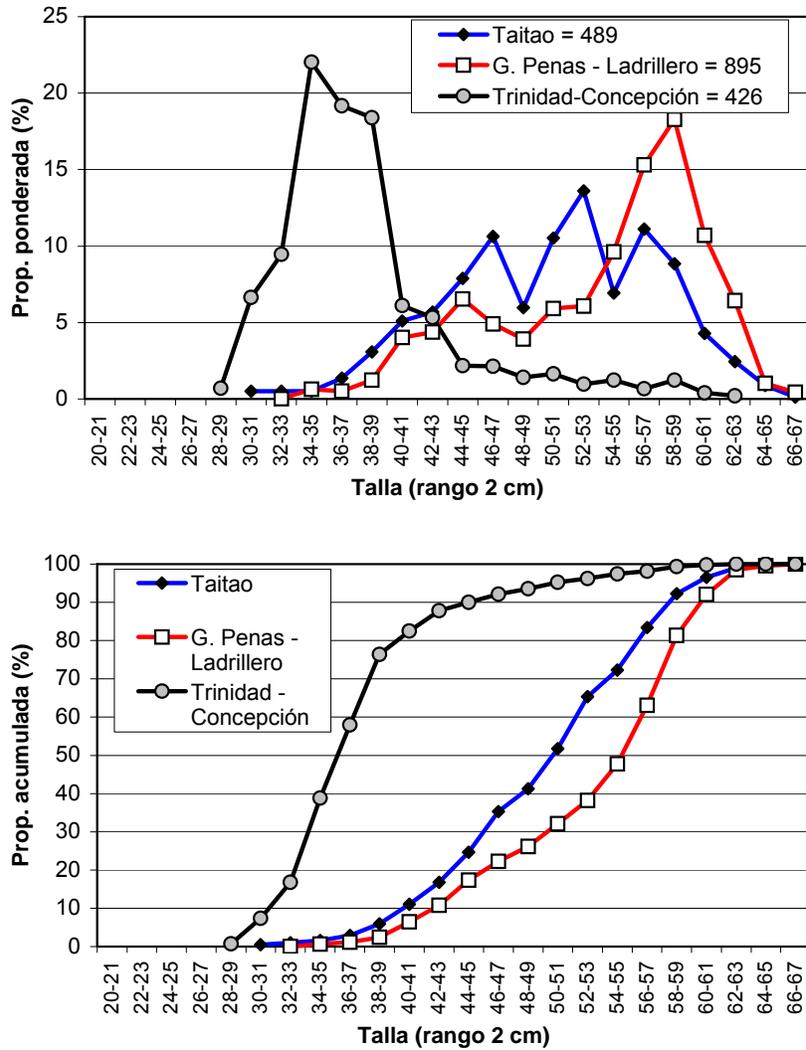


Figura 11. Curvas de Lorenz estimadas para los a1os 2001-2008



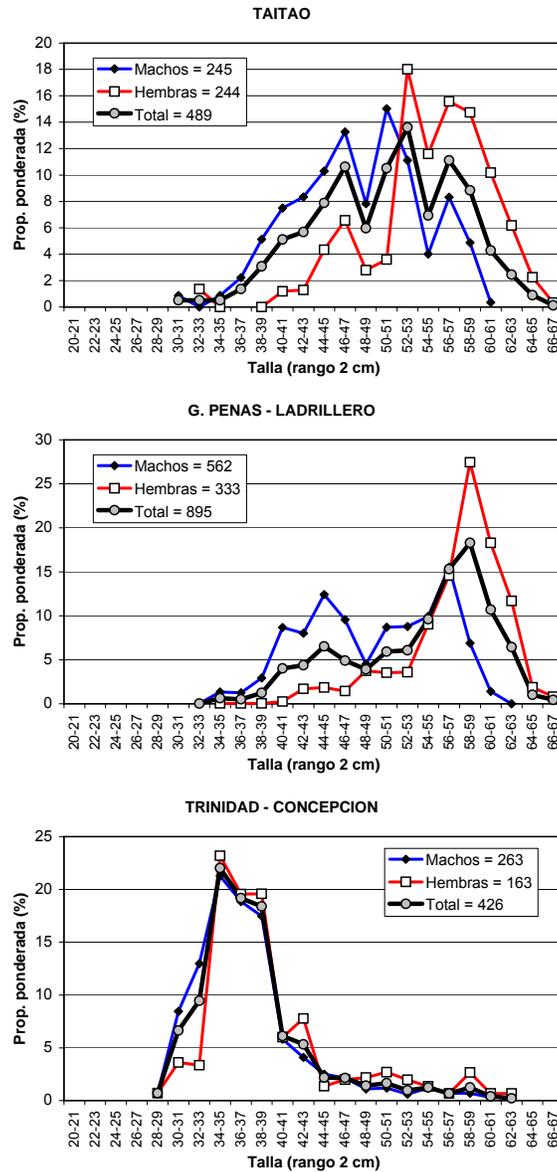
| Indicador | Macho | Hembra | Total |
|--------------|-------|--------|-------|
| n | 1070 | 740 | 1810 |
| Mín. (cm) | 28 | 29 | 28 |
| Máy. (cm) | 61 | 67 | 67 |
| Prom. (cm) | 48,1 | 55,9 | 51,9 |
| D. est. (cm) | 2,6 | 3,3 | 2,5 |
| % < 35 cm | 1,5 | 0,7 | 1,0 |
| Pr. Sex. (%) | 52,6 | 47,4 | 100 |

Figura 12 Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas por sexo para el área de estudio. B/H Friosur VIII (agosto, 2008).



| Indicador | Taitao | G. Penas - Ladrillero | Trinidad - Cocepci3n |
|--------------|---------|-----------------------|----------------------|
| n | 489 | 895 | 426 |
| Mín. (cm) | 31 | 33 | 28 |
| Máx. (cm) | 66 | 67 | 63 |
| Prom. (cm) | 50,4 | 53,7 | 37,9 |
| D. est. (cm) | 2,8 | 2,3 | 2,6 |
| % < 35 cm | 1,02 | 0,05 | 25,9 |
| Mac:Hemb (%) | 61 : 39 | 45 : 55 | 64 : 36 |

Figura 13 Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas por área. B/H Friosur VIII (agosto, 2008).



| Zona | Sexo | n | Prom. (cm) | % < 35 cm | Pr. Sex. (%) |
|-----------------------|--------|-----|------------|-----------|--------------|
| Taitao | Macho | 245 | 47,8 | 0,9 | 61,0 |
| | Hembra | 244 | 54,5 | 1,4 | 39,0 |
| | Total | 489 | 50,4 | 1,0 | |
| G.Penas - Ladrillero | Macho | 562 | 49,2 | 0,1 | 45,0 |
| | Hembra | 333 | 57,2 | | 55,0 |
| | Total | 895 | 53,7 | 0,05 | |
| Trinidad - Concepci3n | Macho | 263 | 37,2 | 33,5 | 64,3 |
| | Hembra | 163 | 39,3 | 12,8 | 35,7 |
| | Total | 426 | 37,9 | 25,9 | |

Figura 14 Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas por sexo y 1rea. B/H Friosur VIII (agosto, 2008).

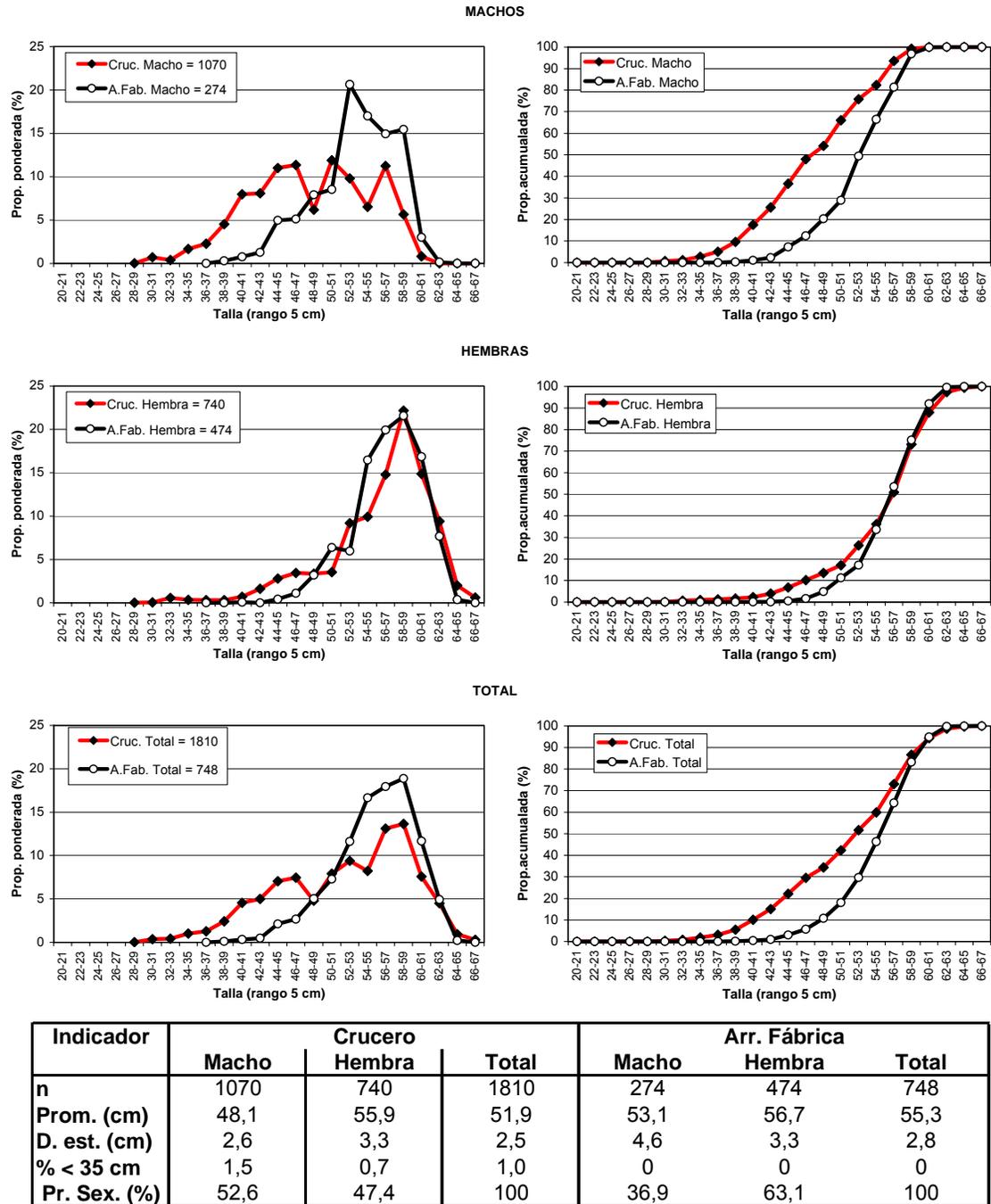


Figura 15 Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas del crucero investigaci3n (Friosur VIII) y de la captura realizada por la flota arrastrera f3brica para el mismo per3odo y 3rea de estudio (agosto, 2008).

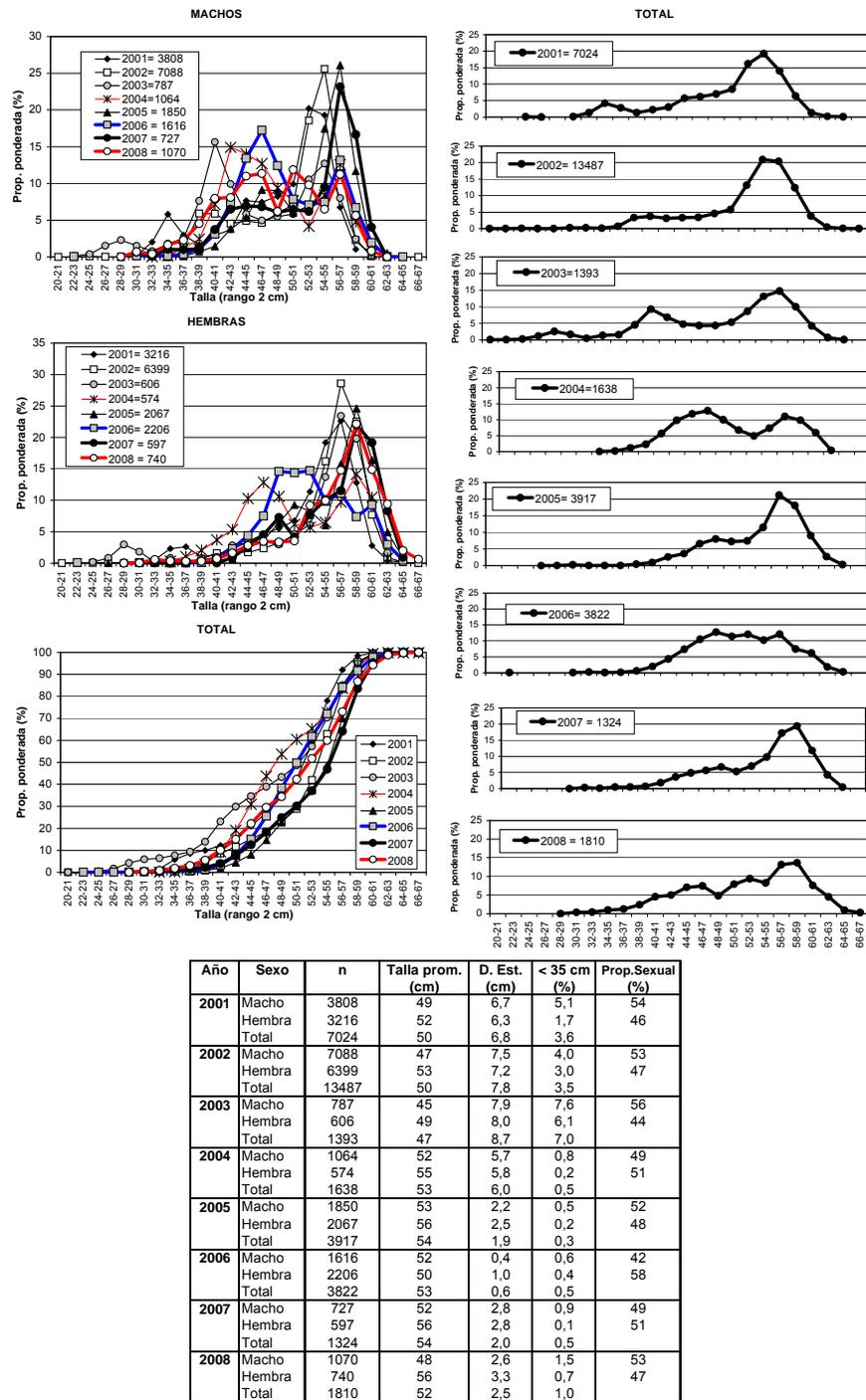


Figura 16 Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.

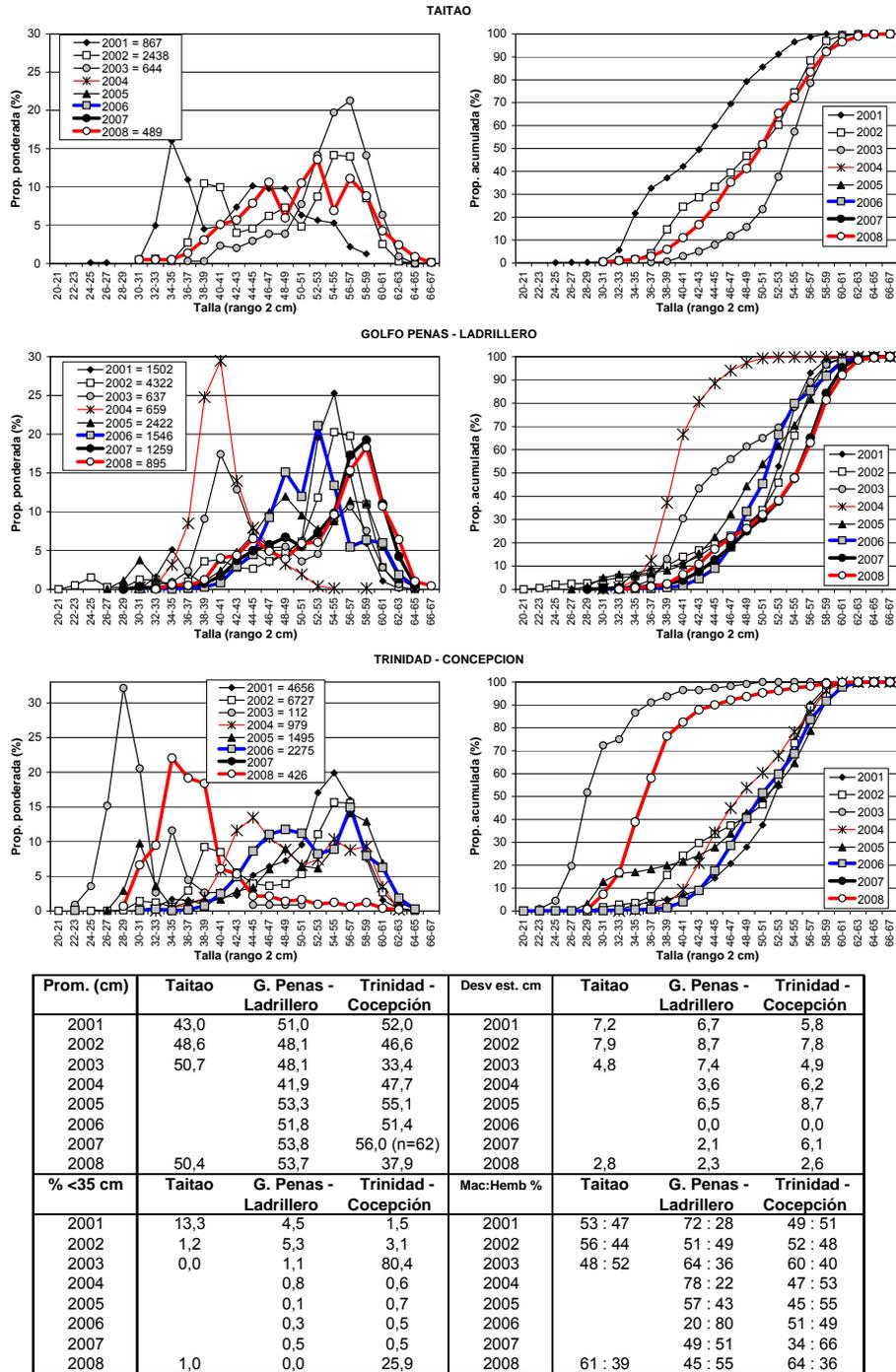


Figura 17. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por 1rea para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.

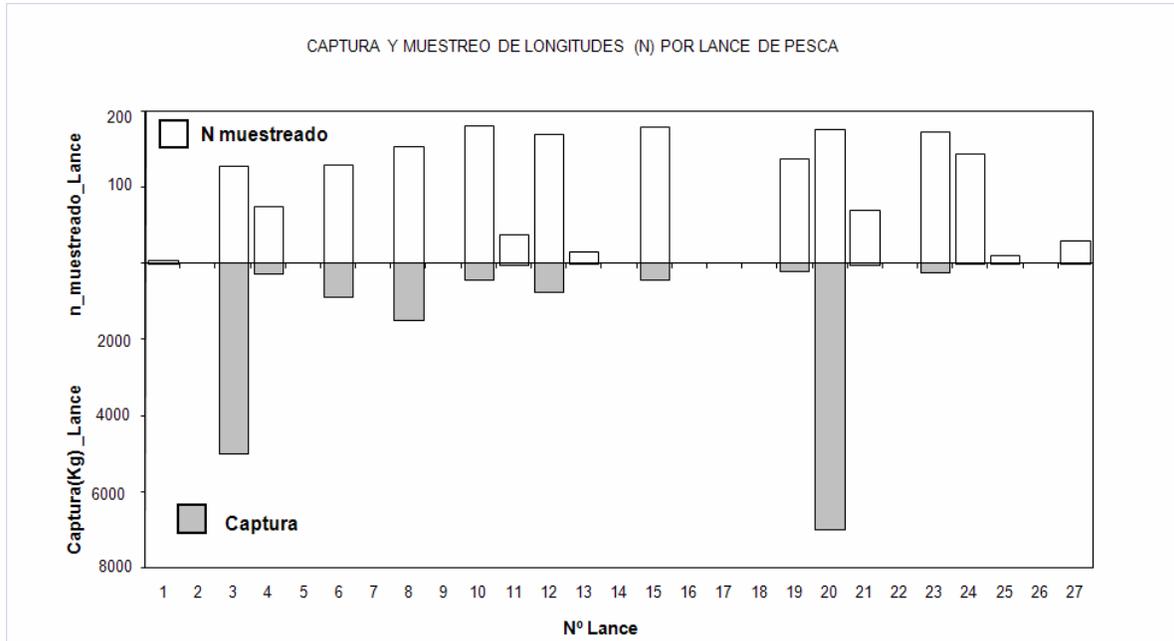


Figura 18. Distribuci3n de la captura y n3mero de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigaci3n merluza de tres aletas 2008

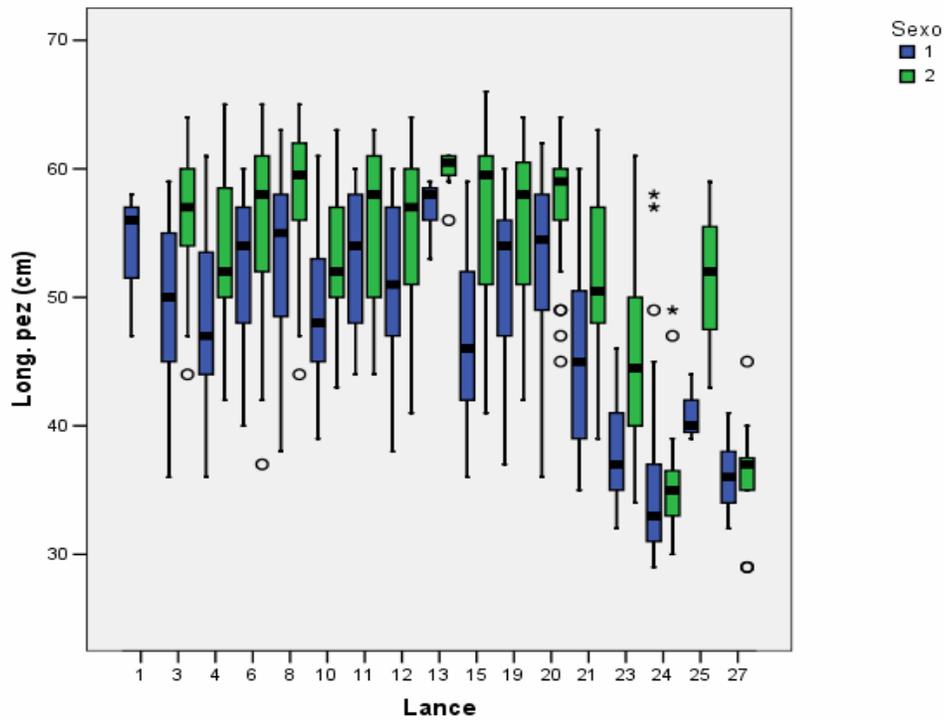


Figura 19 Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biol3gico asociado a cada Lance, cruceo de investigaci3n 2008.

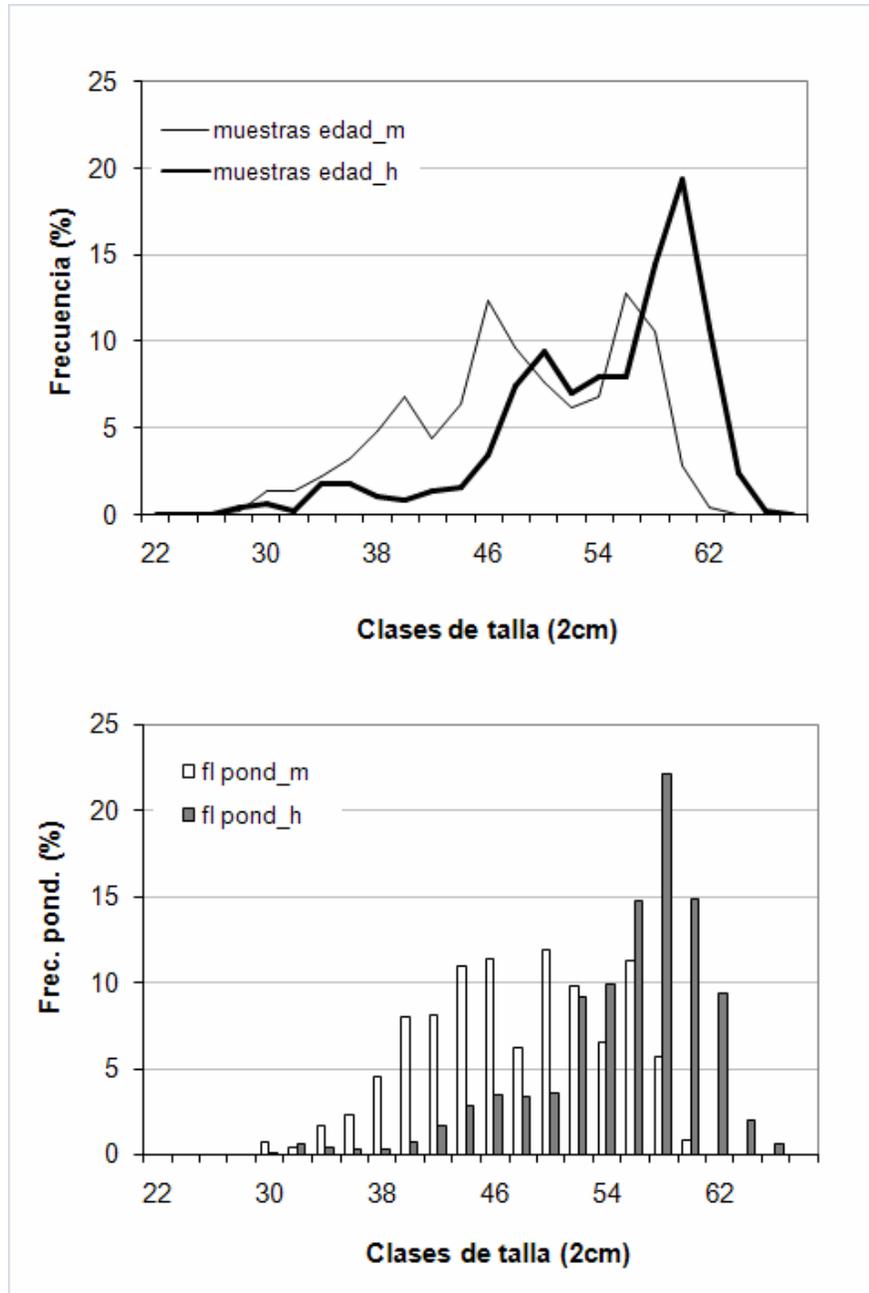


Figura 20 (a) Distribuci3n de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (_m) y hembras (_h). (b) Distribuci3n de frecuencia de longitudes ponderadas (en base a la captura de los lances), en el crucero de investigaci3n 2008.

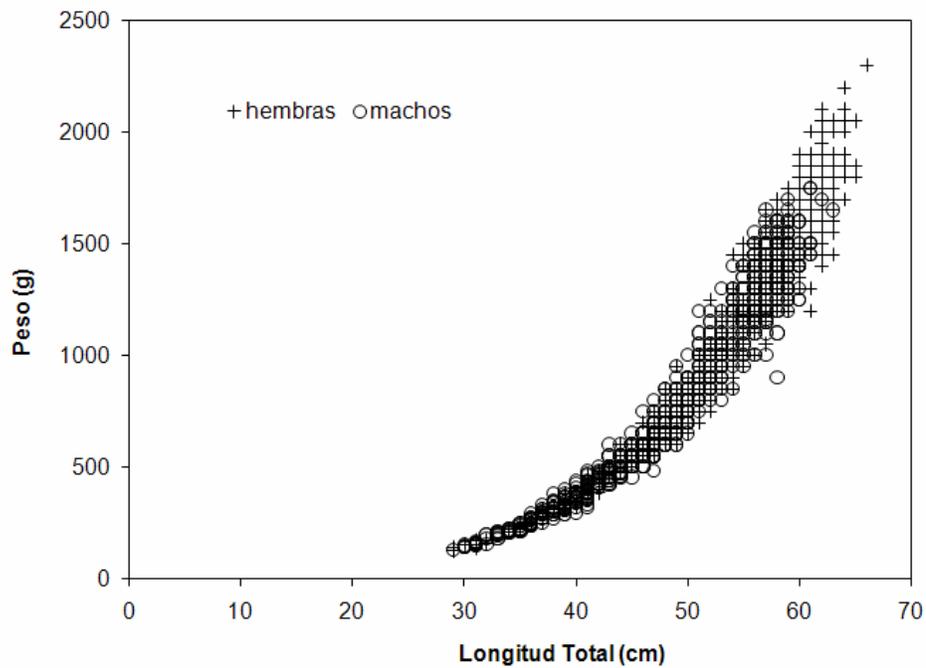


Figura 21 Dispersi3n de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigaci3n 2008.

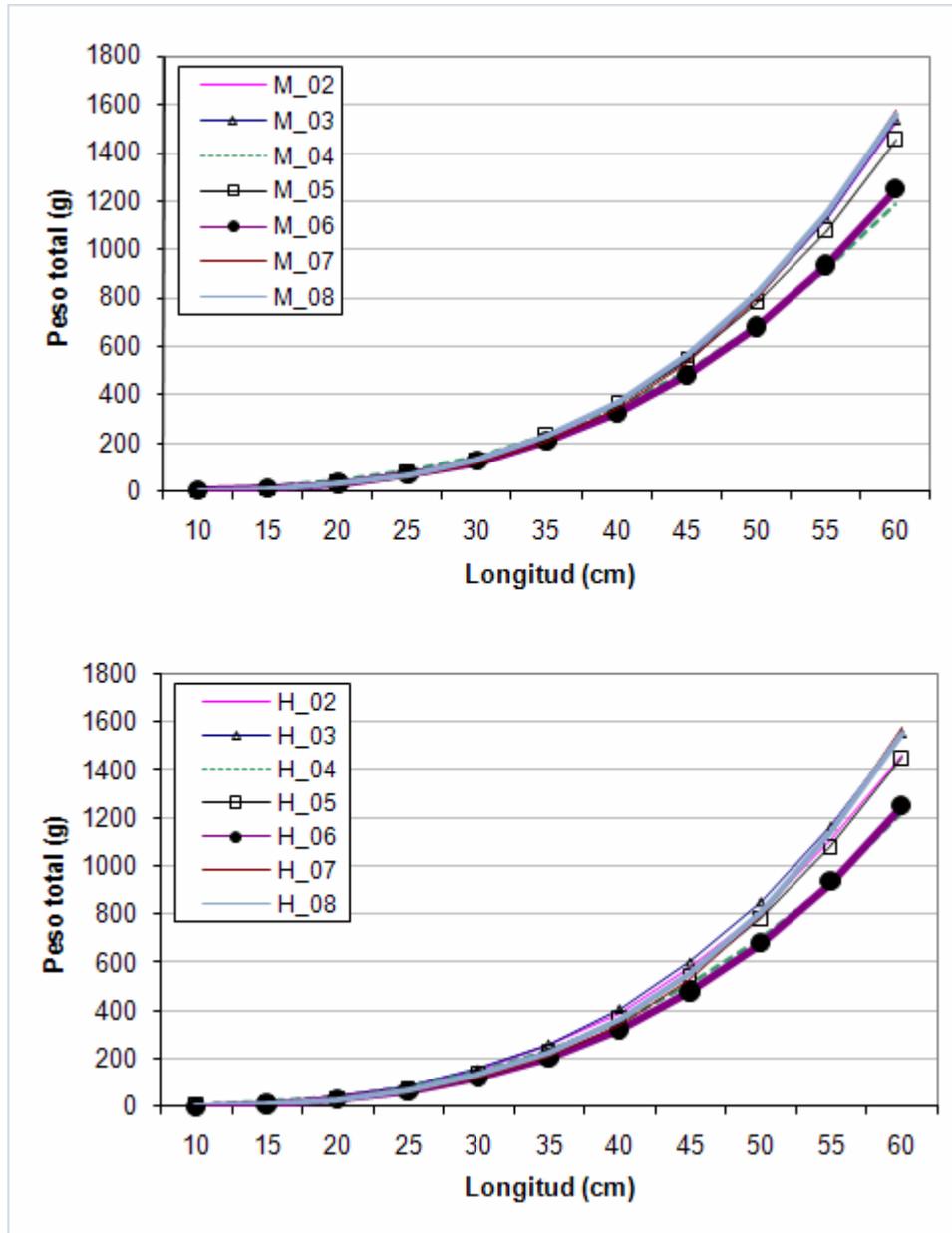


Figura 22 Curvas te3ricas de funci3n peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, per3odo 2002 – 2008.

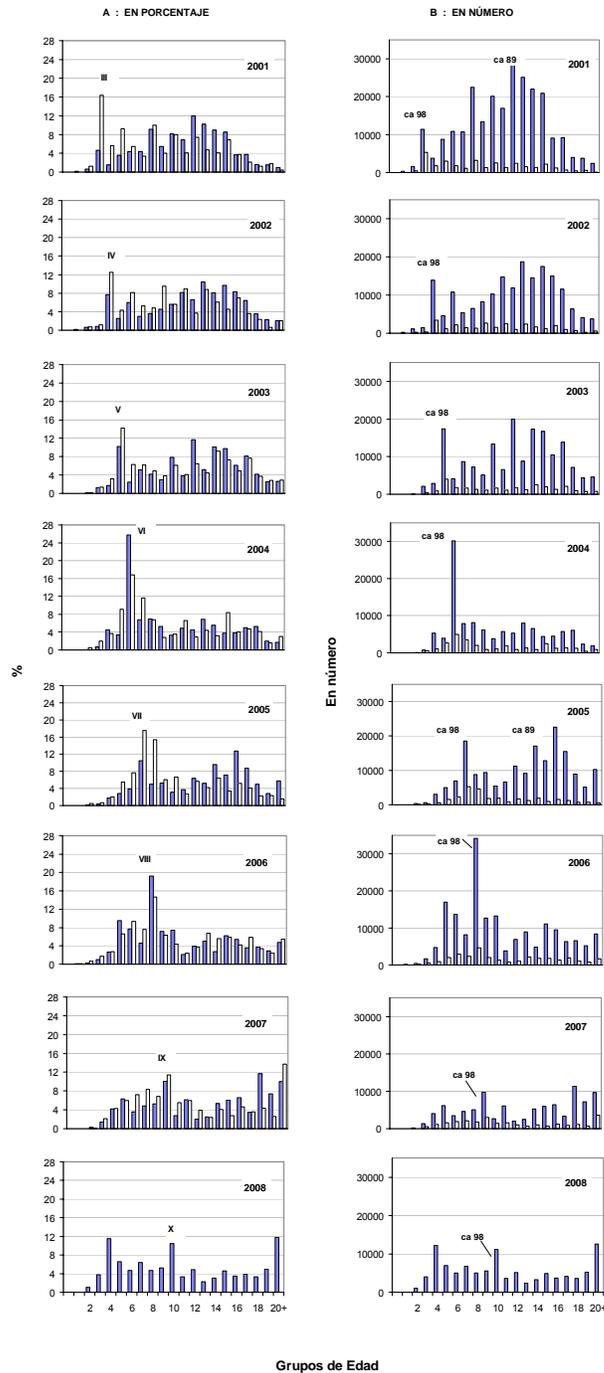


Figura 23 Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Período 2001-2008. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceos de investigación.

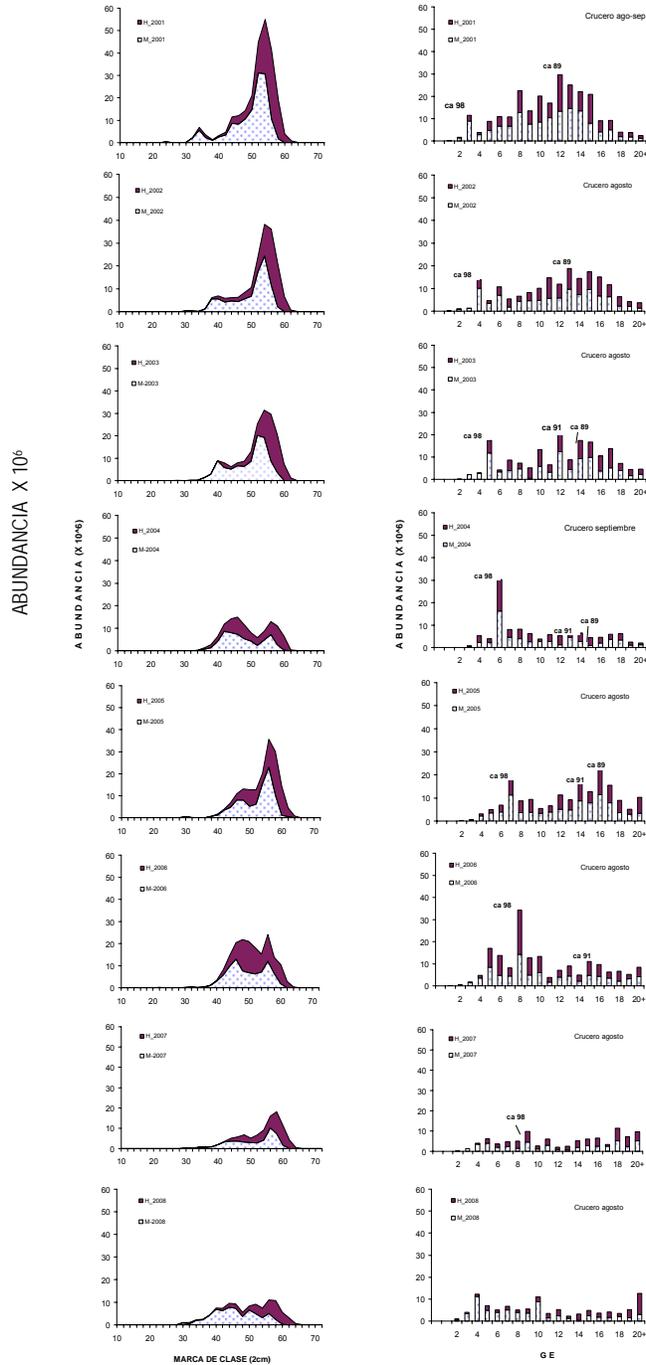


Figura 24 Distribuci3n por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceos de Evaluaci3n de merluza de tres aletas. Per3odo 2001 - 2008.

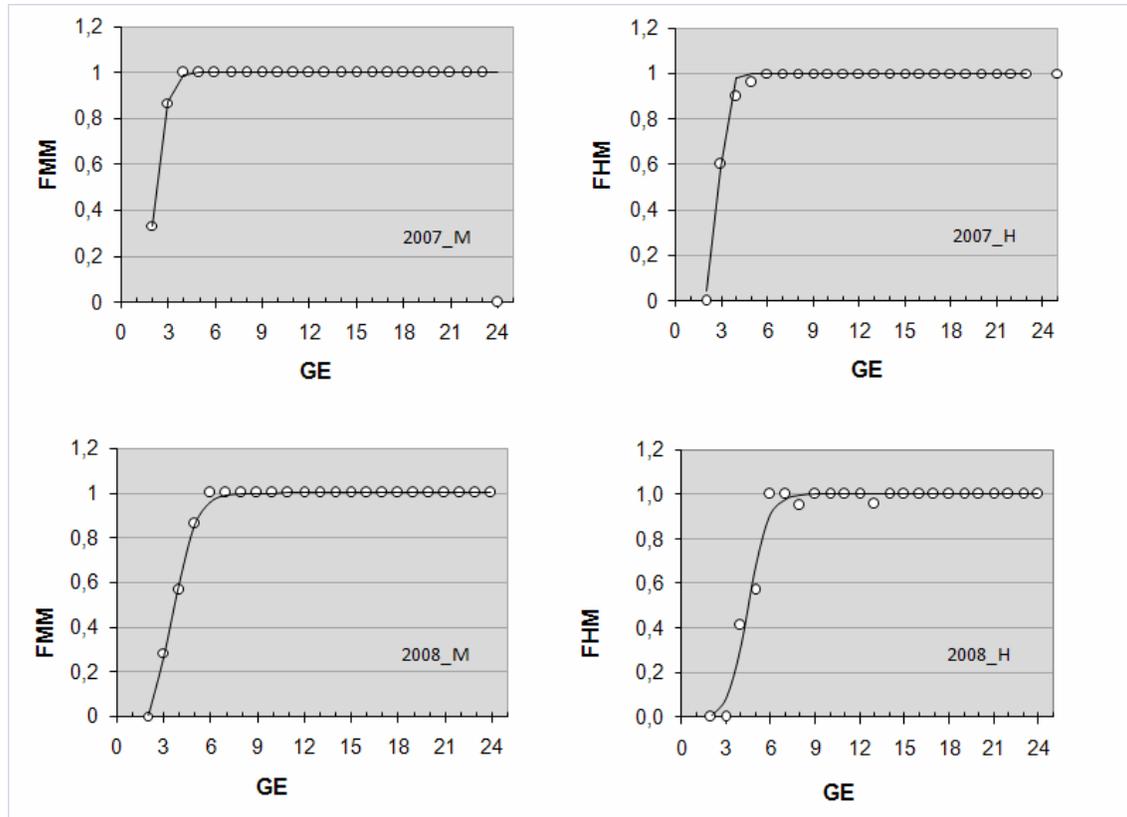


Figura 25 Fracci3n de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, seg3n grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n a3os 2007 y 2008.

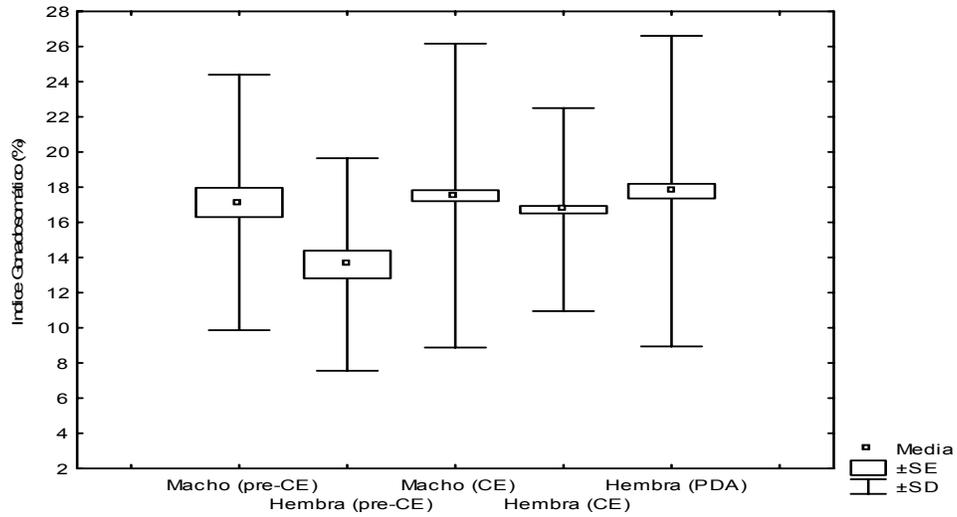


Figura 26. Índice gonadosomático desde los 36 cm LT para machos y hembras recolectados previo al crucero, en el crucero y en la PDA

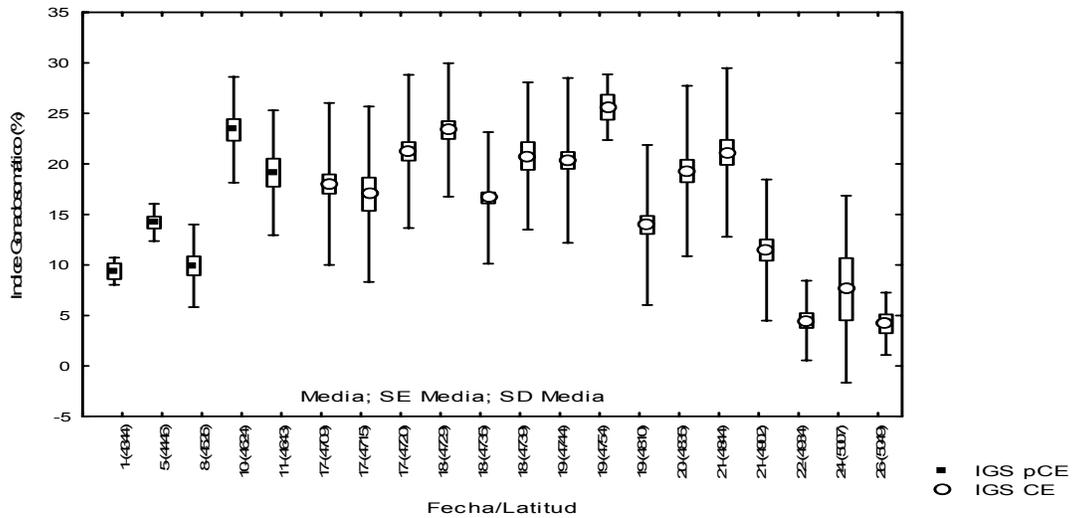


Figura 27. Índice gonadosomático desde los 36 cm LT para machos muestreados previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE).

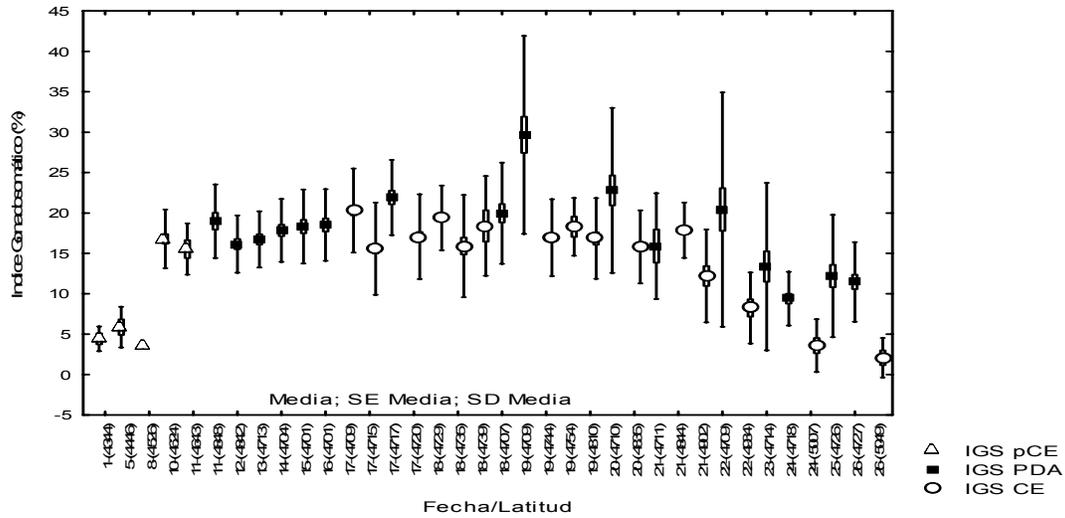


Figura 28. Índice gonadosomático desde los 36 cm LT para hembras recolectados previo al crucero, en el crucero y en la PDA

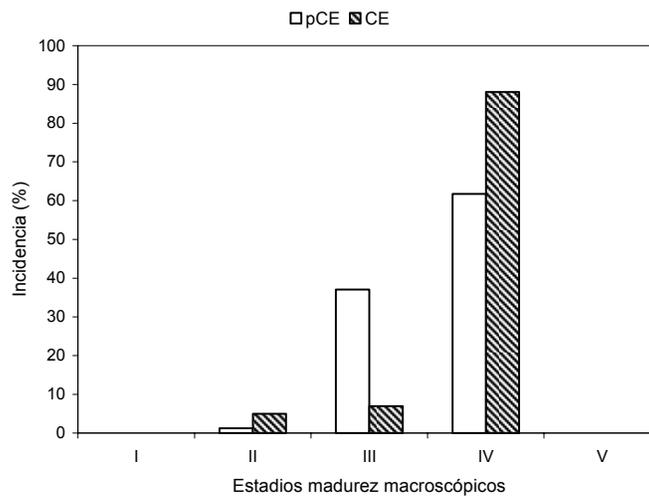


Figura 29. Incidencia de estadios de madurez macrosc3picos en machos, recolectados previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE).

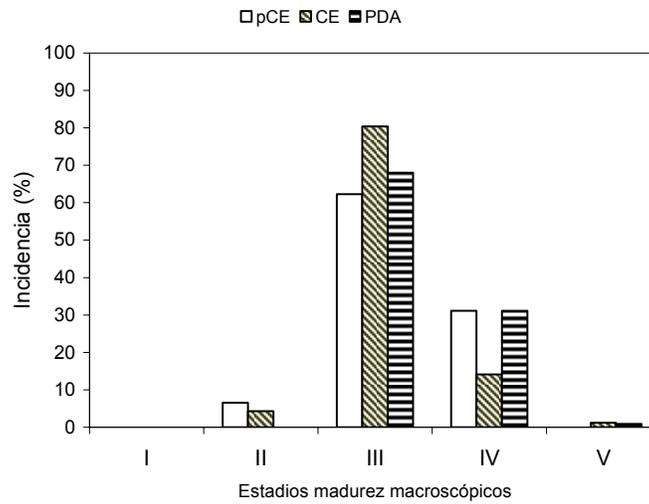


Figura 30. Incidencia de estadios de madurez macrosc3picos en hembras, recolectados previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE) y en la PDA.

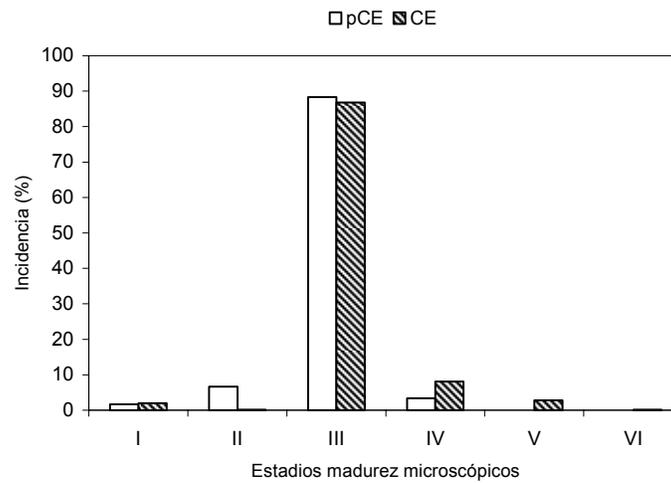


Figura 31. Incidencia de estadios de madurez microsc3picos en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE)

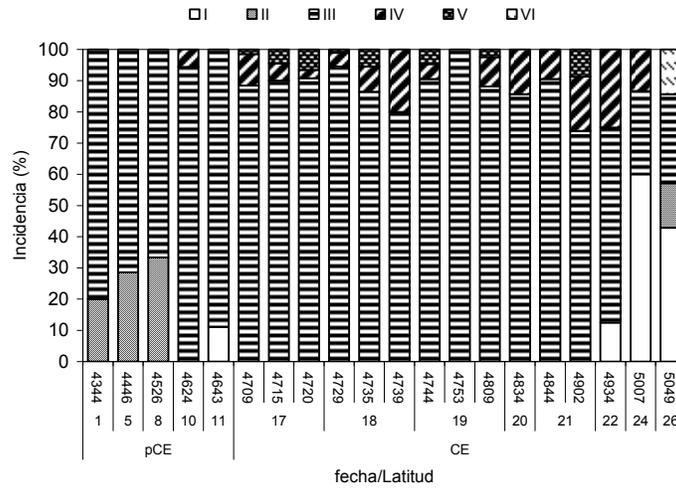


Figura 32. Estadios microsc3picos por lances diarios en hembras muestreadas previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE)

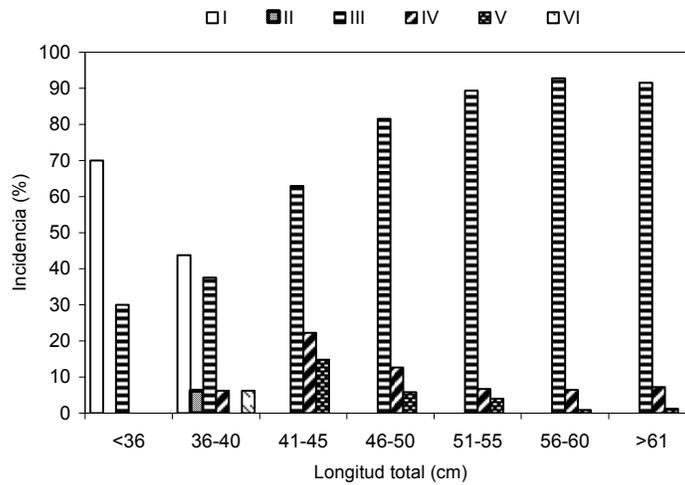


Figura 33. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud de hembras recolectadas en el crucero de evaluaci3n.

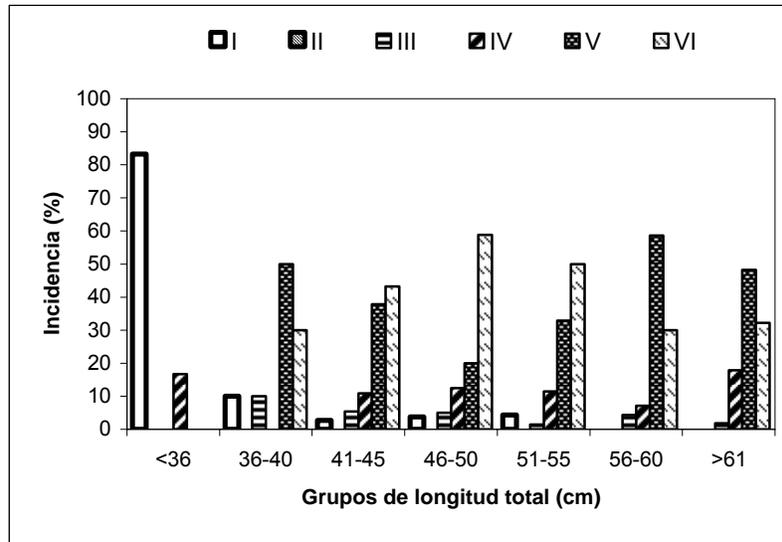


Figura 34. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras recolectadas previo al crucero.

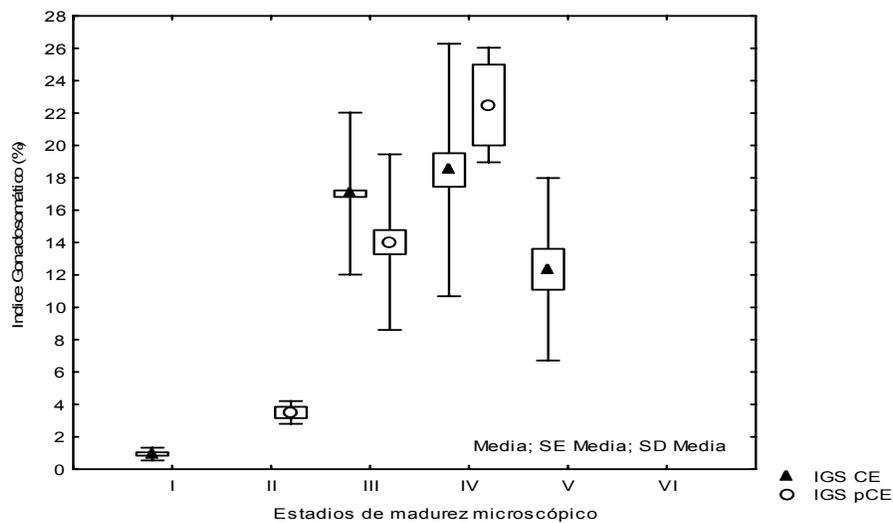


Figura 35. valor promedio del 3ndice gonadosom3tico para cada EMS microsc3pico en hembras recolectadas previo al crucero (pCE) y en el crucero (CE)

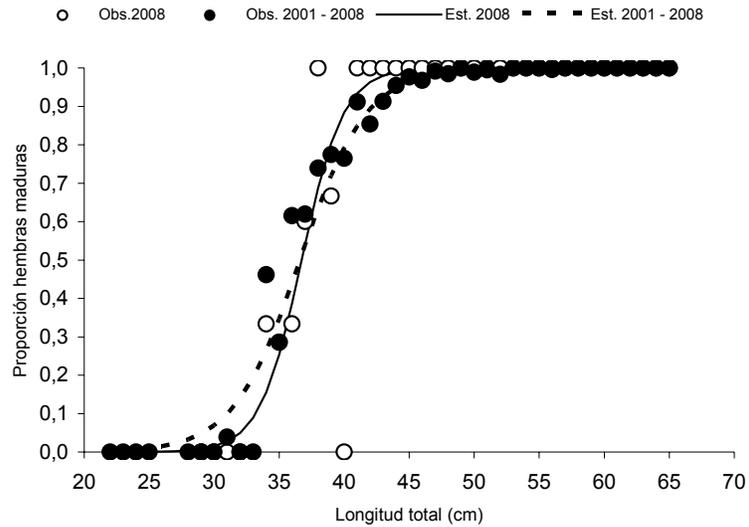


Figura 36. Proporción de hembras maduras y ajuste de la ojiva de madurez sexual para hembras en el crucero del 2008 y datos compilados de cruceros 2001 al 2008.

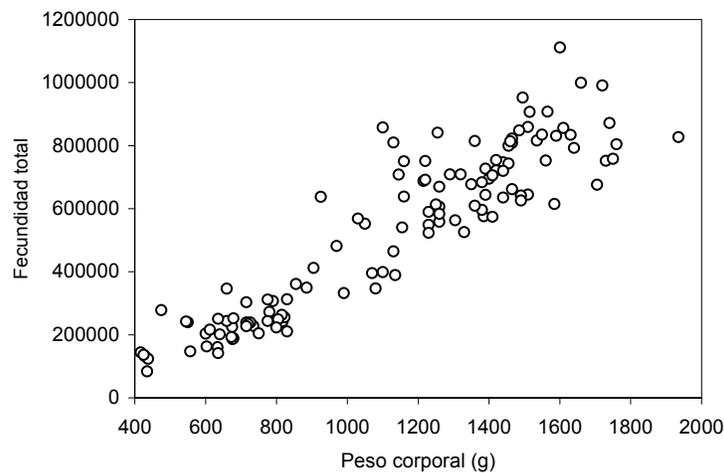


Figura 37. Relación entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2008.

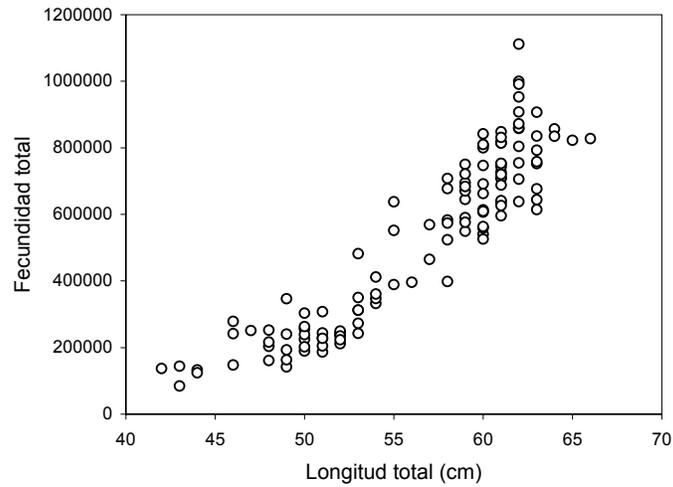


Figura 38. Relaci3n entre el tama1o y la fecundidad total en la merluza de tres aletas, crucero 2008.

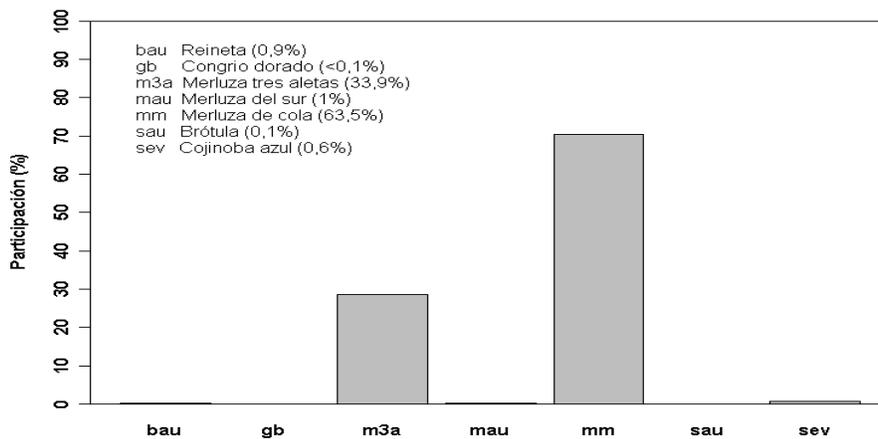


Figura 39. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n efectuados en el 1rea total de estudio.

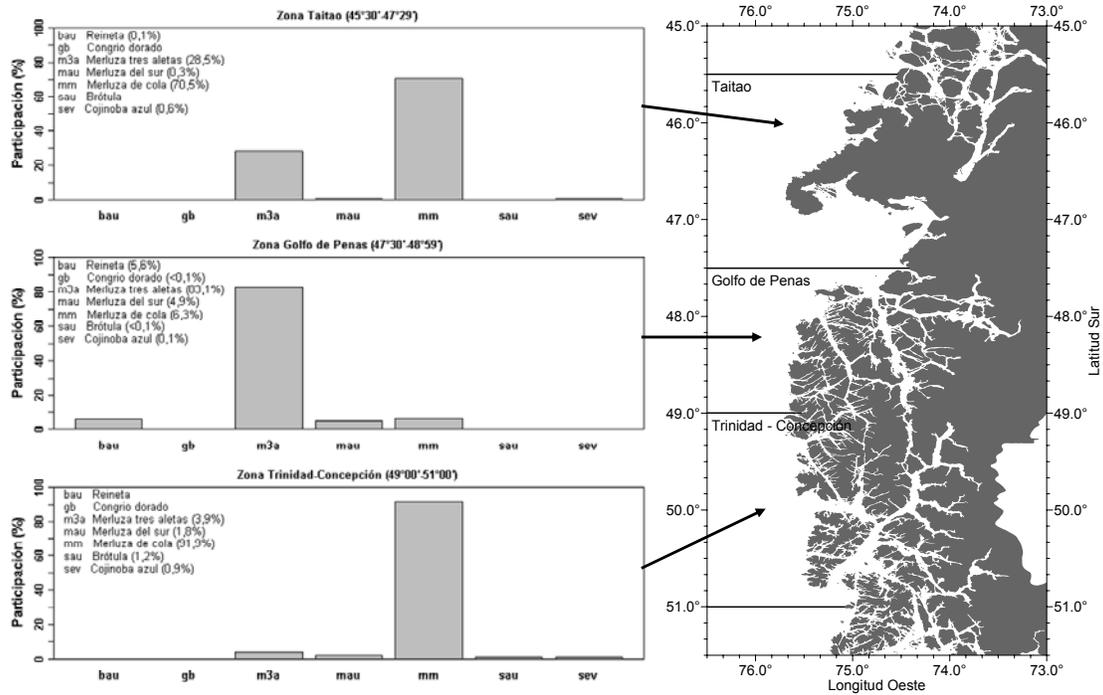


Figura 40. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por zona.

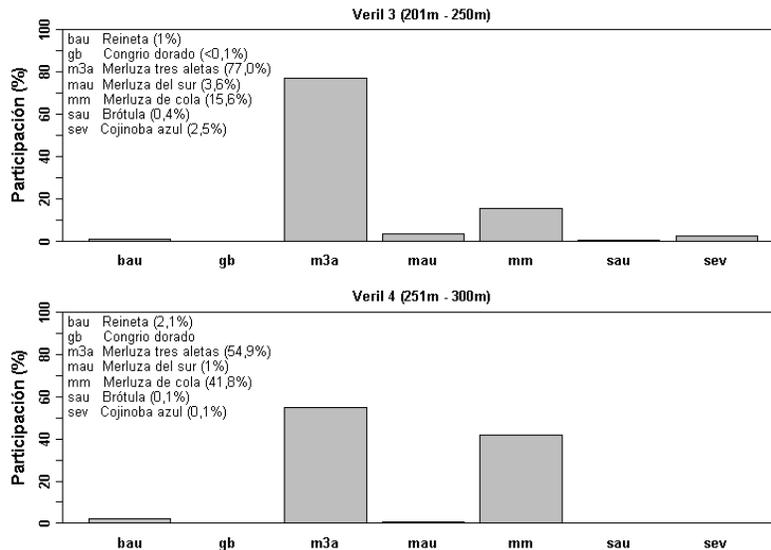


Figura 41. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por veril de profundidad.

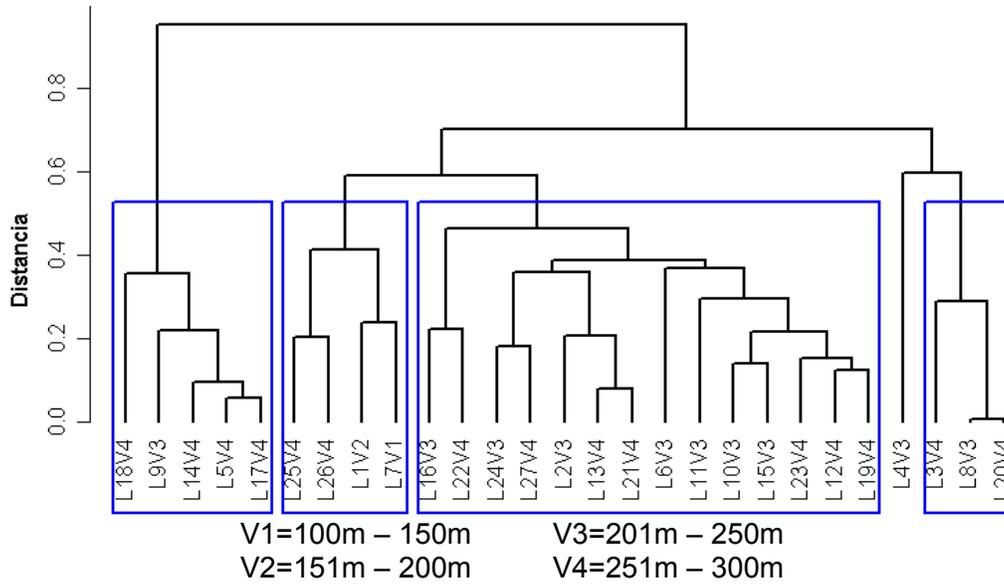


Figura 42 Resultado del an3lisis de clasificaci3n de los lances de identificaci3n realizados durante el crucero.

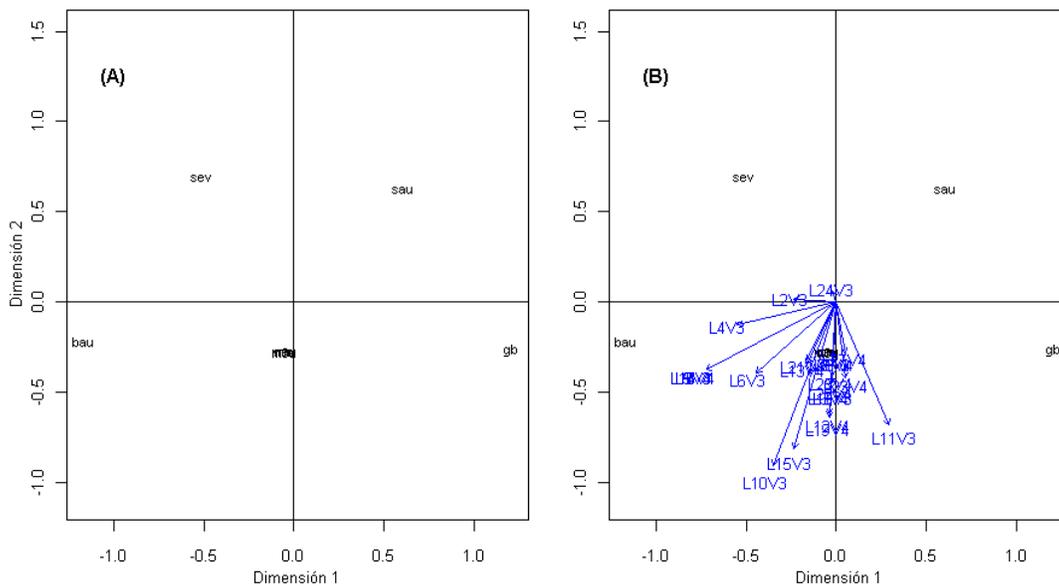


Figura 43 Resultado del an3lisis de ordenaci3n de los lances de identificaci3n realizados durante el crucero.

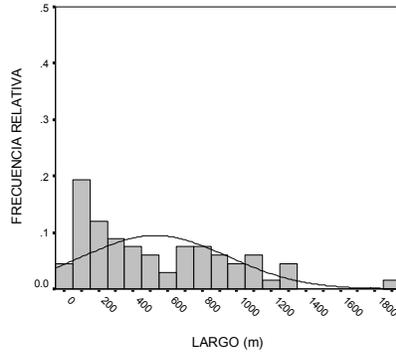


Figura 44. Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.

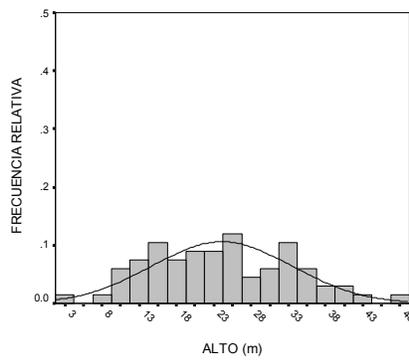


Figura 45. Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.

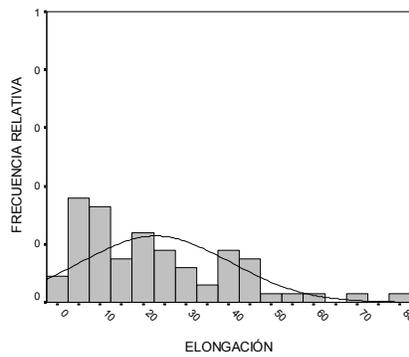


Figura 46. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones.

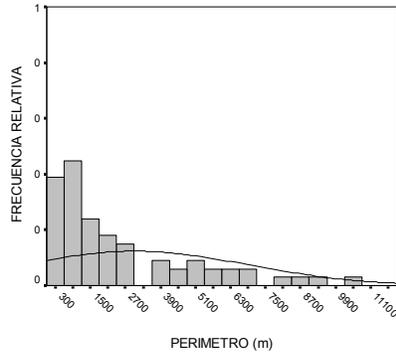


Figura 47. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones.

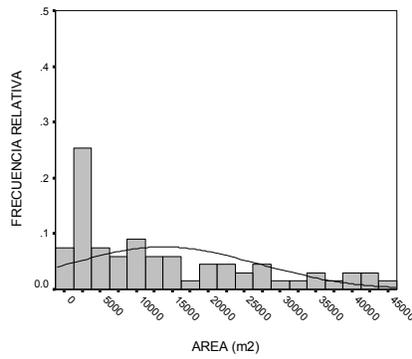


Figura 48. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 1rea de agregaciones.

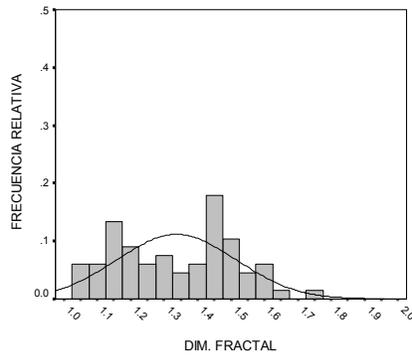


Figura 49. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.

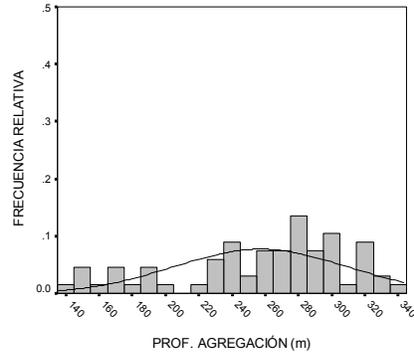


Figura 50. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.

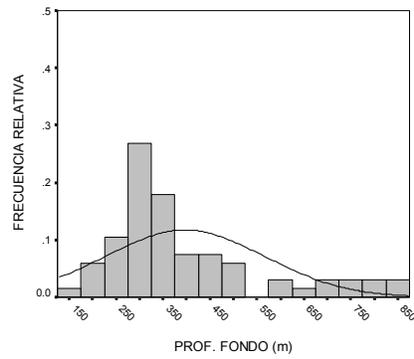


Figura 51. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad del fondo.

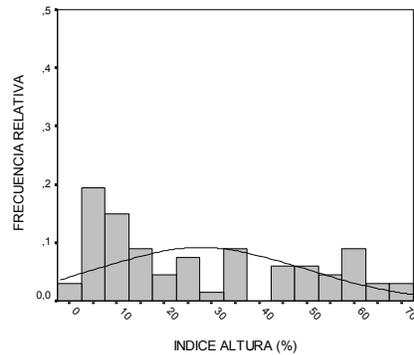


Figura 52. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura.

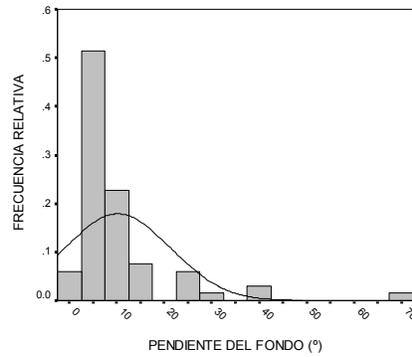


Figura 53. Distribuci3n de frecuencia de la pendiente del fondo con presencia de agregaciones

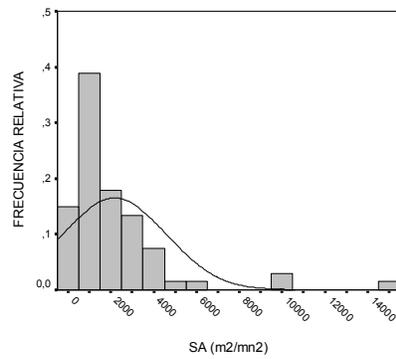


Figura 54. Distribuci3n de frecuencia de la energa retrodispersada de las agregaciones

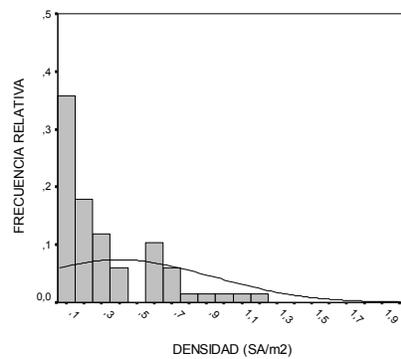


Figura 55. Distribuci3n de frecuencia de la densidad ac3stica de las agregaciones

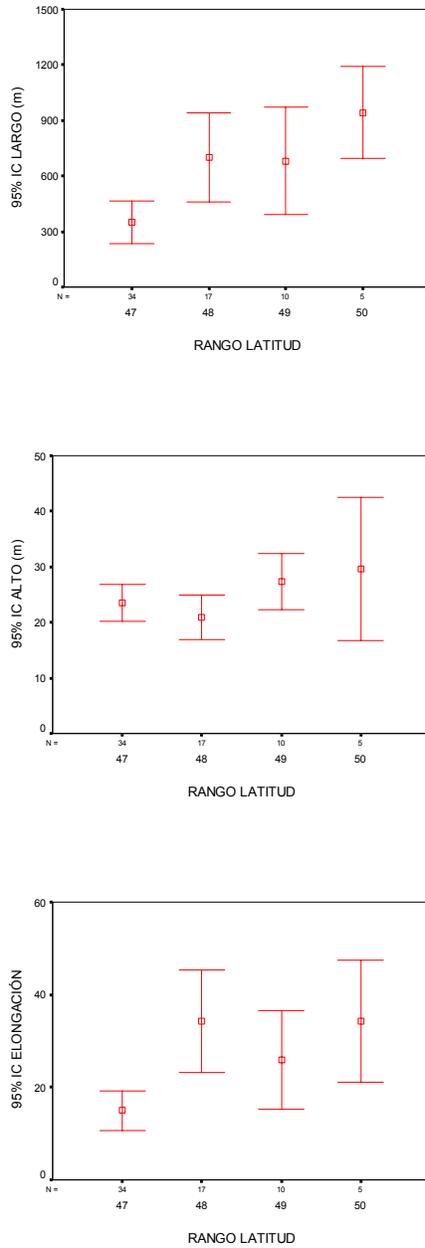


Figura 56. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n latitud.

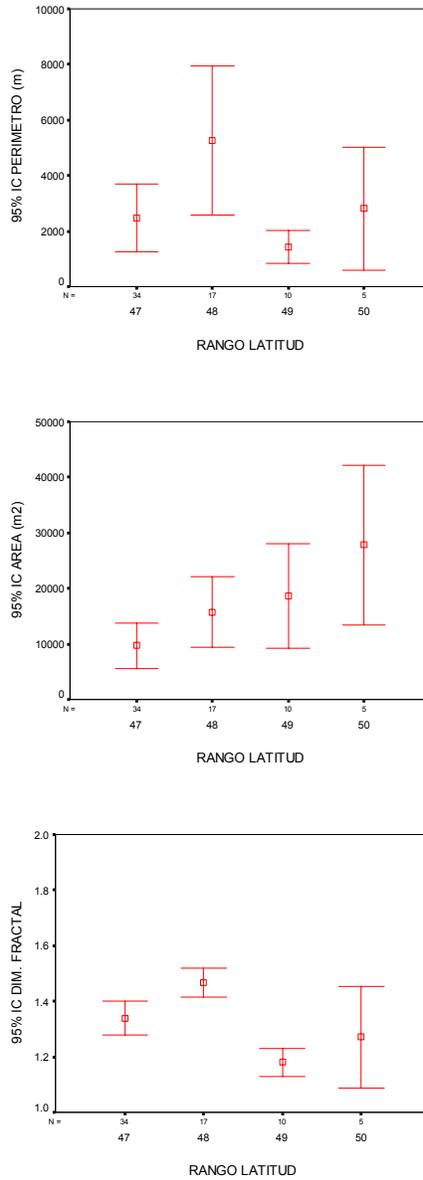


Figura 57. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 1rea y dimensi3n fractal seg3n latitud.

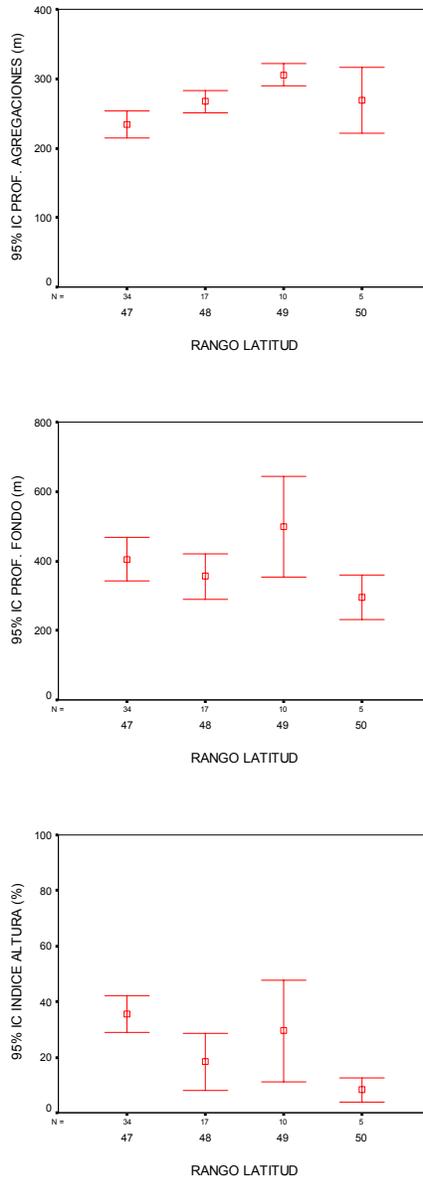


Figura 58. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 6ndice de altura seg6n latitud.

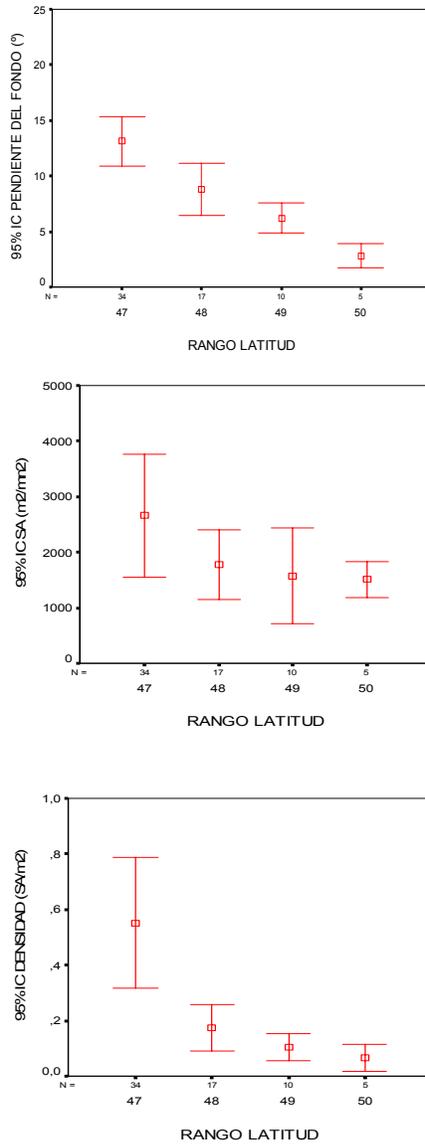


Figura 59. Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energa acstica, densidad acstica de agregaciones segun latitud.

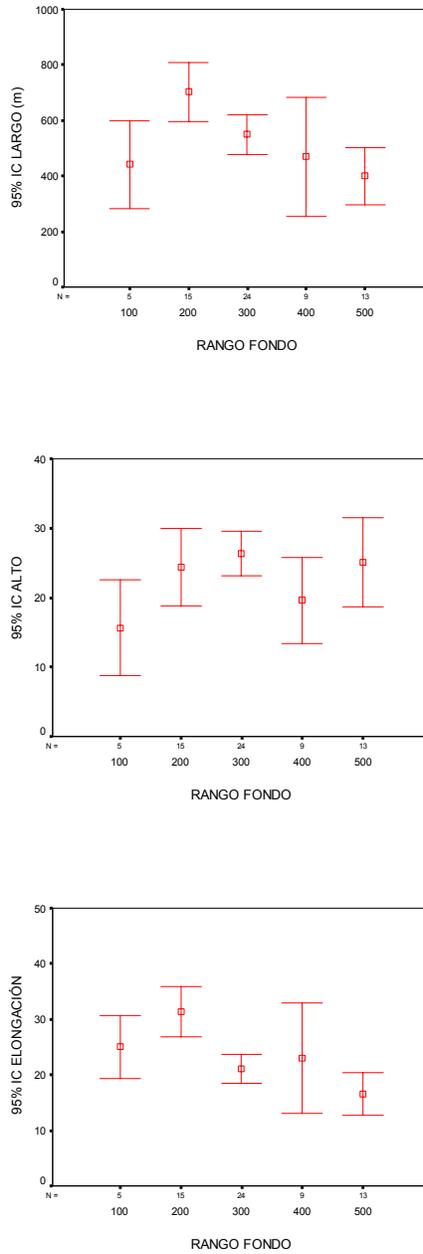


Figura 60. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun rango de fondo.

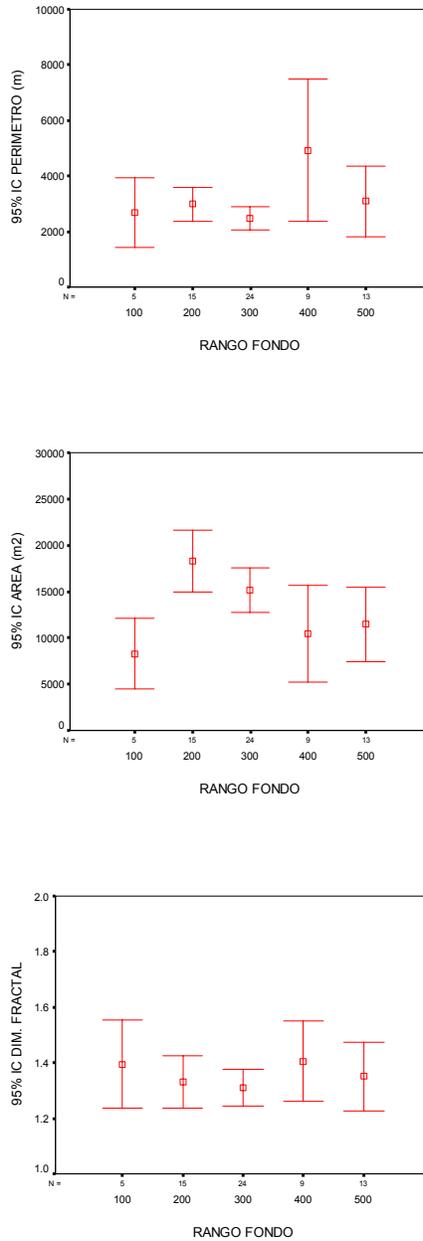


Figura 61. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.

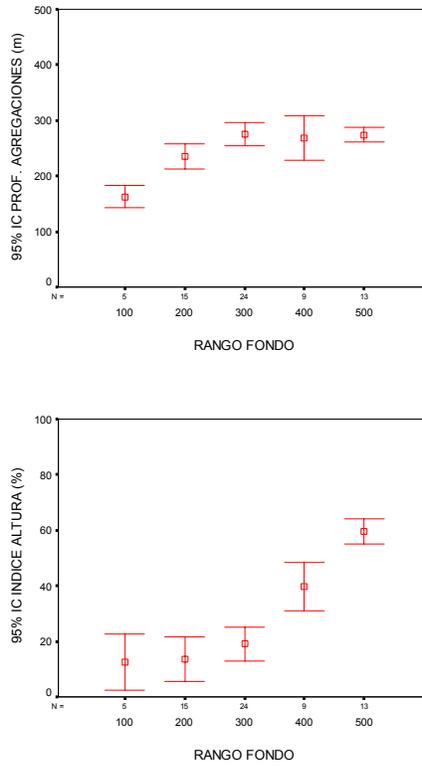


Figura 62. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.

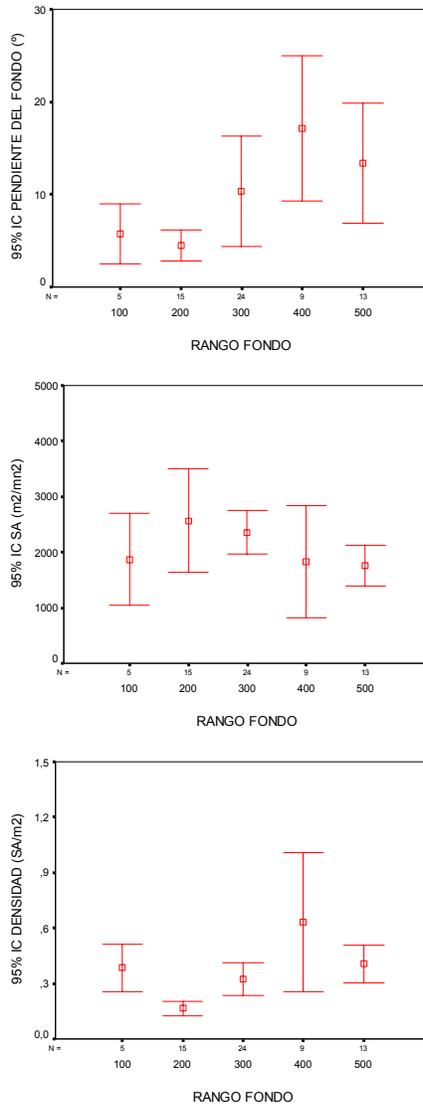


Figura 63. Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energa acstica y densidad acstica segun rango de fondo.

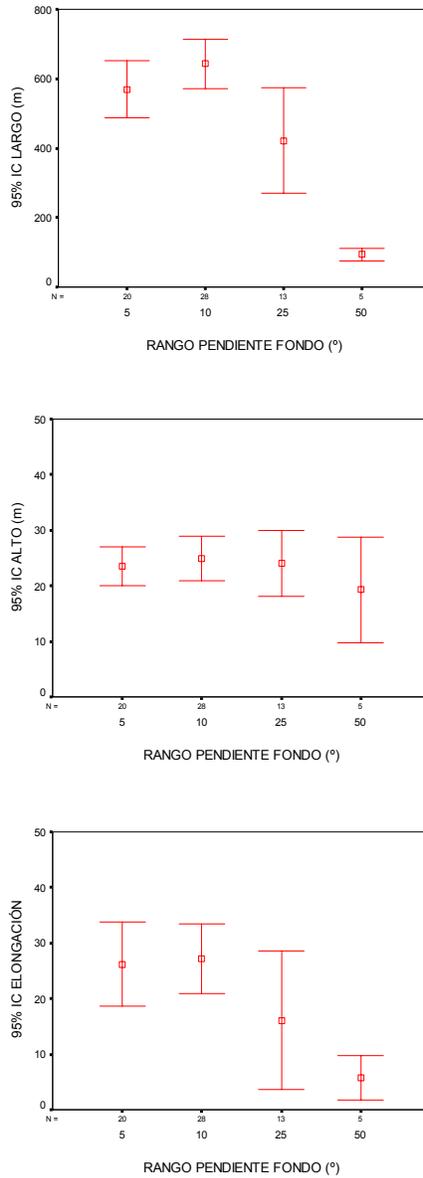


Figura 64. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun pendiente del fondo.

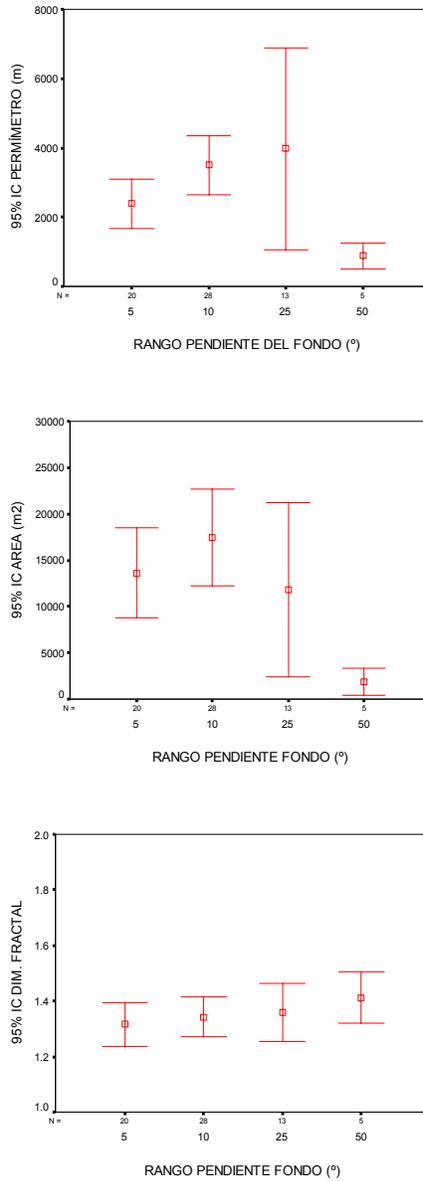


Figura 65. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n pendiente del fondo.

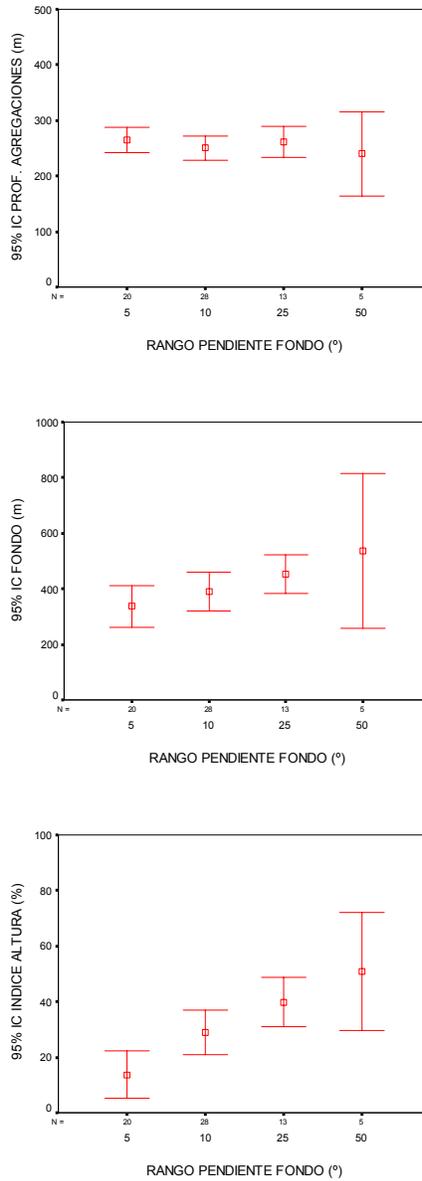


Figura 66. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según pendiente del fondo.

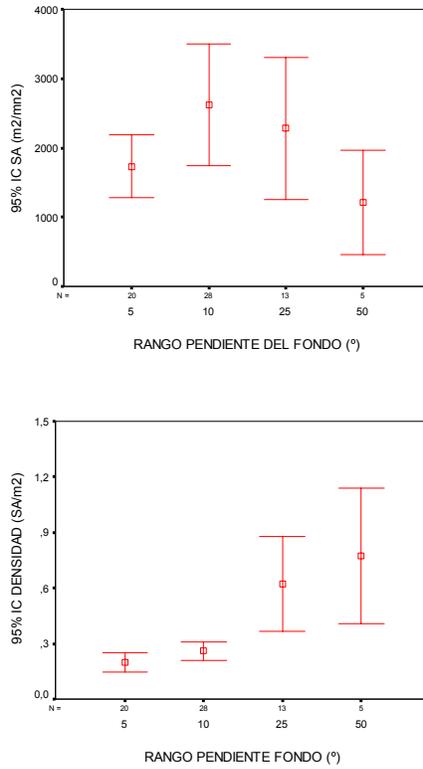


Figura 67. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energí retrodispersada Y densidad acústica de agregaciones según pendiente del fondo.

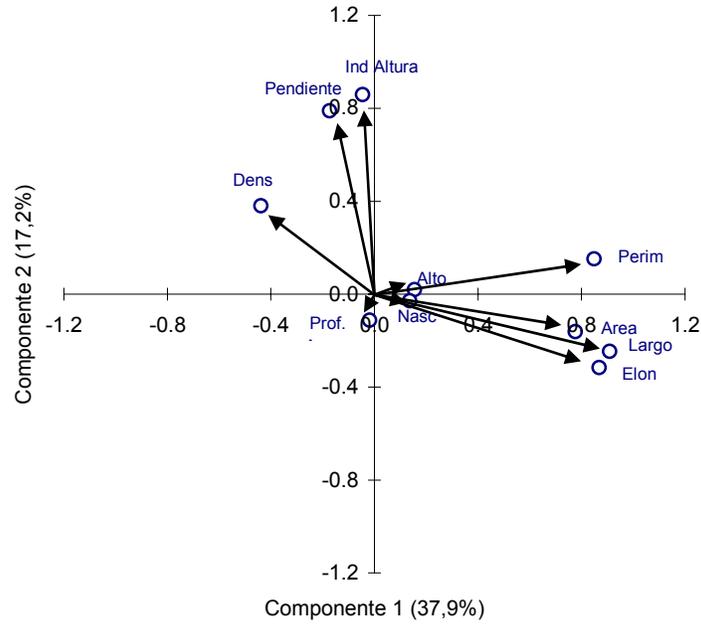


Figura 68. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes.

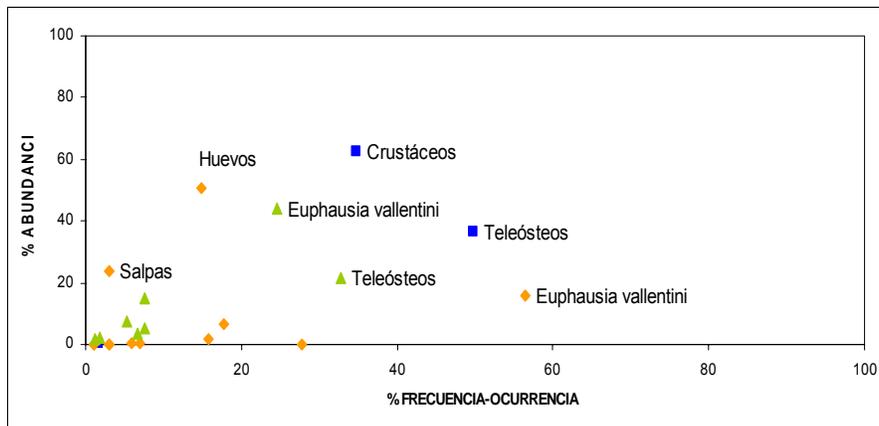


Figura 69 Representaci3n de las estrategias alimenticias segun el m3todo gr3fico de Amundsen *et al.* (1996) para los aros 2005, 2007 y 2008. (▲: 2005, ◆: 2007y ■: 2008).

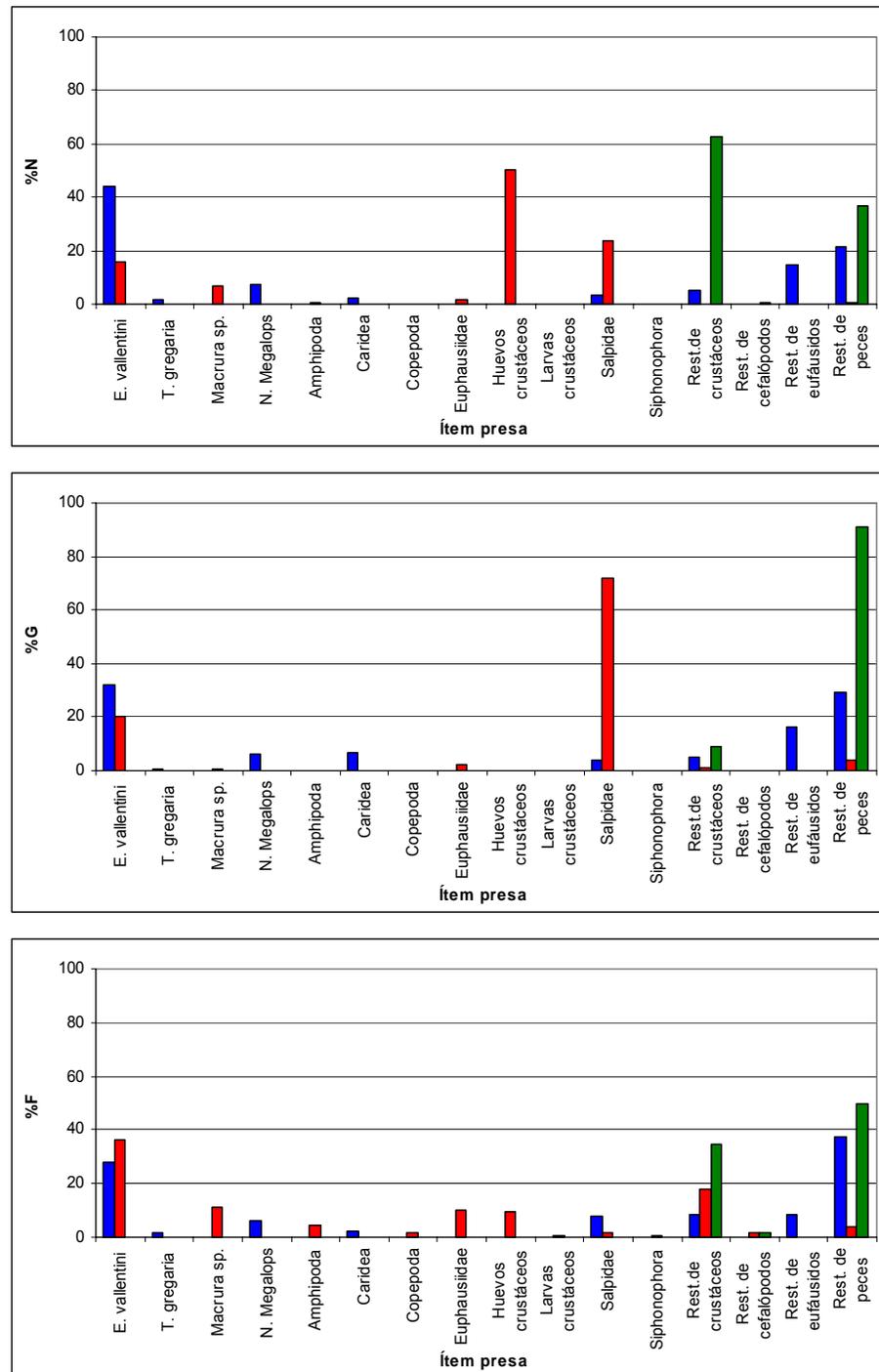


Figura 70. Representación gráfica de los indicadores Numérico, Gravimétrico y de Frecuencia de los ítems alimentarios de la merluza de tres aletas para los años 2005, 2007 y 2008. (Azul: 2005, Rojo: 2007, Verde: 2008).

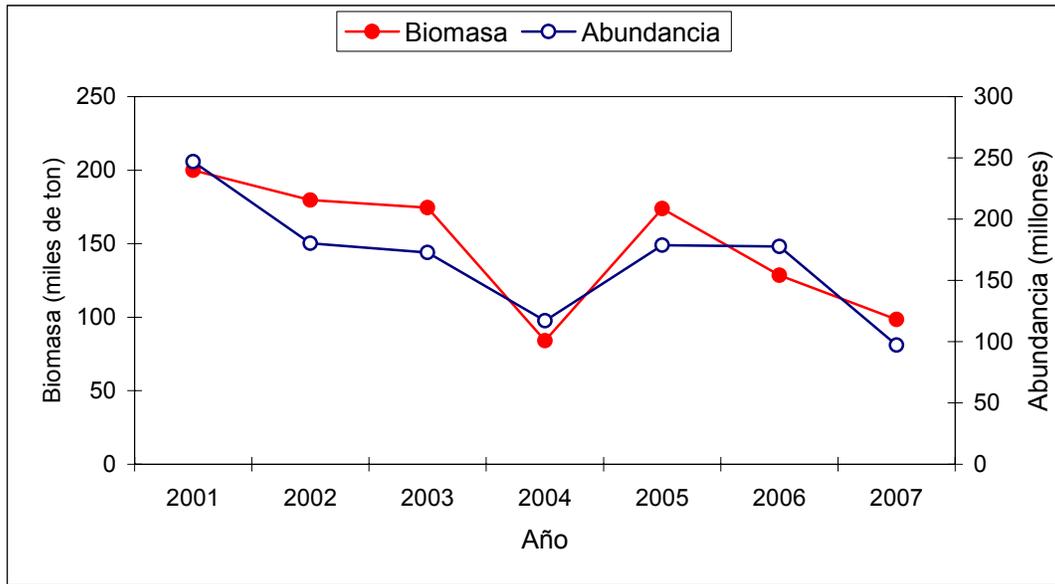


Figura 71. Estimados de biomasa y abundancia para merluza de tres aletas, años 2001-2008

ANEXOS

A N E X O 1

**Personal participante por actividad y
objetivo específico**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPEC3FICO**
FIP N° 2008-12**Objetivo espec3fico 2.1**

| PERSONAL | Preparaci3n crucero | Crucero | Procesamiento datos | An3lisis datos | Informe | TOTAL |
|---------------|---------------------|------------|---------------------|----------------|------------|-------------|
| A. Saavedra | 30 | 140 | 160 | 110 | 90 | 530 |
| J Castillo | 10 | 0 | 0 | 90 | 20 | 120 |
| F. Leiva | 30 | 140 | 120 | 60 | 0 | 350 |
| B. Leiva | 10 | 0 | 100 | 20 | 0 | 130 |
| Z. Young | 20 | 0 | 10 | 10 | 0 | 40 |
| JC. Saavedra | 20 | 0 | 100 | 50 | 20 | 190 |
| O. Nancul | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Osorio | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Maripillan | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| R. Cardenas | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| TOTAL | 120 | 392 | 490 | 340 | 130 | 1472 |

NOTA: Debido a requerimientos operacionales el Sr. Bernardo Leiva, es reemplazado en el crucero por el Sr. Francisco Leiva, Ing. Pesquero, desempeñándose como Investigador acústico. El mismo motivo lleva a reemplazar en el crucero de prospecci3n a los Sres. Luis Adasme, Demetrio Diaz y Luis Contreras por los Sres. Jos3 Osorio, Juan Maripillán y Raúl Cárdenas, todos Observadores Científicos del IFOP, con amplio conocimiento y experiencia en el muestreo biol3gico de la merluza de tres aletas, los cuales cumplen funciones regulares de muestreo en la PDA.

Objetivo espec3fico 2.2

| PERSONAL | Preparaci3n crucero | Crucero | Procesamiento datos | An3lisis datos | Informe | TOTAL |
|---------------|---------------------|------------|---------------------|----------------|------------|-------------|
| R. Cespedes | 20 | 0 | 200 | 160 | 80 | 460 |
| L. Adasme | 40 | 0 | 310 | 90 | 10 | 450 |
| 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 |
| J. Osorio | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Maripillan | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| R. Cardenas | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| TOTAL | 85 | 112 | 1410 | 360 | 210 | 2177 |

NOTA: La asignaci3n de las horas hombre de los se±ores Oscar Nancul, Jos3 Osorio, Juan Maripillán y Raúl Cárdenas corresponde a horas de crucero como muestreadores, recolectando las muestras que sirvieron para los objetivos 2.2, 2.3, 2.4 y 2.6



Objetivo espec3fico 2.3

| PERSONAL | Preparaci3n crucero | Crucero | Procesamiento datos | An3lisis datos | Informe | TOTAL |
|---------------|---------------------|------------|---------------------|----------------|------------|-------------|
| Z. Young | 5 | 0 | 10 | 10 | 0 | 25 |
| E. Diaz | 0 | 0 | 200 | 150 | 130 | 480 |
| B. Carvajal | 0 | 0 | 720 | 0 | 0 | 720 |
| O. Nancul | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Osorio | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Maripillan | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| R. Cardenas | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| TOTAL | 5 | 112 | 930 | 160 | 130 | 1337 |

Objetivo espec3fico 2.4

| PERSONAL | Preparaci3n crucero | Crucero | Procesamiento datos | An3lisis datos | Informe | TOTAL |
|---------------|---------------------|------------|---------------------|----------------|-----------|------------|
| E. Molina | 0 | 0 | 170 | 60 | 45 | 275 |
| O. Nancul | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Osorio | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Maripillan | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| R. Cardenas | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| TOTAL | 0 | 112 | 170 | 60 | 45 | 387 |

Objetivo espec3fico 2.5

| PERSONAL | Preparaci3n crucero | Crucero | Procesamiento datos | An3lisis datos | Informe | 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 espec3fico 2.6

| PERSONAL | Preparaci3n crucero | Crucero | Procesamiento datos | An3lisis datos | Informe | TOTAL |
|---------------|------------------------|------------|------------------------|-------------------|-----------|------------|
| O. Nancul | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Osorio | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| J. Maripillan | 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 |

A N E X O 2

**Registro gráfico del proyecto:
Video del Crucero en CD**

A N E X O 3

Taller presentación resultados



Taller

Entrega de Resultados proyecto FIP N° 2008-12

“Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza tres aletas, año 2008”

Viernes 13 de marzo de 2009, entre las 15:00 hrs. y las 17:00 hrs.

Lugar: Salón Auditorium “Marcos Espejo Vidal” de IFOP, Blanco Encalada N° 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

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

15:10 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, 25´.
- Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. Sr. Eduardo Díaz, IFOP, 15´.

Coffee-Break (10´)

- Importancia relativa fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas Sr. Esteban Molina, 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´.
- 17:00 hrs Discusión de resultados

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



Fotos del Taller de Presentación de Resultados FIP 2008-12

Valparaíso, viernes, 13 marzo de 2009

“Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza tres aletas, año 2008”



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

Proyecto FIP N° 2008-12

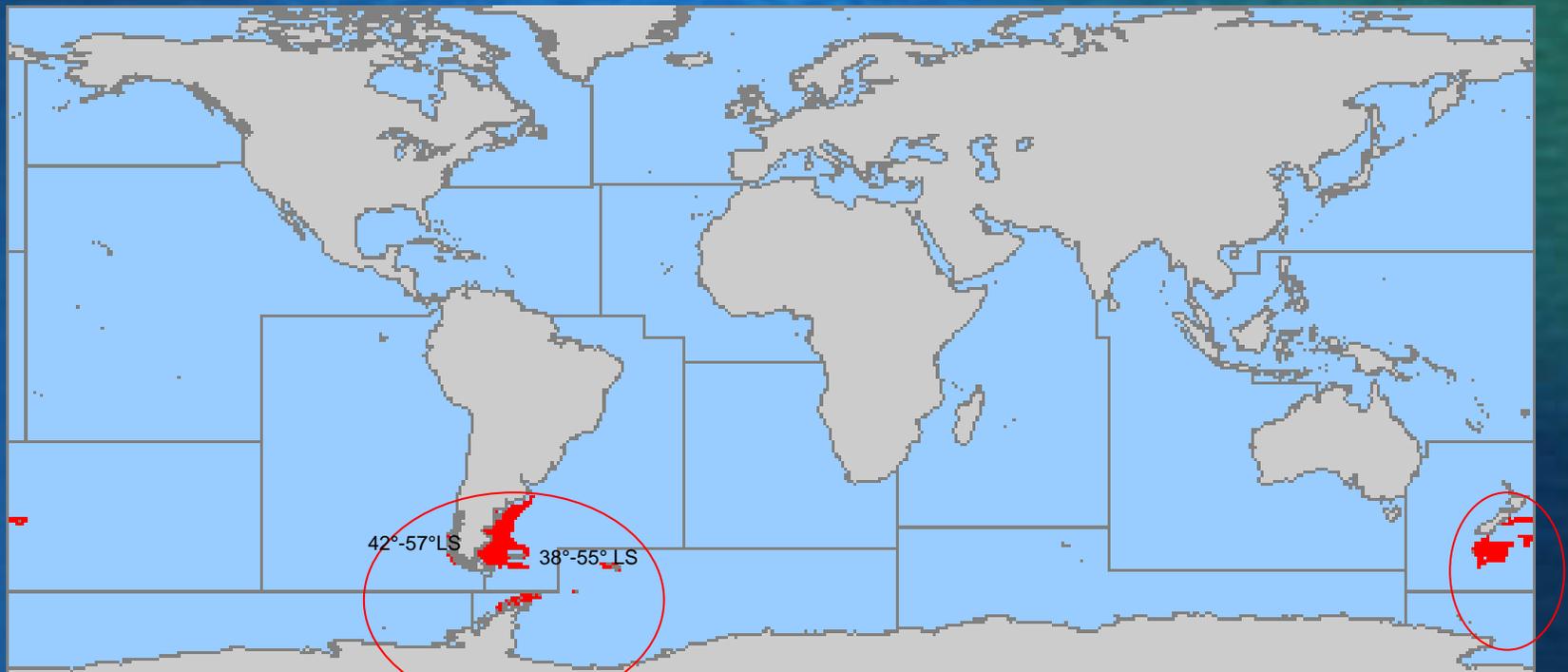
**“Evaluación hidroacústica del stock
desovante merluza de tres aletas, año 2008”**

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

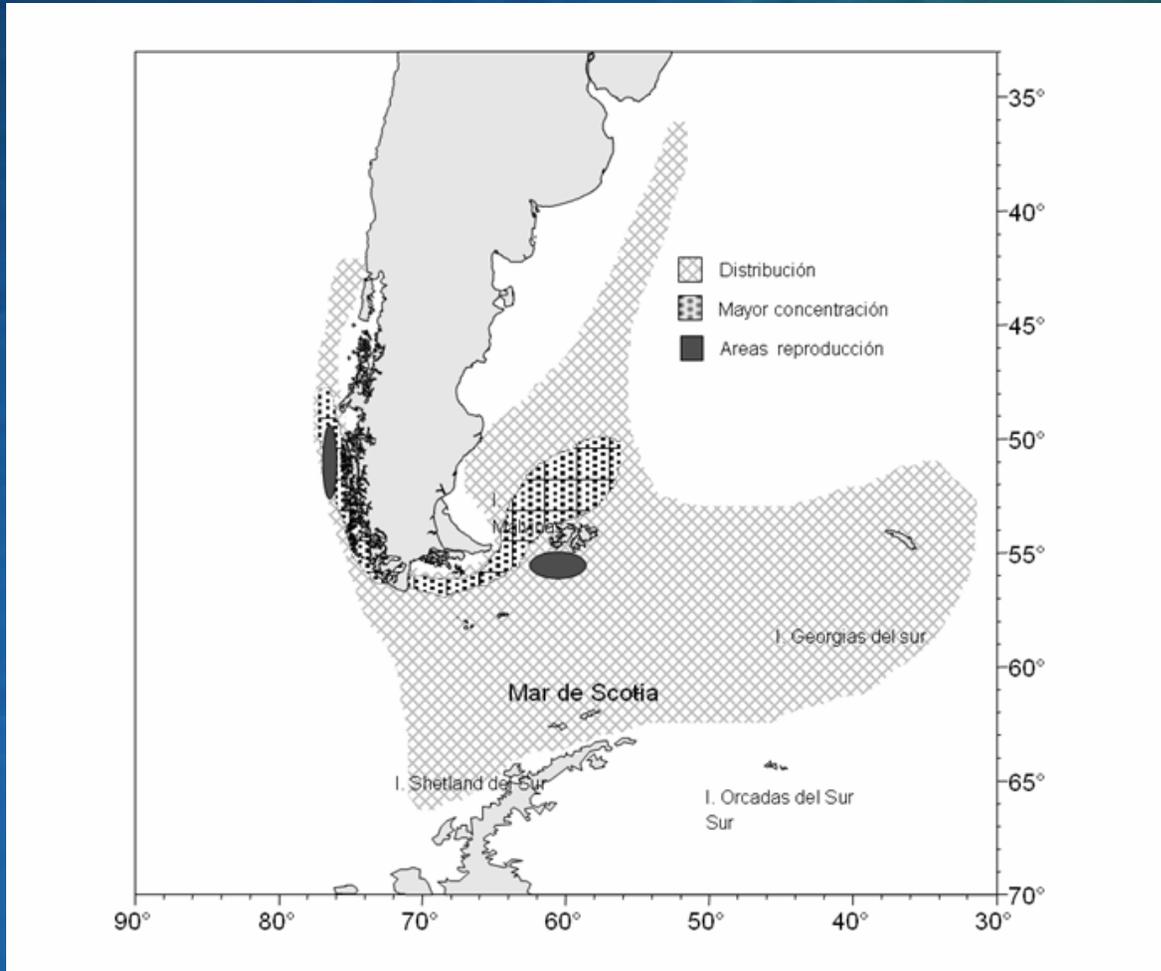
Marzo del 2009



***Micromesistius australis* Norman, 1937**



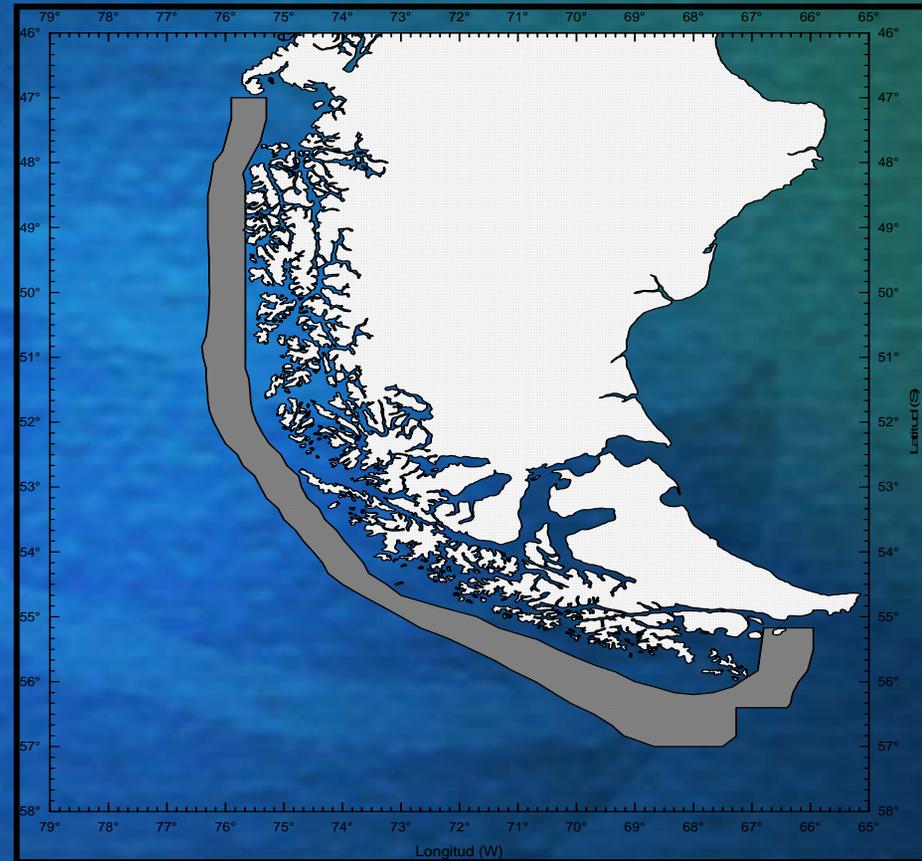
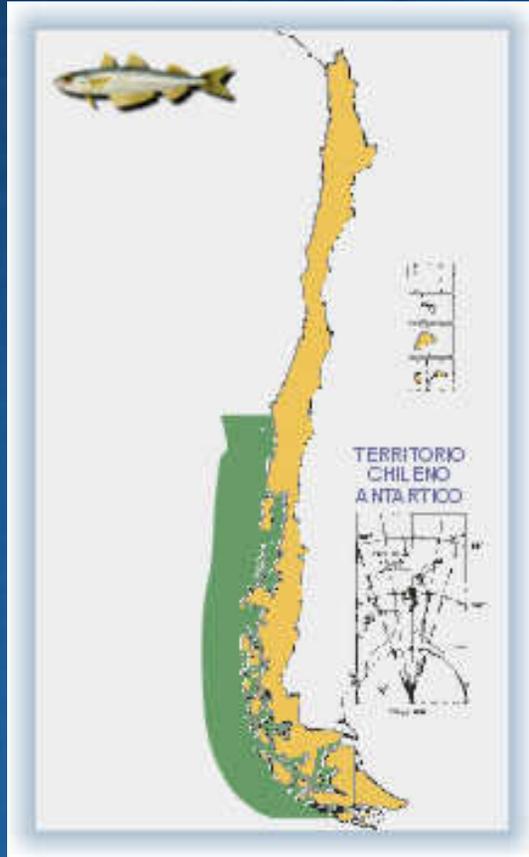
Chescheva y Baranov, 2001



Fuente: SubPesca

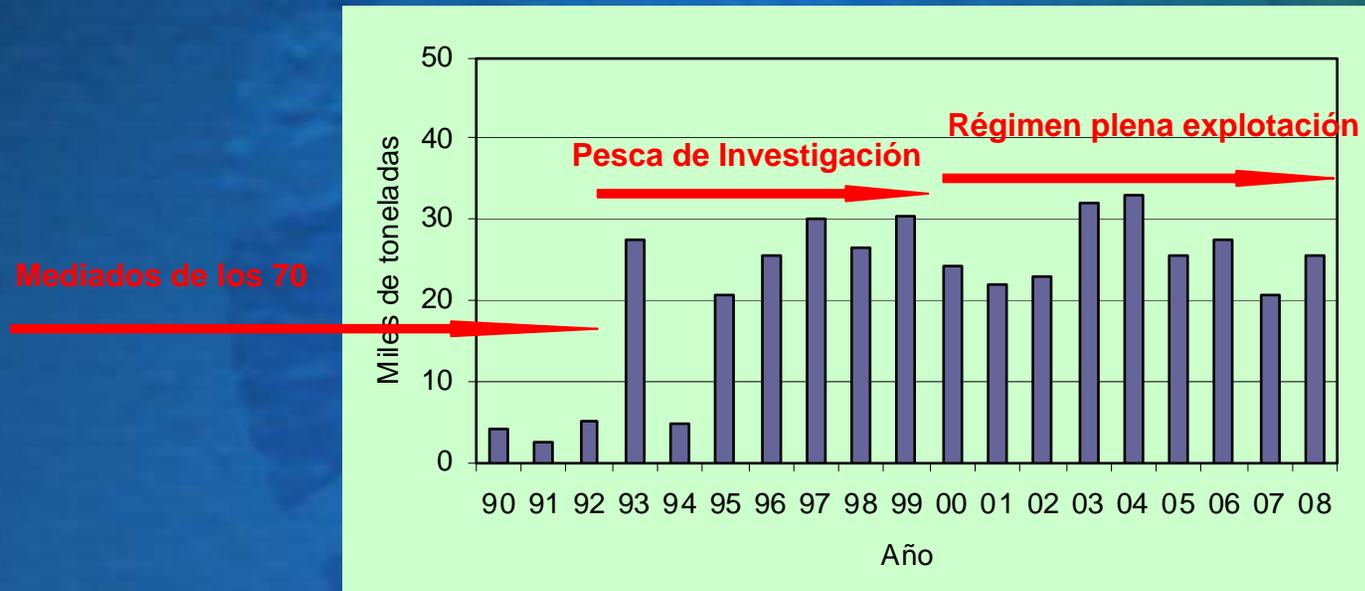


Distribución y área de la pesquería en Chile





Desembarques merluza de tres aletas (1990-2008)



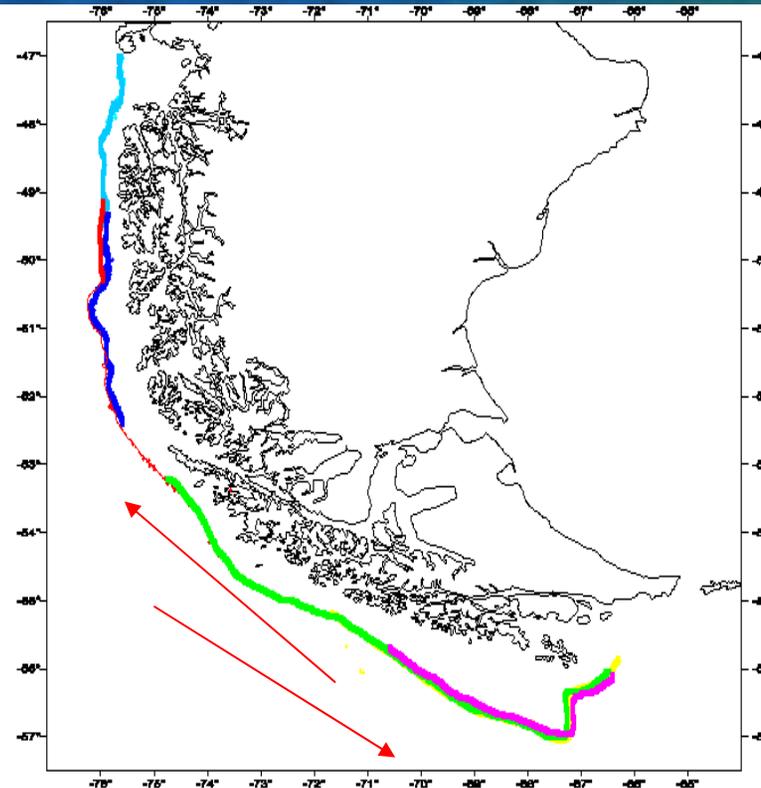


Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2008) zona sur exterior (47°S-57°S)

| 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 |



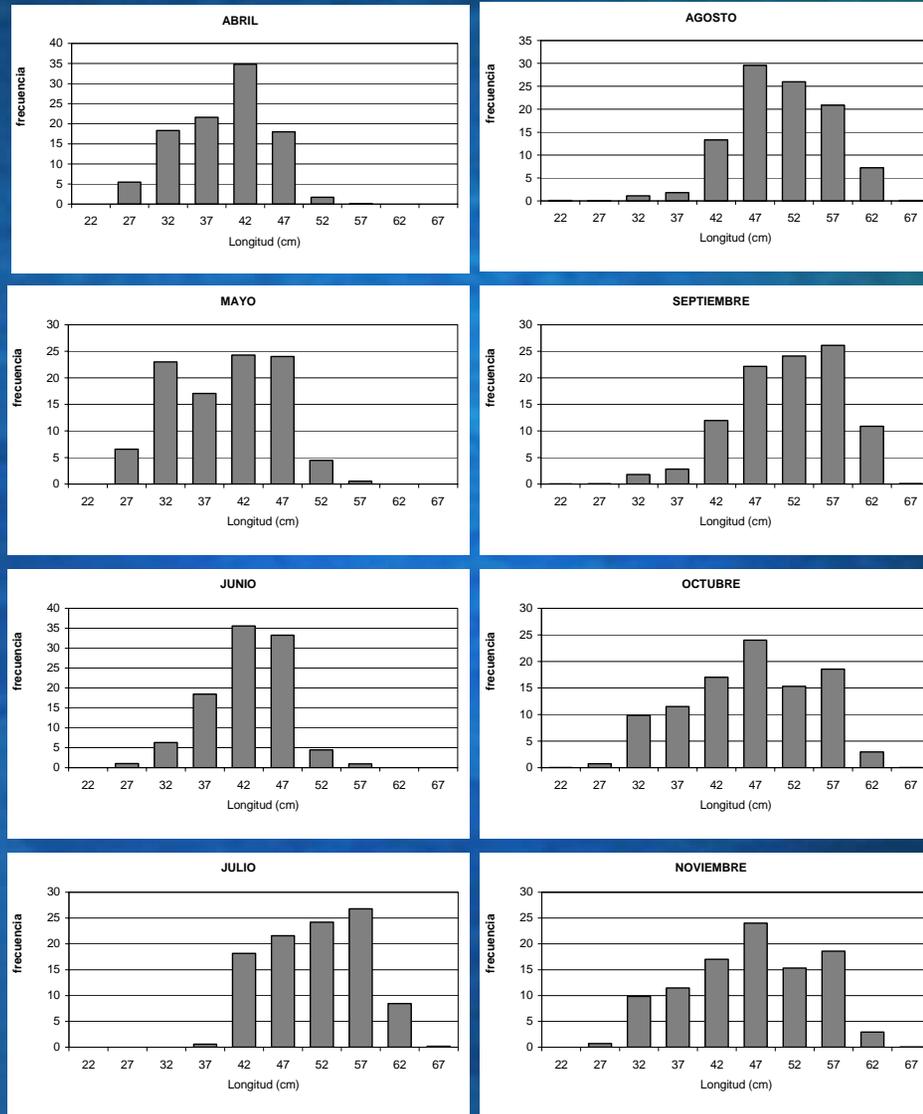
Áreas de operación mensual de la flota arrastrera surimera



Lillo et al., 1994 postulan esquema dinámica espacial, asociando la presencia del recurso a un pulso migratorio de carácter reproductivo.



Distribución mensual estructura de tallas





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 ocho proyectos de investigación orientados a evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas, siete 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 2008.

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.



Objetivo N° 1

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



EMBARCACIÓN (2008)

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®



RED DE PESCA

- Red arrastre de mediagua Gloria
- Comercial, de uso normal en la pesquería
- Desarrollo vertical 50 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

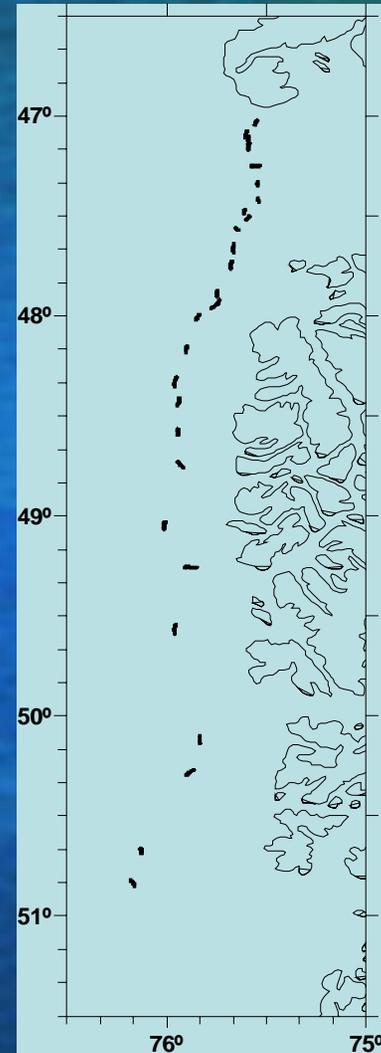
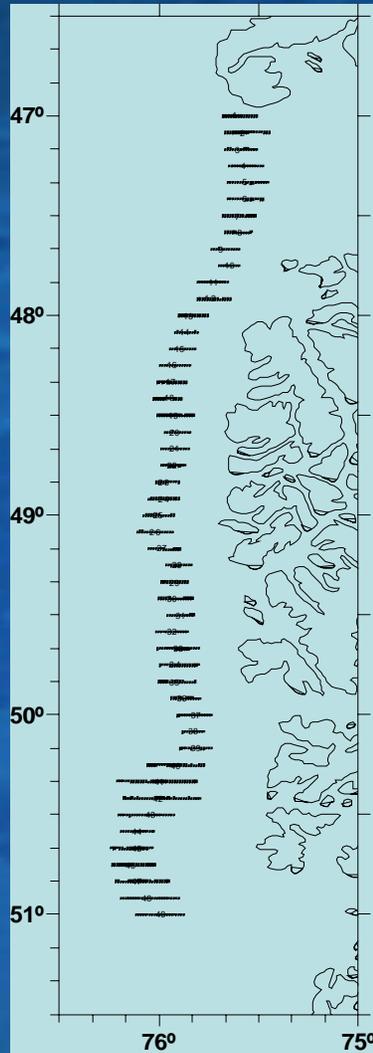
PERÍODO

Durante agosto



Distribución transectas

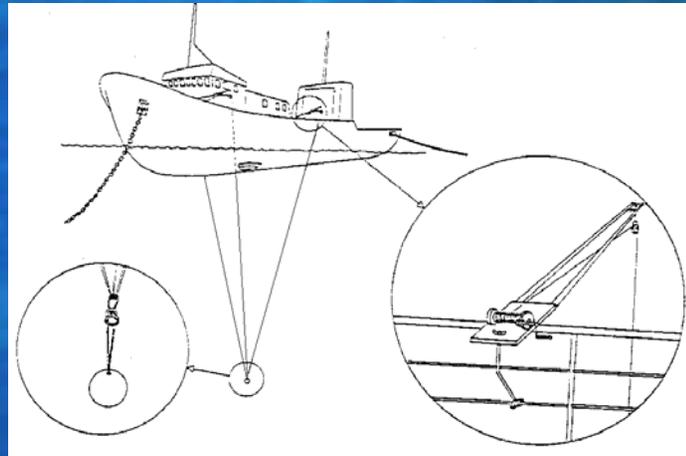
Distribución lances





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 | Bahía de Puerto Chacabuco |
| Fecha | 31/07/2008 |
| Buque | Friosur VIII |
| Ecosonda | Simrad EK 60 |
| Transductor | ES38B |
| Profundidad esfera | 11 m |
| Profundidad fondo | 40 m |
| Frecuencia | 38 KHz |
| Ganancia anterior | 22,05 dB |
| Ganancia (calibración) | 21,50 dB |
| TS esfera | -33,6 dB |
| Sa corrección | -0,62 dB |
| Ancho de banda | 2,43 KHz |
| Intervalo de muestreo | 0,191 m |
| Coefficiente de absorción | 9,8 dB/km |
| Velocidad del sonido | 1493,9 m/s |
| 2-way beam angle | -20,6 dB |



ACTIVIDAD CRÍTICA CRUCERO

Lances de reconocimiento
y muestreo biológico

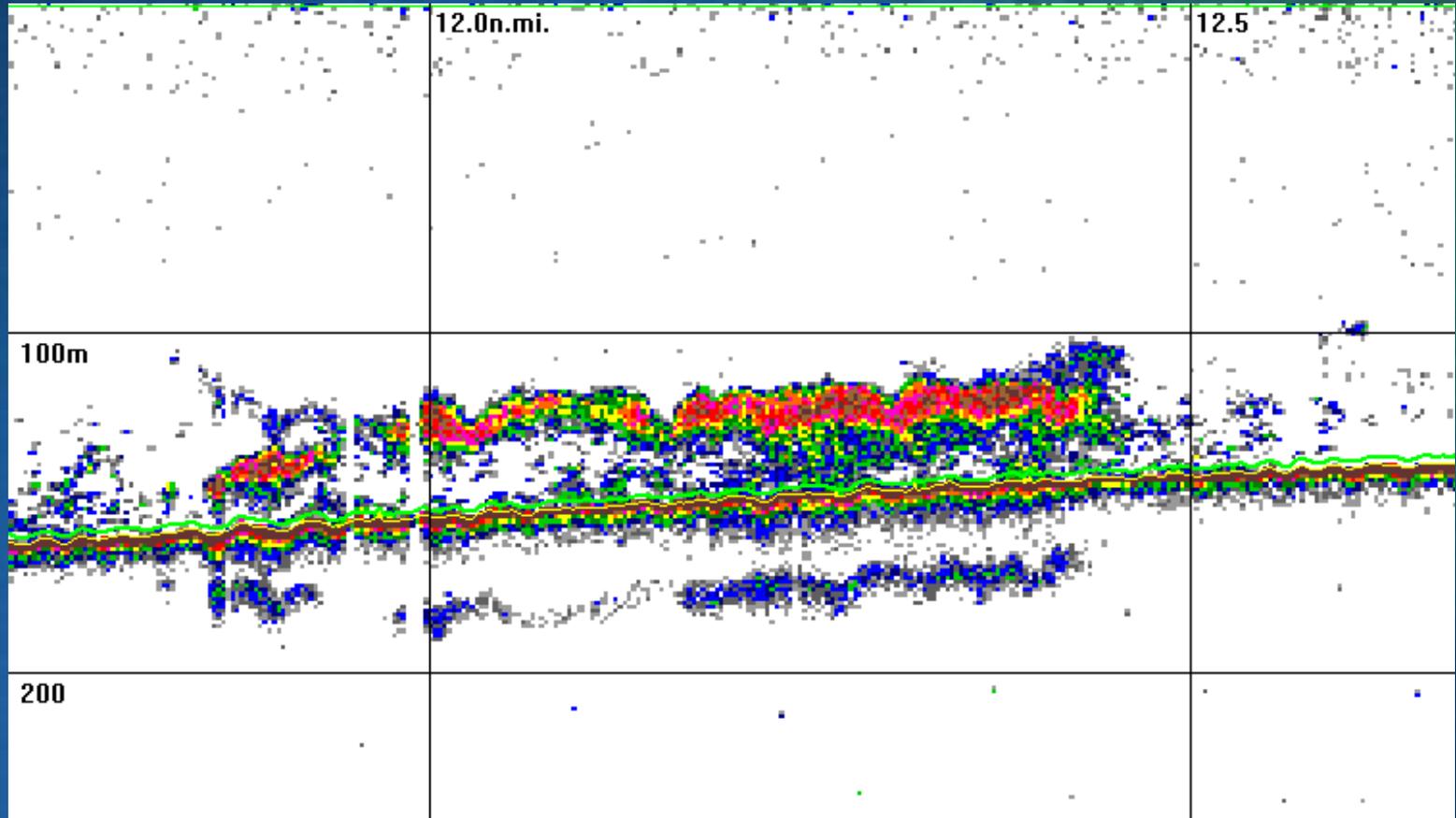




Estimación de Abundancia y Biomasa



IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS





IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS

Se realiza en base a la información extraída de los lances de pesca de reconocimiento, mediante inspección visual de los ecogramas, utilizando el software echoview y considera los siguientes pasos:

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

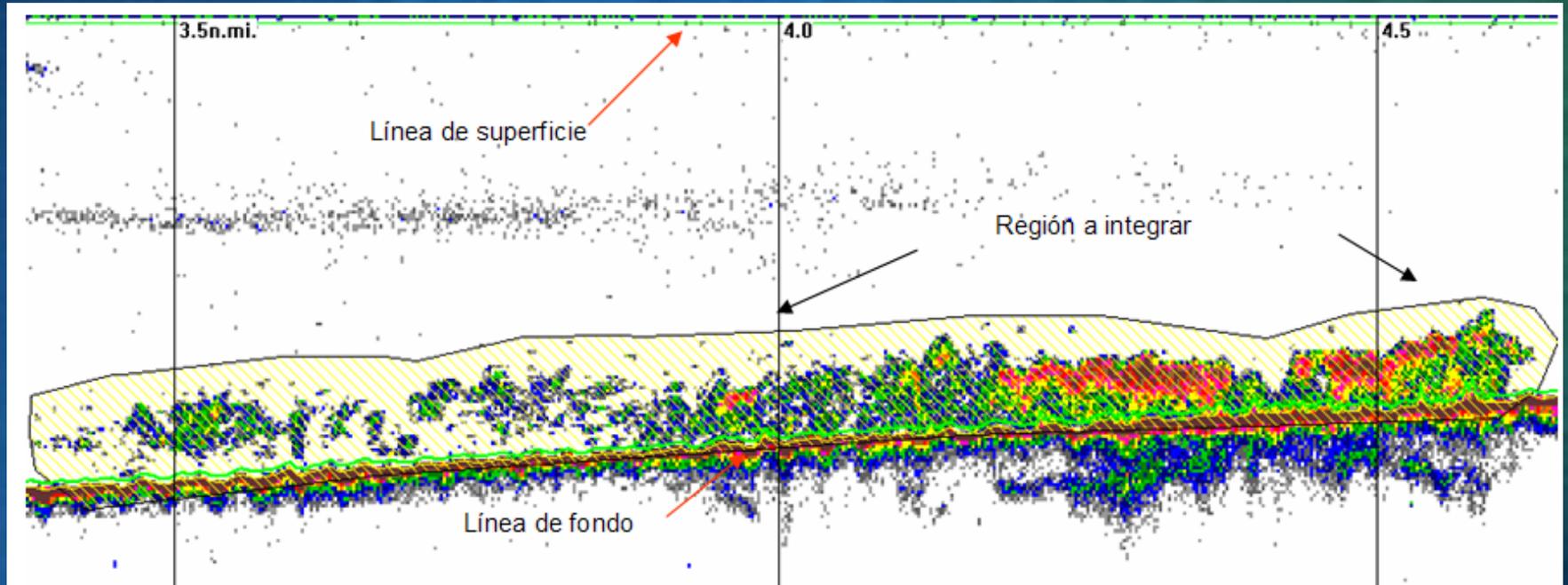


IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS

3. Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debe ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubica generalmente 3 metros bajo el transductor.
4. Definición de regiones a integrar, donde se integran positivamente las regiones dentro de cada IBM (Intervalo básico de muestreo de 0,5 mn de extensión) La delineación de la región a integrar es de tipo manual, encerrando convenientemente en la región el ecotrazo detectado para su posterior integración



IDENTIFICACIÓN DE ECOTRAZOS





Asignación unidades de ecointegración

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

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



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

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



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



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

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



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

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



Estimación de la varianza de la Abundancia y de la Biomasa

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

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

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

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

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



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

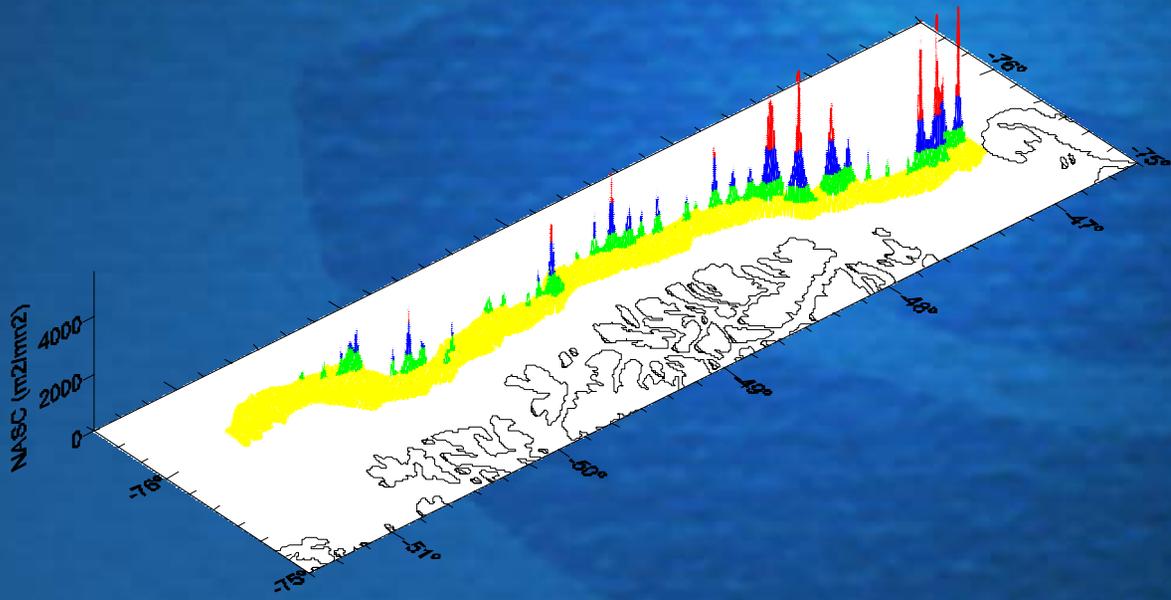
- Se estimó a partir de las densidades locales
- Se elaboran cartas de contornos
- Se estimó el centro de gravedad (CG_i) como indicador de la posición media de la distribución del stock de la merluza de tres aletas en el área de estudio.

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



2008
CG: 48°38'S
15 - 28 agosto

| | |
|-------------|----------------------------|
| Biomasa: | 93.463 ton, CV 0,06 |
| Abundancia: | 106,6 millones, CV 0,05 |



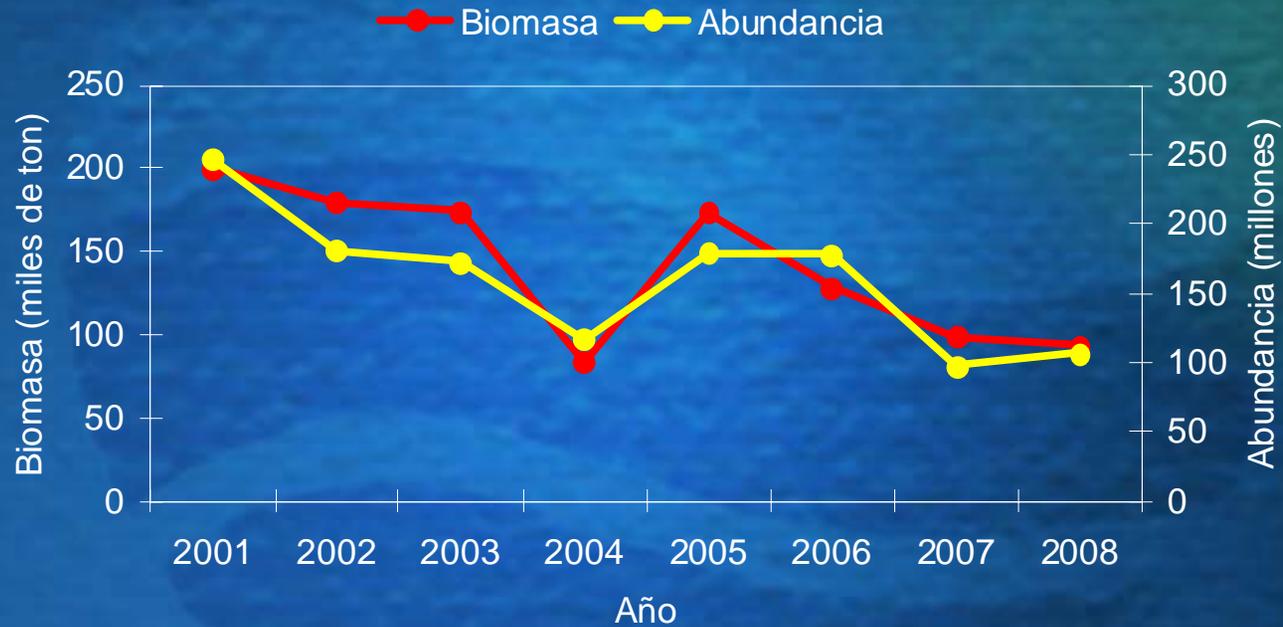


Biomasa y Abundancia años 2001-2008

| 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 |



Biomasa y Abundancia años 2001-2008





CONCLUSIONES

Se estimó una Biomasa de 93.463 ton con límites de confianza entre 84.223 y 102.703 ton y una abundancia de 106,6 millones de individuos

Si bien se observó un aumento de la abundancia de un 9,4% respecto al año anterior, se observa en líneas generales una tendencia a la baja en los estimados de Biomasa y Abundancia de merluza de tres aletas en la serie 2001-2008, resultando los últimos dos años biomاسas que no superan las 100.000 toneladas. Esta señal si bien no es dramática, sí es de alerta y cuidado.

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” anulando 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

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

Utilizado para merluza común

$$\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB) \quad (\text{Monstad } \textit{et al.}, 1992)$$

Utilizada para merluza de tres aletas en Nueva Zelanda (Hanchet, 1996, 2000), pero sobreestimaría la biomasa en niveles del 30% (Rose, 1998) (36%)

$$TS = 20 * \text{Log}(talla) - 69,1 \quad (dB) \quad (\text{Lillo } \textit{et al.}, 2006)$$

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

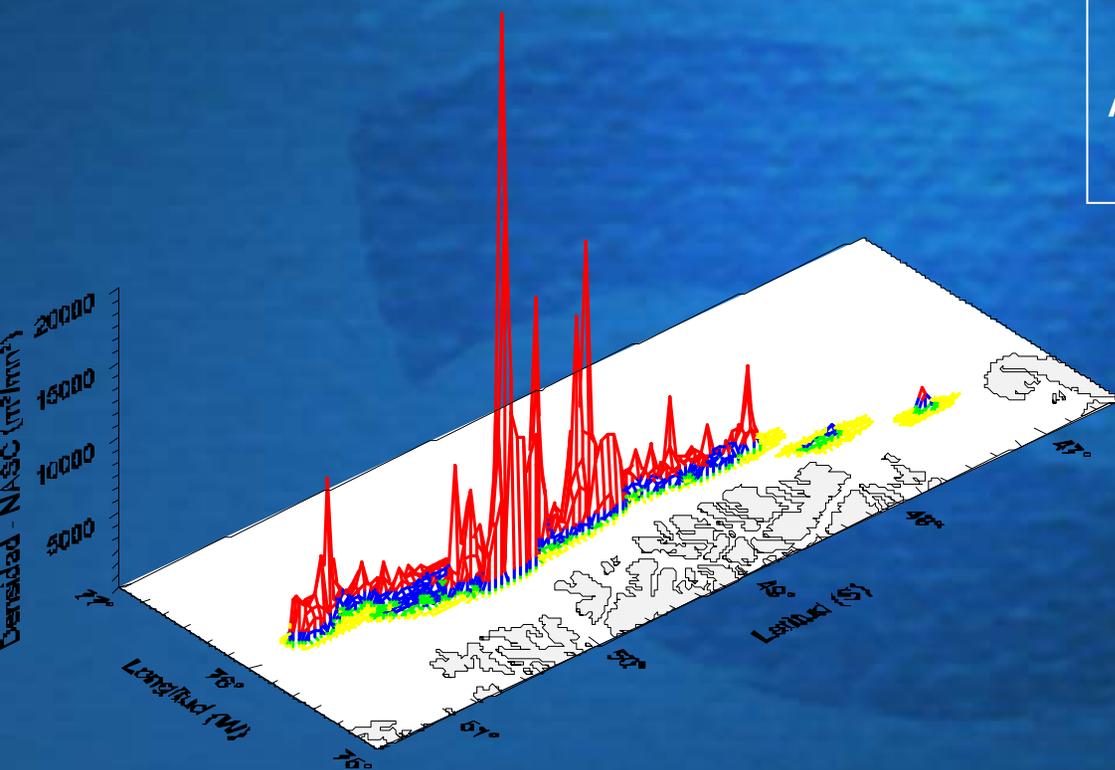


2001
CG: 49°24'S
29 - 8 septiembre

Recurso en desove masivo
 con primeros indicios de
 declinación de actividad

Biomasa: 199.975 ton,
 CV 0,22

Abundancia: 246,5 millones,
 CV 0,20



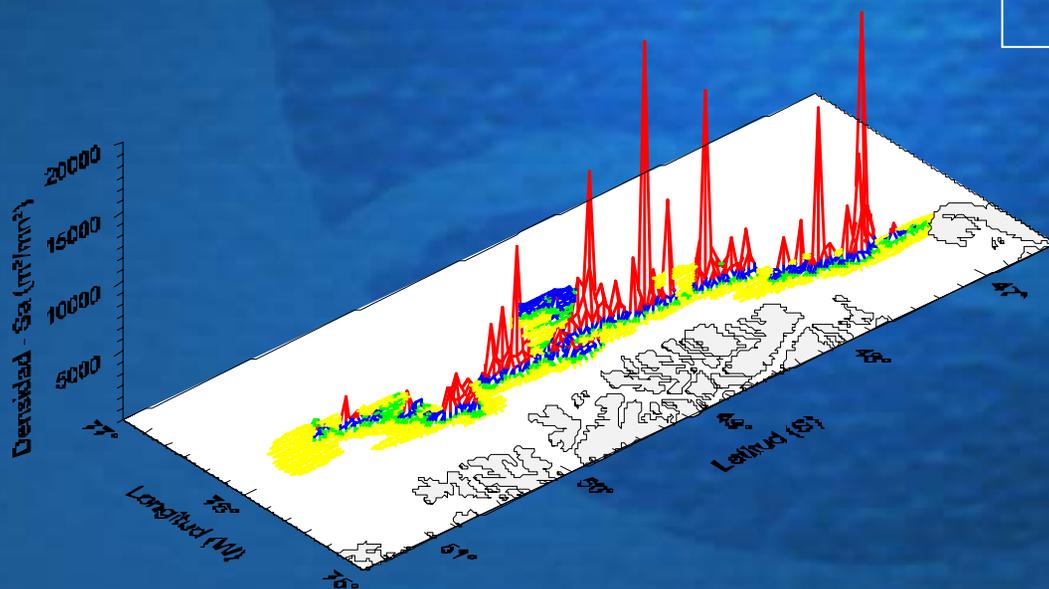


2002
CG: 48°27'S
3 - 17 agosto

Recurso próximo
a comenzar desove
masivo

Biomasa: 179.600 ton,
CV 0,08

Abundancia: 180,4 millones,
CV 0,06



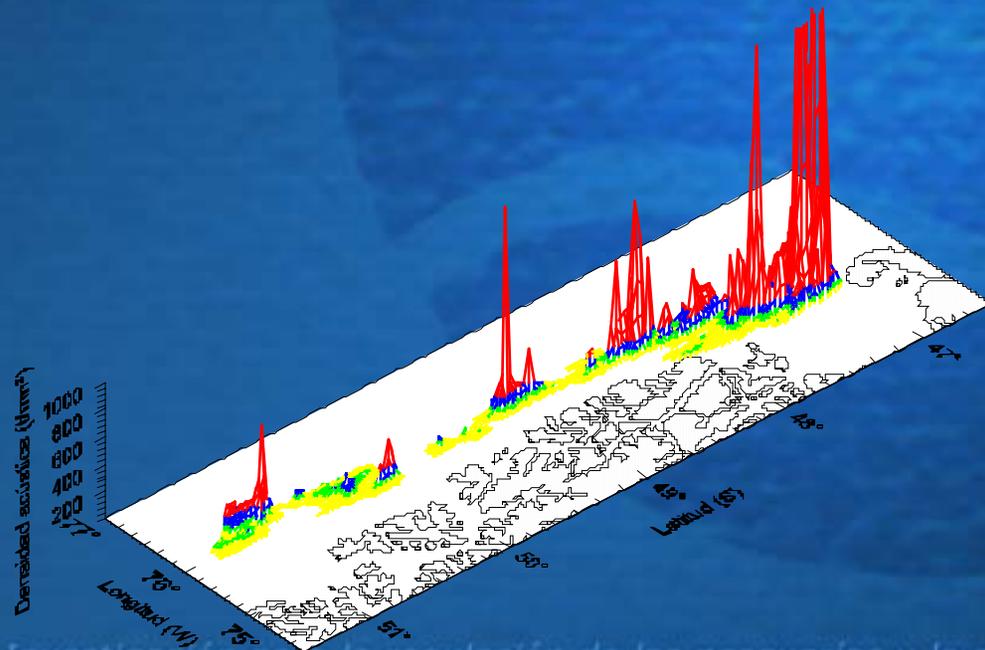


2003
CG: 47°45'S
2 - 15 agosto

Recurso en desove masivo
 Sin indicios de declinación
 de actividad

Biomasa: 174.379 ton,
 CV 0,20

Abundancia: 172,9 millones,
 CV 0,18

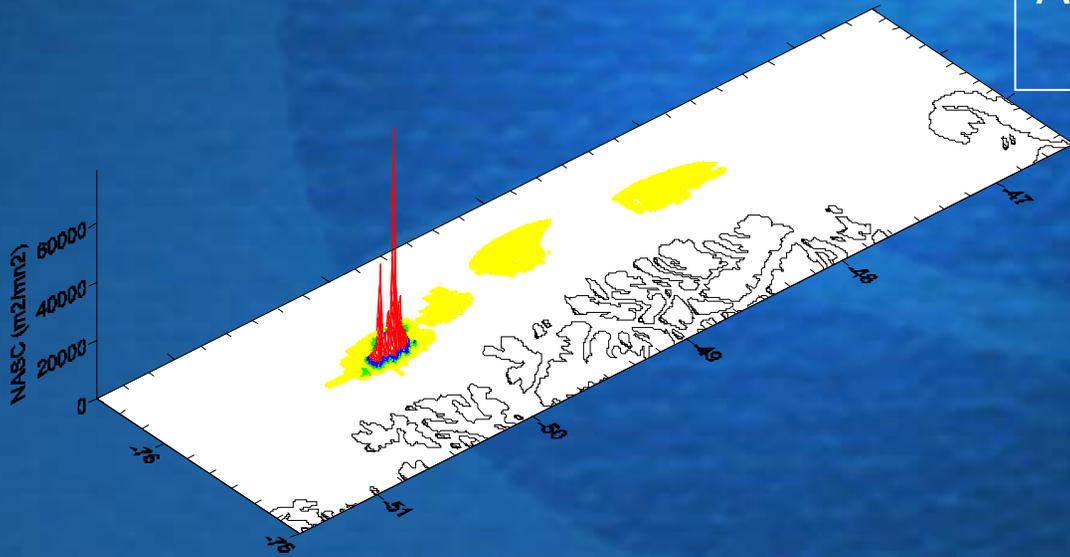




2004
CG: 50°10'S
2 - 14 septiembre

Declinación y finalización
 actividad de desove

| | |
|-------------|----------------------------|
| Biomasa: | 83.886 ton, CV 0,20 |
| Abundancia: | 117,1 millones, CV 0,17 |



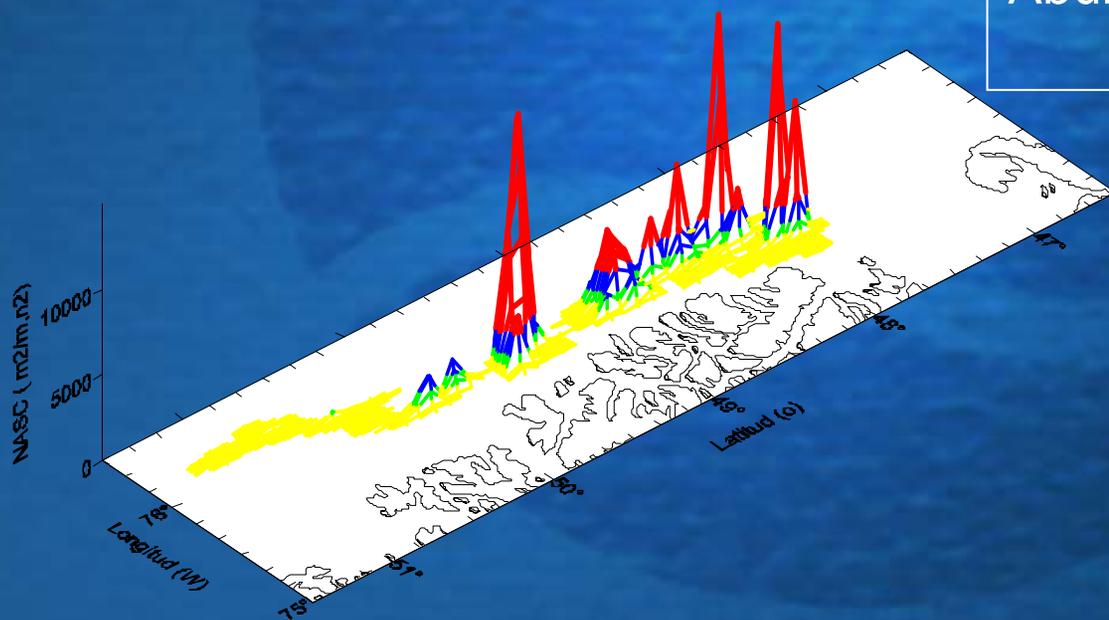


2005
CG: 48°46'S
13 - 22 agosto

Recurso principalmente en estado desovante y en maduración con desove parcial

Biomasa: 173.876 ton,
 CV 0,15

Abundancia: 178,8 millones,
 CV 0,06



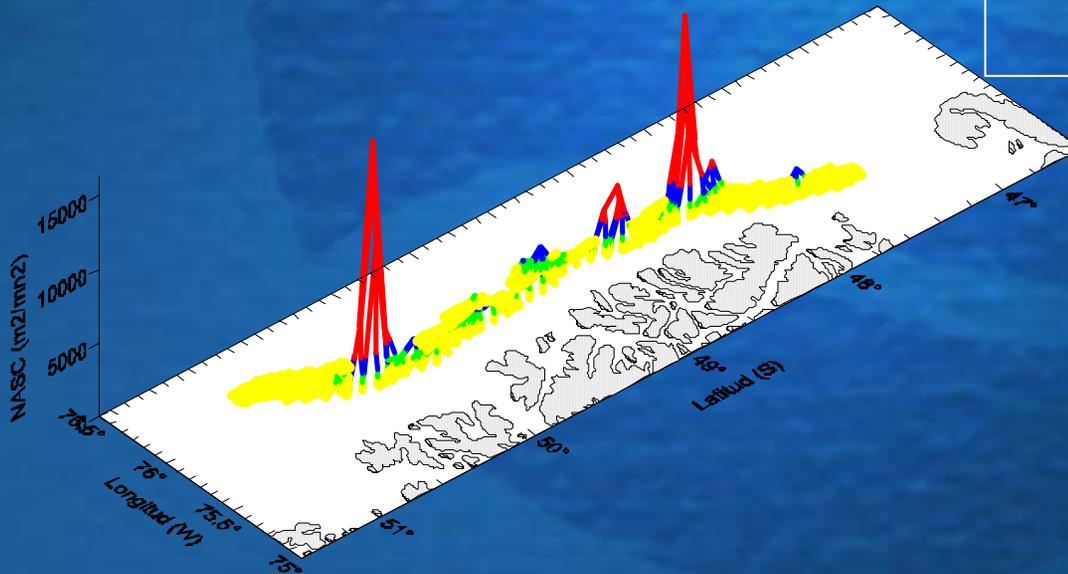


2006
CG: 49°16'S
20 - 27 agosto

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

Biomasa: 128.522 ton,
 CV 0,07

Abundancia: 177,8 millones,
 CV 0,06



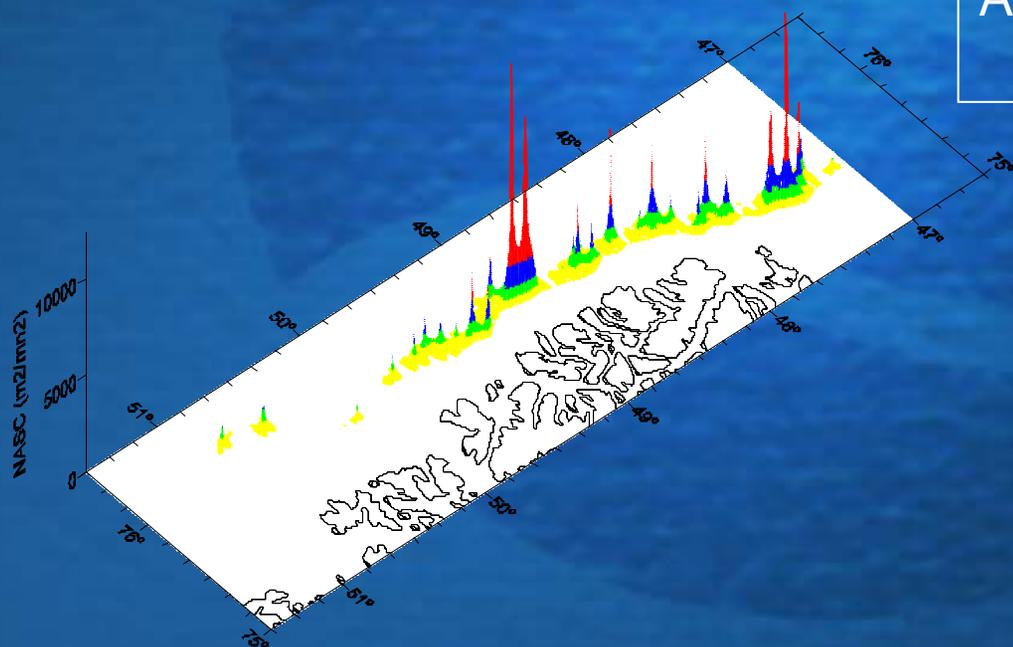


2007
CG: 48°29'S
20 - 26 agosto

Recurso con actividad reproductiva
en pleno desarrollo

Biomasa: 98.500 ton,
CV 0,12

Abundancia: 97,4 millones,
CV 0,11





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

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:

-Basado en los muestreos de biológicos (al azar) provenientes de las capturas de los lances de pesca de identificación de ecotrazos.

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 2006.

- División del área de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 45°30' y 47°29' S. denominada Taitao; Area 2 entre 47°30' y 48°59' S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Area 3 entre 49° y 51° S. denominada Trinidad-Concepción.



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

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

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

$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

donde:

- j = Lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
- k = Clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
- Y_j = Captura (en peso) del lance j
- n_j = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n_{jk} = Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

Las distribuciones de tallas obtenidas fueron 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.



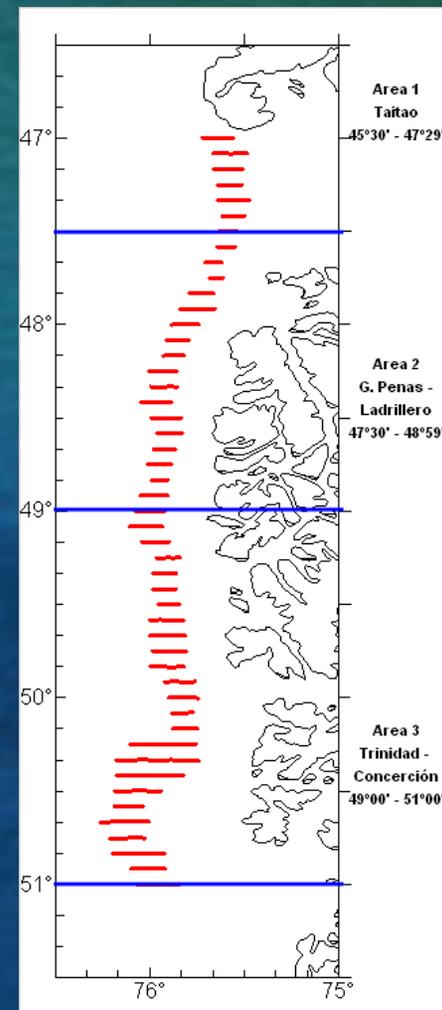
RESULTADOS Y ANALISIS

Ejemplares medidos en el 2008 para el área total

| Indicador | Macho | Hembra | Total |
|--------------|-------|--------|-------|
| n | 1070 | 740 | 1810 |
| Mín. (cm) | 28 | 29 | 28 |
| Máx. (cm) | 61 | 67 | 67 |
| Prom. (cm) | 48,1 | 55,9 | 51,9 |
| D. est. (cm) | 2,6 | 3,3 | 2,5 |
| % < 35 cm | 1,5 | 0,7 | 1,0 |
| Pr. Sex. (%) | 52,6 | 47,4 | 100 |

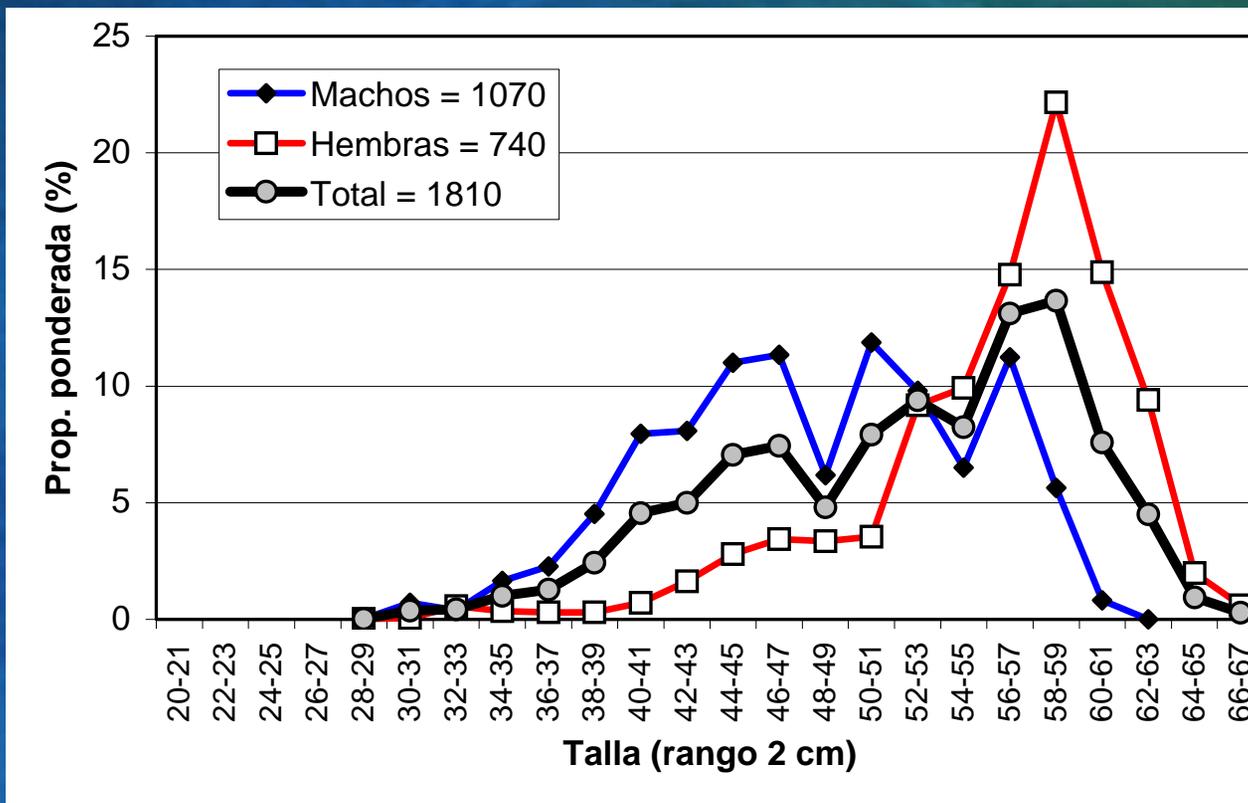
Ejemplares medidos entre 2001 y 2008

| AÑO | AREA | | | TOTAL |
|------|----------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | 1 Taitao | 2 G. Penas - Ladrillero | 3 Trinidad - Concepción | |
| 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 |





Distribución de talla de merluza de tres aletas para el área total, agosto 2008.

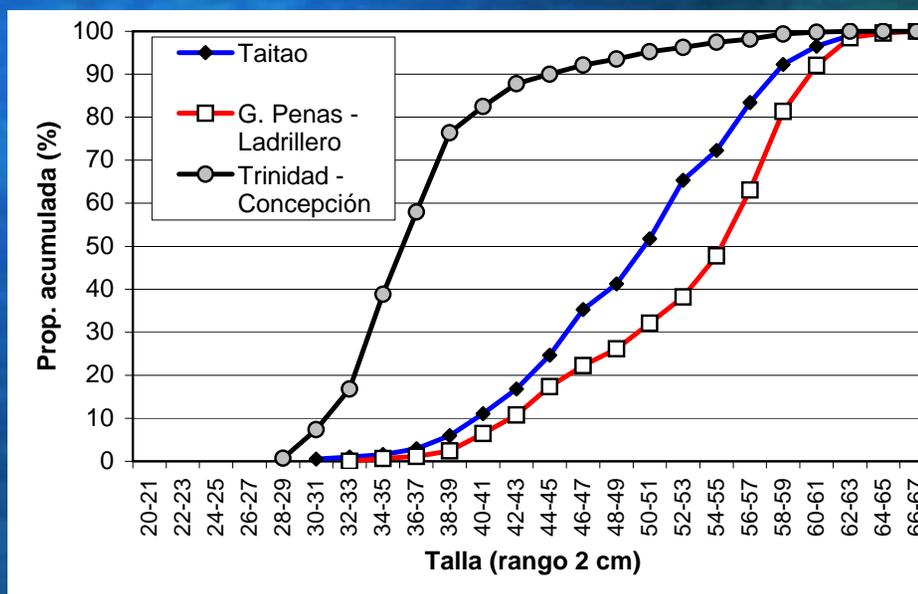
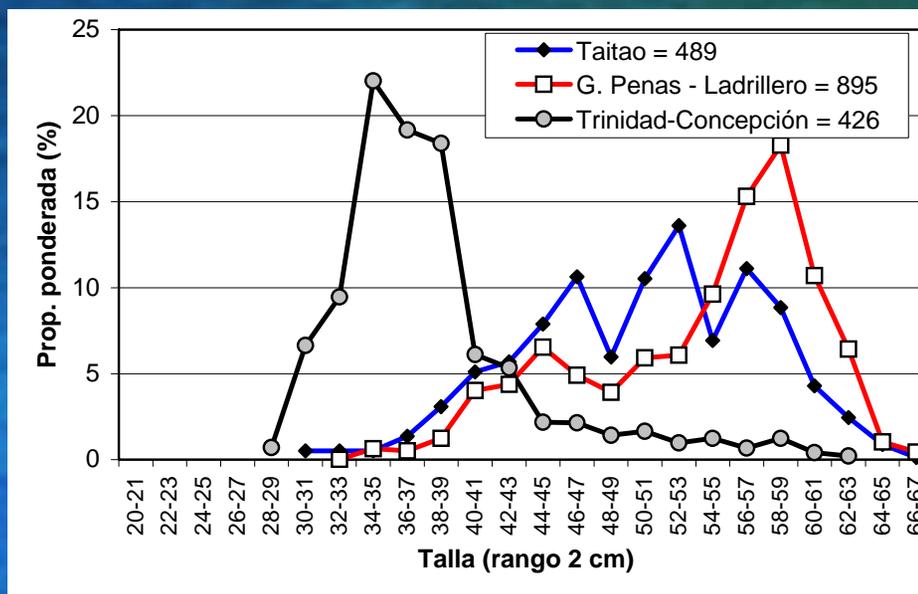


| Indicador | Macho | Hembra | Total |
|--------------|-------|--------|-------|
| n | 1070 | 740 | 1810 |
| Mín. (cm) | 28 | 29 | 28 |
| Máx. (cm) | 61 | 67 | 67 |
| Prom. (cm) | 48,1 | 55,9 | 51,9 |
| D. est. (cm) | 2,6 | 3,3 | 2,5 |
| % < 35 cm | 1,5 | 0,7 | 1,0 |
| Pr. Sex. (%) | 52,6 | 47,4 | 100 |



Distribución de talla de merluza de tres aletas por área, agosto 2008.

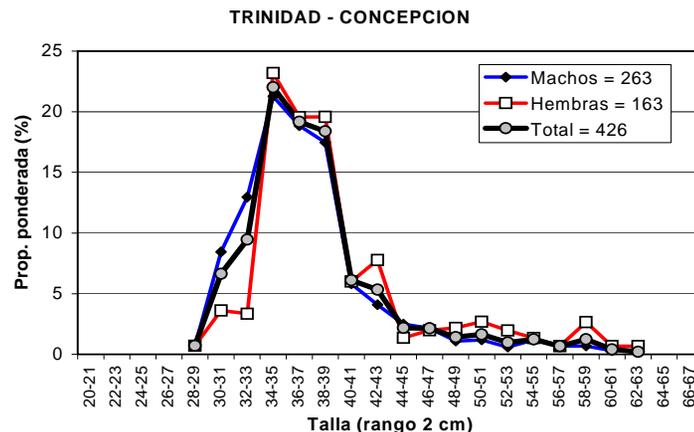
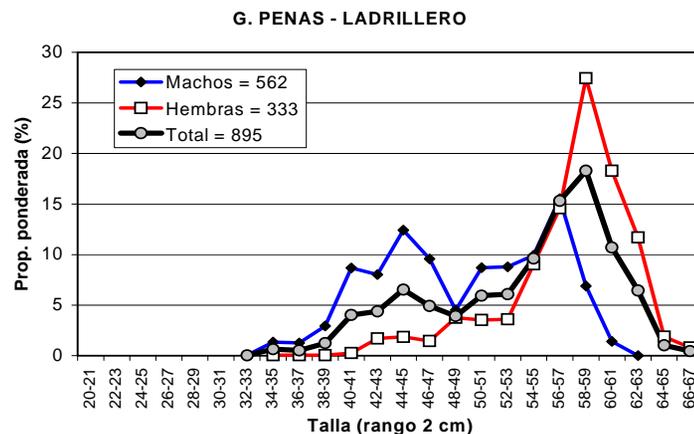
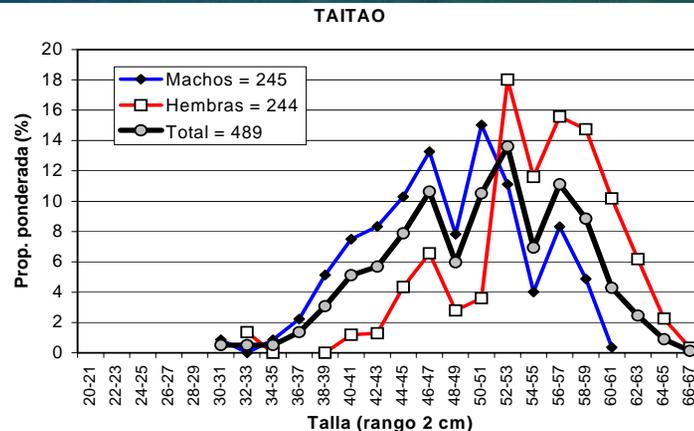
| Indicador | Taitao | G. Penas - Ladrillero | Trinidad - Cocepción |
|--------------|---------|-----------------------|----------------------|
| n | 489 | 895 | 426 |
| Mín. (cm) | 31 | 33 | 28 |
| Máx. (cm) | 66 | 67 | 63 |
| Prom. (cm) | 50,4 | 53,7 | 37,9 |
| D. est. (cm) | 2,8 | 2,3 | 2,6 |
| % < 35 cm | 1,02 | 0,05 | 25,9 |
| Mac:Hemb (%) | 61 : 39 | 45 : 55 | 64 : 36 |





Distribución de talla de merluza de tres aletas por área y sexo, agosto 2008.

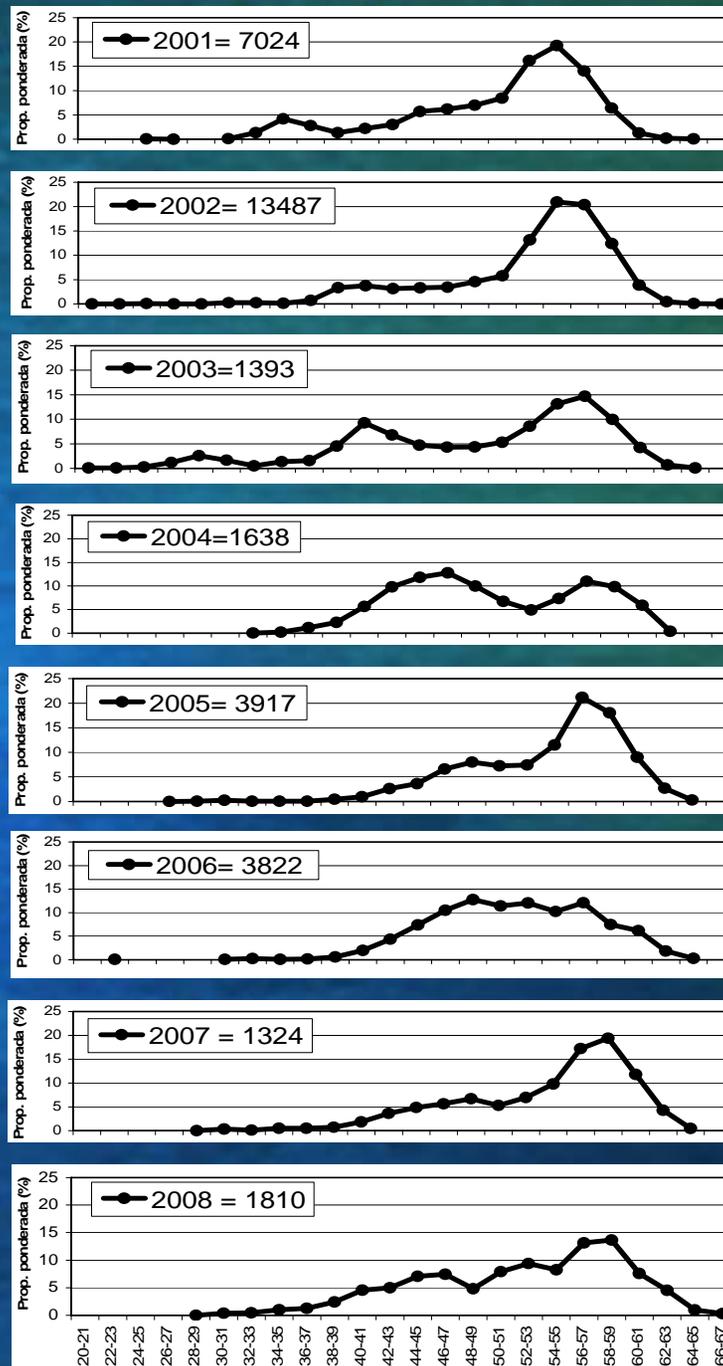
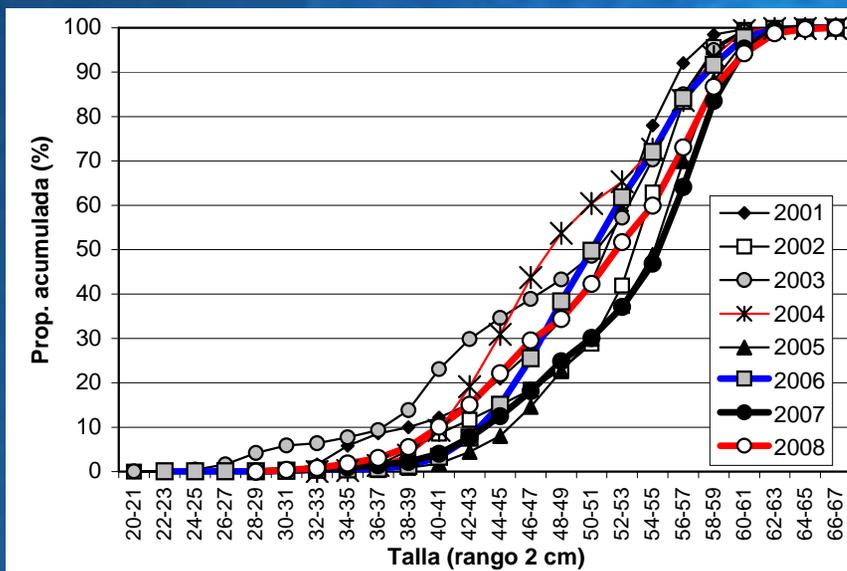
| Zona | Sexo | n | Prom. (cm) | % < 35 cm | Pr. Sex. (%) |
|-----------------------|--------|-----|------------|-----------|--------------|
| Taitao | Macho | 245 | 47,8 | 0,9 | 61,0 |
| | Hembra | 244 | 54,5 | 1,4 | 39,0 |
| | Total | 489 | 50,4 | 1,0 | |
| G.Penas - Ladrillero | Macho | 562 | 49,2 | 0,1 | 45,0 |
| | Hembra | 333 | 57,2 | | 55,0 |
| | Total | 895 | 53,7 | 0,05 | |
| Trinidad - Concepción | Macho | 263 | 37,2 | 33,5 | 64,3 |
| | Hembra | 163 | 39,3 | 12,8 | 35,7 |
| | Total | 426 | 37,9 | 25,9 | |





Distribución de talla de merluza de tres aletas entre 2001 y 2008. Ambos sexos.

| ANO | n | Talla prom. (cm) | D. Est. (cm) | < 35 cm (%) | Prop. Sexual (%) | |
|------|-------|------------------|--------------|-------------|------------------|--------|
| | | | | | Macho | Hembra |
| 2001 | 7024 | 50 | 6,8 | 3,6 | 54,2 | 45,8 |
| 2002 | 13487 | 50 | 7,8 | 3,5 | 52,6 | 47,4 |
| 2003 | 1393 | 47 | 8,7 | 7,0 | 56,0 | 44,0 |
| 2004 | 1638 | 53 | 6,0 | 0,5 | 49,3 | 50,7 |
| 2005 | 3917 | 54 | 1,9 | 0,3 | 52,1 | 47,8 |
| 2006 | 3822 | 53 | 0,6 | 0,5 | 41,7 | 58,3 |
| 2007 | 1324 | 54 | 2,0 | 0,5 | 48,9 | 51,1 |
| 2008 | 1810 | 52 | 2,5 | 1,0 | 52,6 | 47,4 |

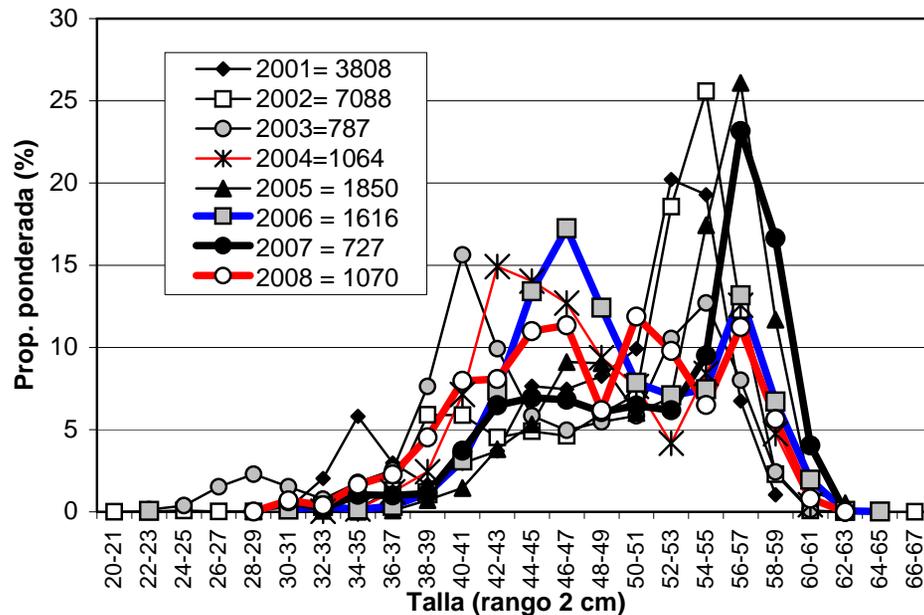


| | | |
|------|--------------|-------------------|
| 2001 | Unzen | Agosto-septiembre |
| 2002 | Unzen | Agosto |
| 2003 | A. Molina | Agosto |
| 2004 | Unzen | Septiembre |
| 2005 | Unzen | Agosto |
| 2006 | Unzen | Agosto |
| 2007 | Ocean Dawn | Agosto |
| 2008 | Friosur VIII | Agosto |

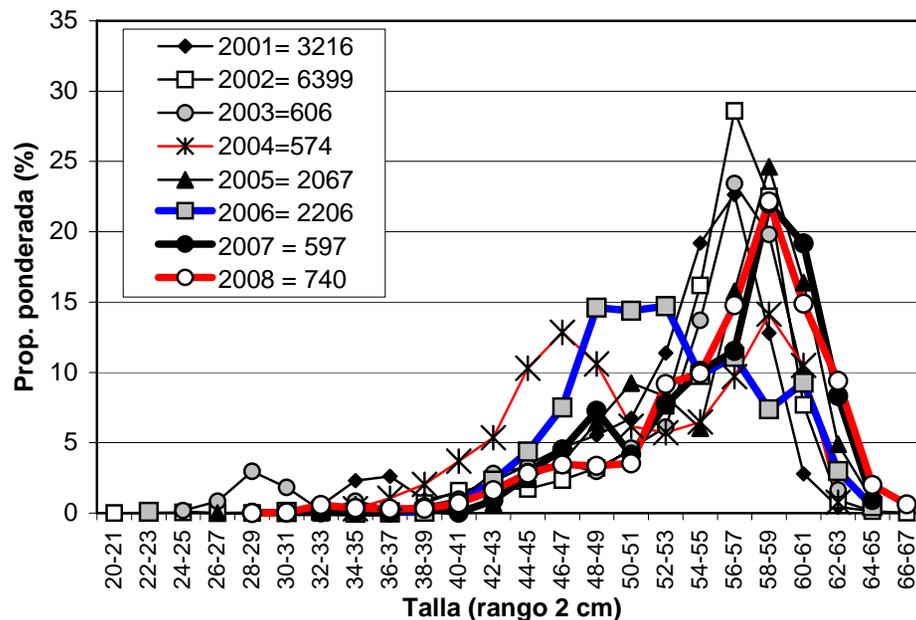


Distribución de talla de merluza de tres aletas por sexo entre 2001 y 2008.

MACHOS



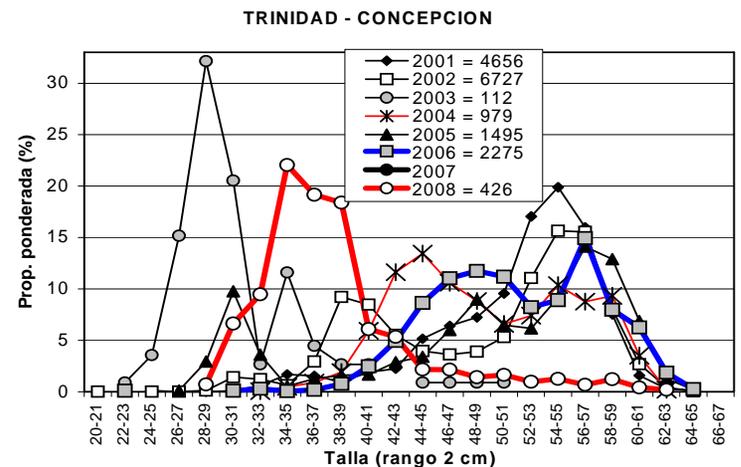
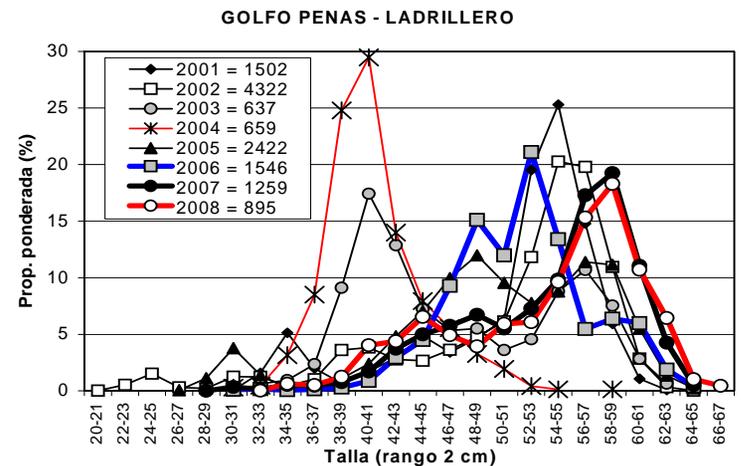
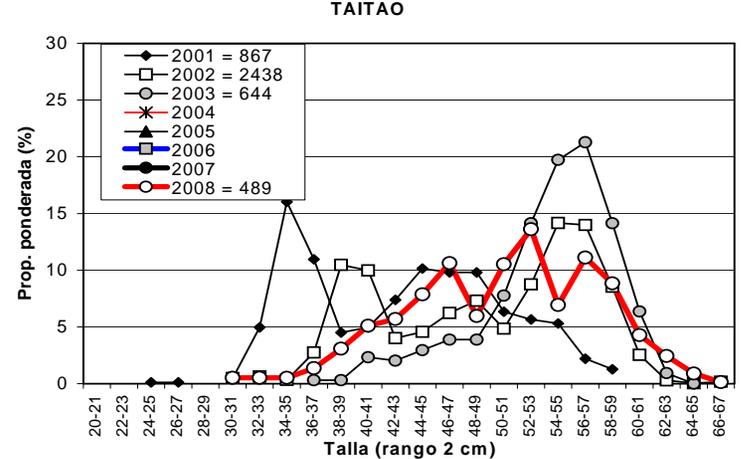
HEMBRAS





Distribución de talla de merluza de tres aletas por zona entre 2001 y 2008.

| Prom. (cm) | Desv est. cm | | | Mac:Hemb % | Desv est. cm | | |
|------------|--------------|-----------------------|----------------------|------------|--------------|-----------------------|----------------------|
| | Taitao | G. Penas - Ladrillero | Trinidad - Cocepción | | Taitao | G. Penas - Ladrillero | Trinidad - 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 |
| % <35 cm | Taitao | G. Penas - Ladrillero | Trinidad - 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 |

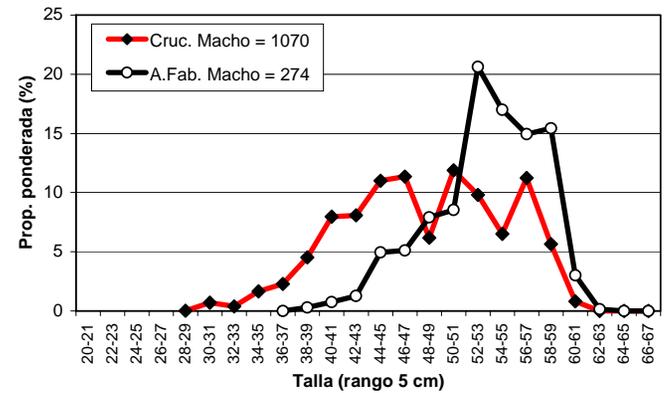




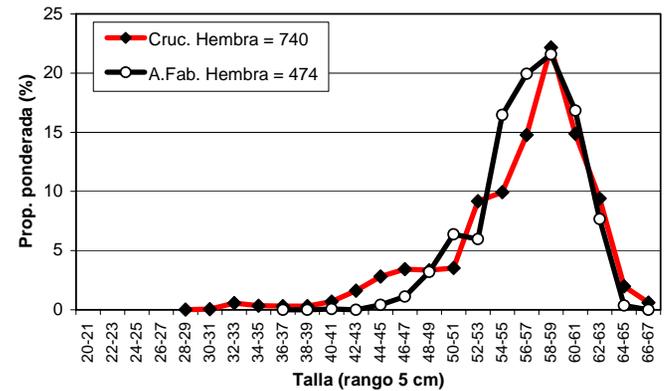
Distribución de talla de merluza de tres aletas del crucero (agosto 2008) y de captura comercial en la flota arrastrera surimera (agosto 2008).

| Indicador | Crucero | | | Arr. Fábrica | | |
|--------------|---------|--------|-------|--------------|--------|-------|
| | Macho | Hembra | Total | Macho | Hembra | Total |
| n | 1070 | 740 | 1810 | 274 | 474 | 748 |
| Prom. (cm) | 48,1 | 55,9 | 51,9 | 53,1 | 56,7 | 55,3 |
| D. est. (cm) | 2,6 | 3,3 | 2,5 | 4,6 | 3,3 | 2,8 |
| % < 35 cm | 1,5 | 0,7 | 1,0 | 0 | 0 | 0 |
| Pr. Sex. (%) | 52,6 | 47,4 | 100 | 36,9 | 63,1 | 100 |

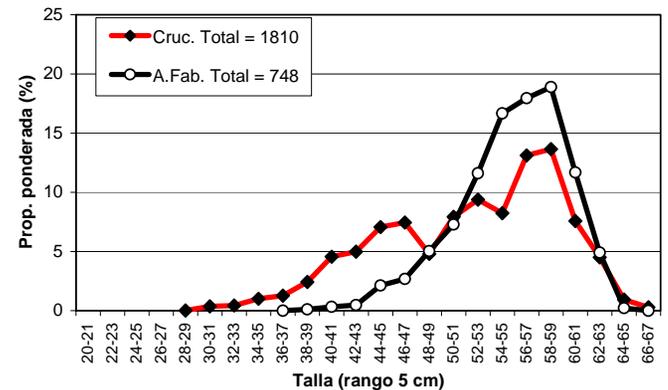
MACHOS



HEMBRAS



TOTAL





CONCLUSION

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2008 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 52 cm, predominio de los machos (53%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (1,0% < 35 cm).

La estructura de talla del 2008 registró una moda adulta principal entre los 54 y 63 cm, y dos modas adultas secundarias una entre 40-47 cm y otra en 48-53 cm.

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



FIN



EDAD

MERLUZA DE TRES ALETAS

Proyecto FIP N° 2008-12
EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL STOCK
DESOVANTE DE MERLUZA DE TRES ALETAS,
AÑO 2008.

V. Ojeda C.

M. Miranda P.

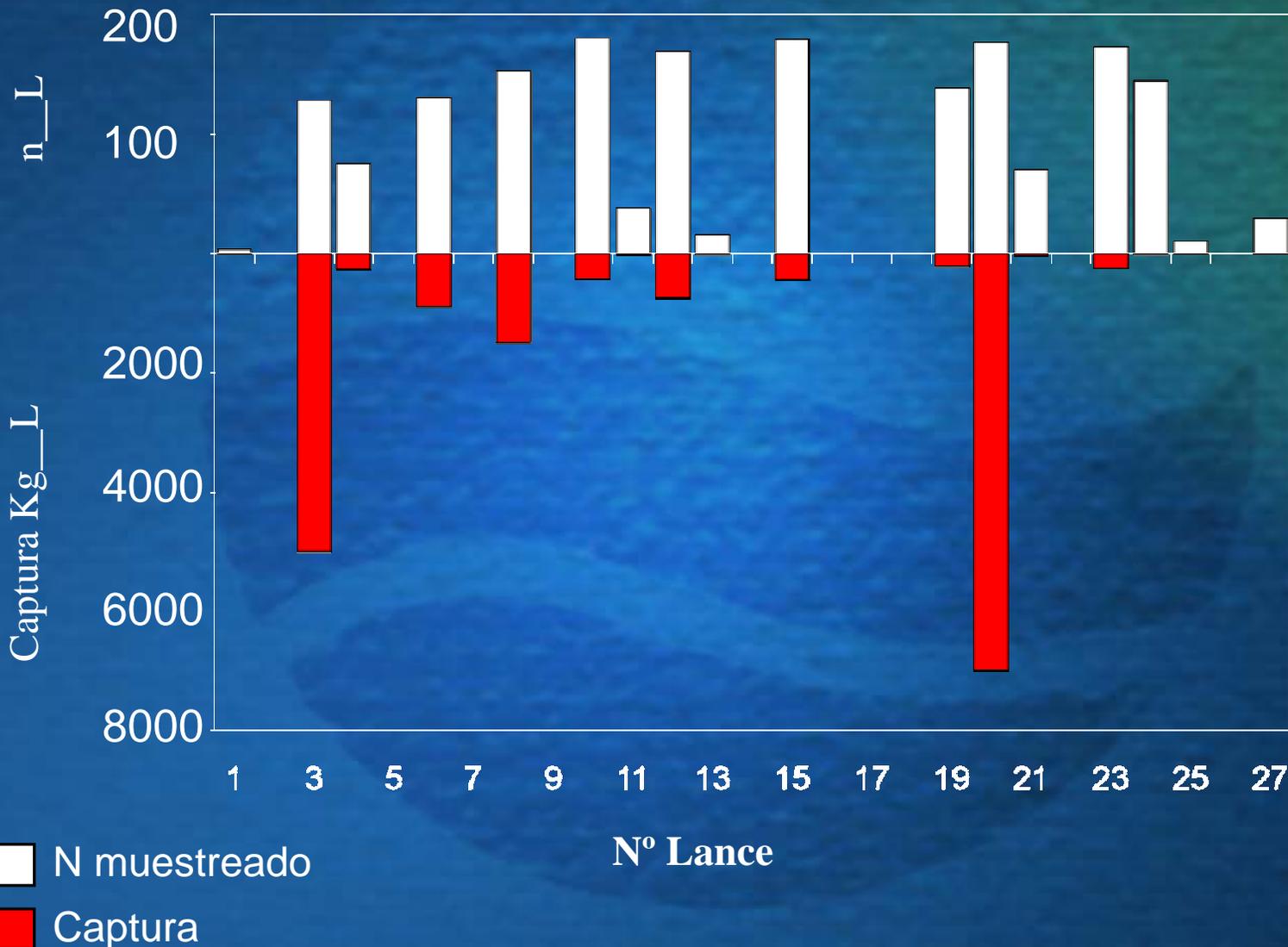


Aspectos Metodológicos

| Muestras Colectadas | | | | |
|---------------------|---------------------|------------|-------------------------------|-------------|
| Año | Muestreo Longitudes | | Muestreo Biológico (otolitos) | |
| | Ambos | Machos | Hembras | Ambos |
| 2001 | 7022 | 585 | 664 | 1249 |
| 2002 | 13487 | 622 | 631 | 1253 |
| 2003 | 1393 | 221 | 228 | 449 |
| 2004 | 1637 | 404 | 265 | 669 |
| 2005 | 3917 | 695 | 802 | 1497 |
| 2006 | 3681 | 465 | 769 | 1234 |
| 2007 | 1324 | 313 | 349 | 662 |
| 2008 | 1810 | 826 | 747 | 1573 |

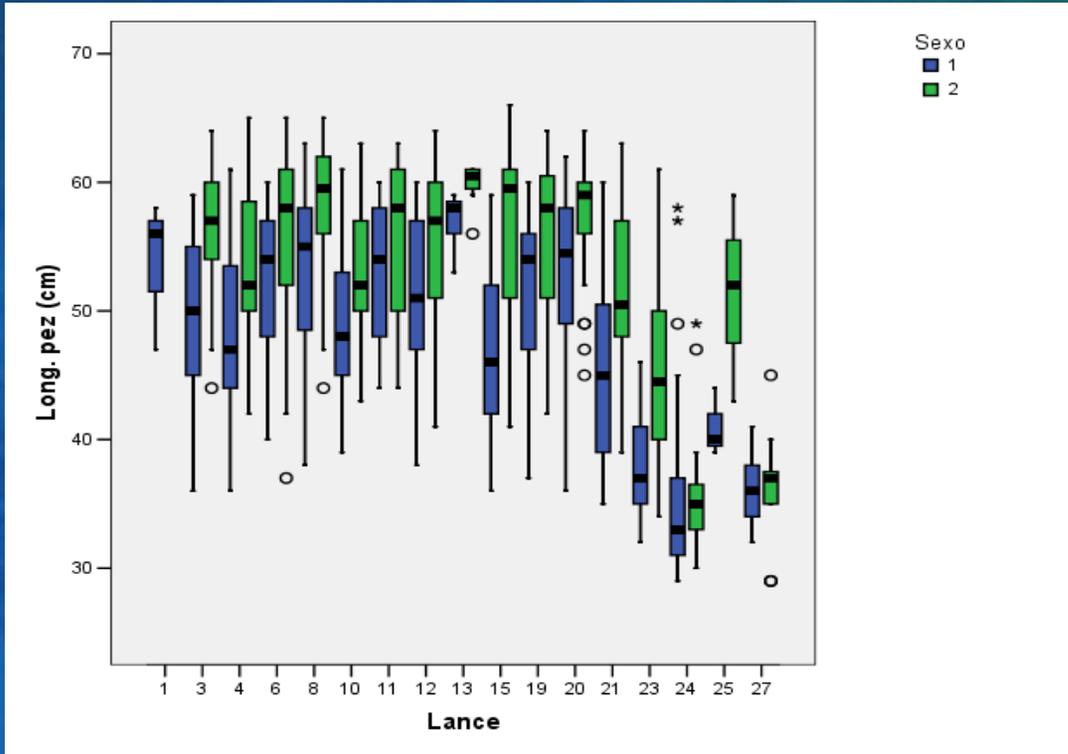


Captura y muestreo de longitudes (n) por lance de pesca





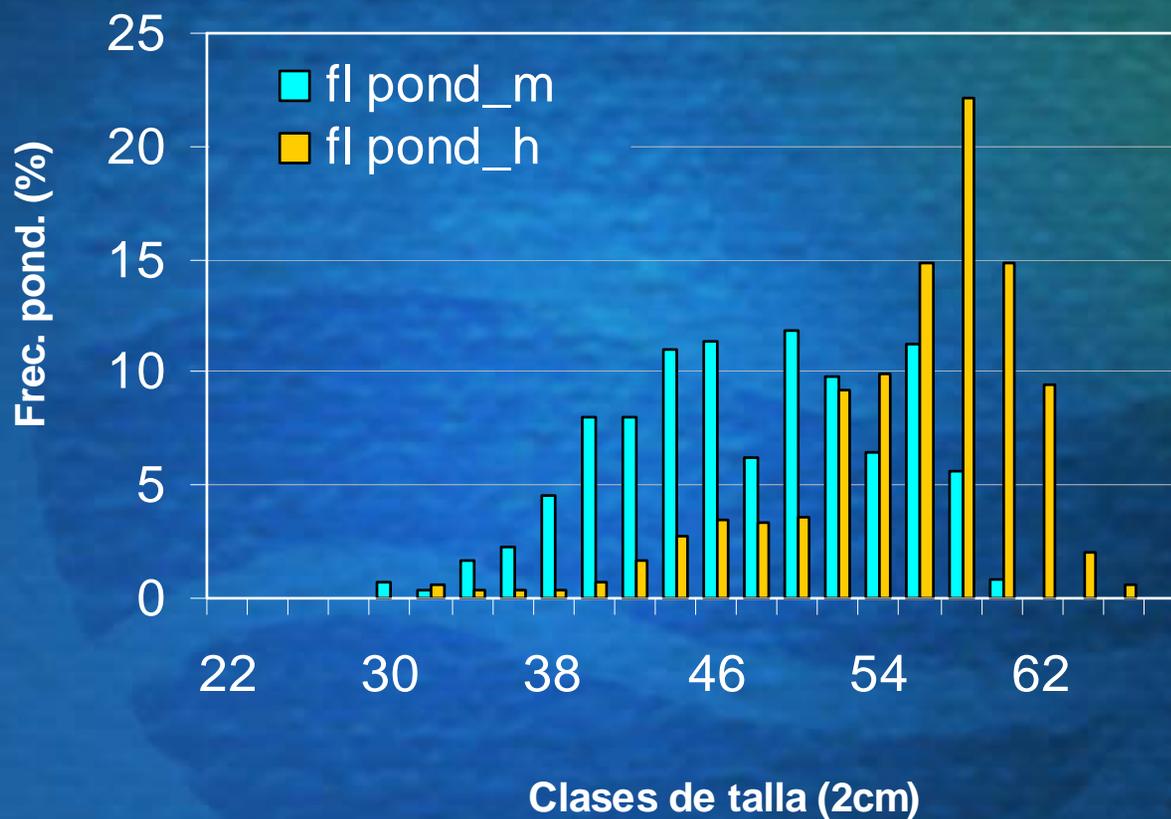
Muestreo Biológico



Rango 28 – 66 cm



Distribuciones de frecuencia ponderada



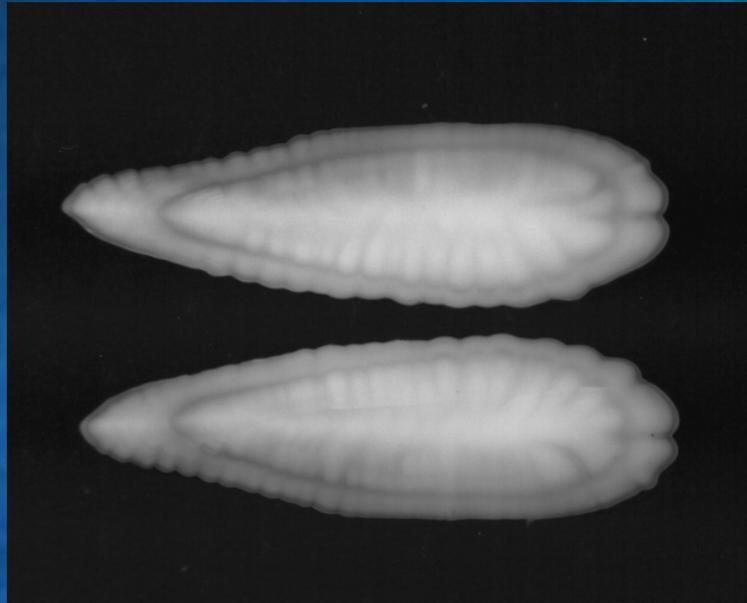


Muestras en que se realizó el estudio de Edad



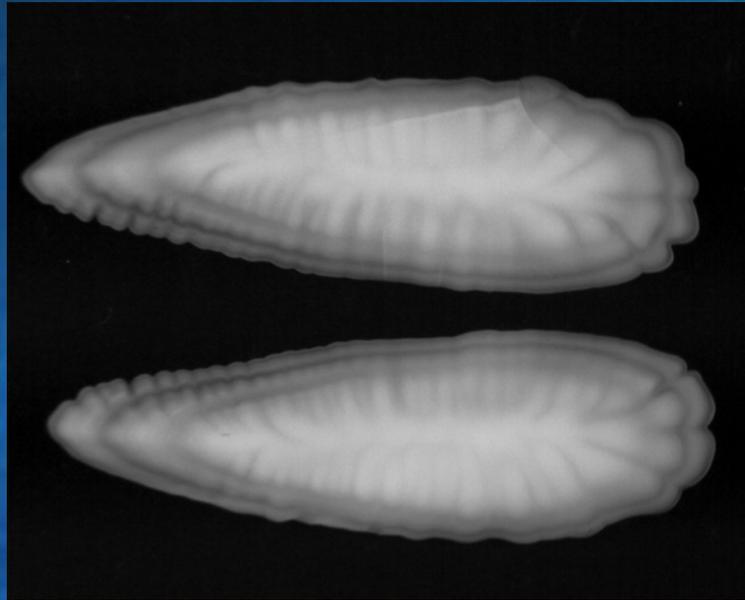


Cauda

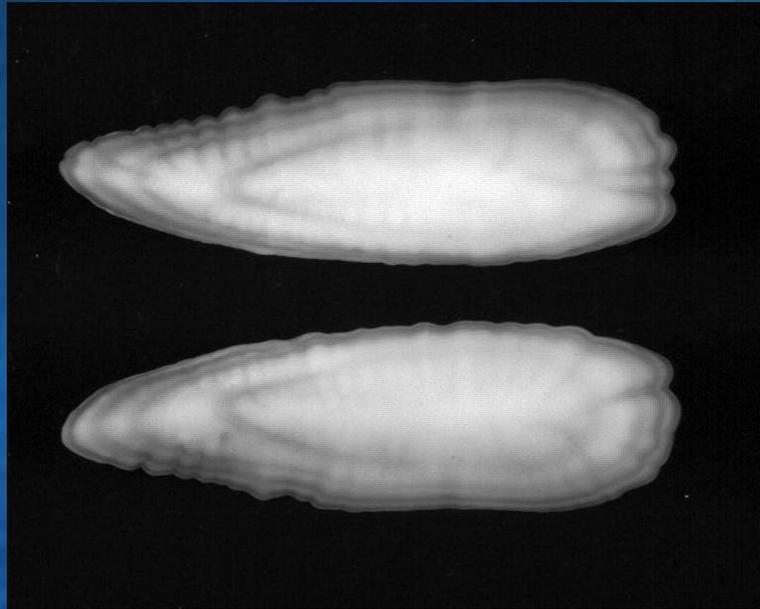


Rostro

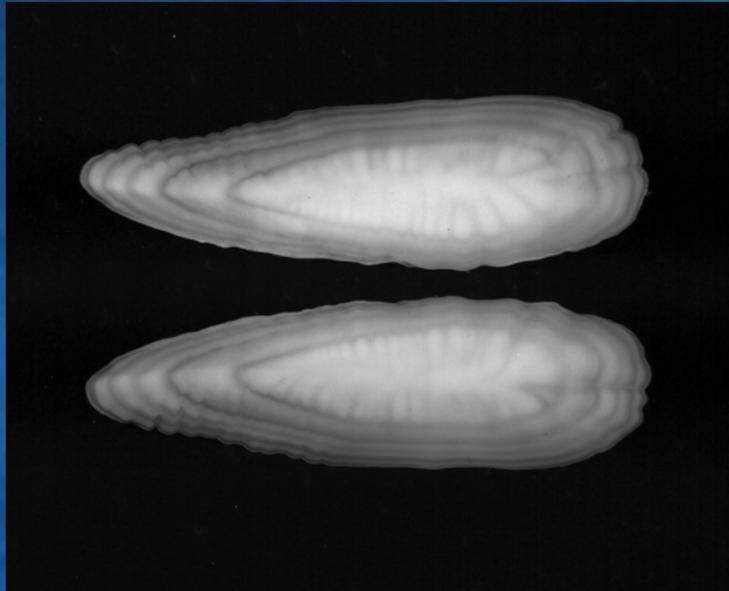
Edad
Estructura
poblacional



Edad
Estructura
poblacional



Edad
Estructura
poblacional



Edad
Estructura
poblacional



Edad
Estructura
poblacional



Edad
Estructura
poblacional

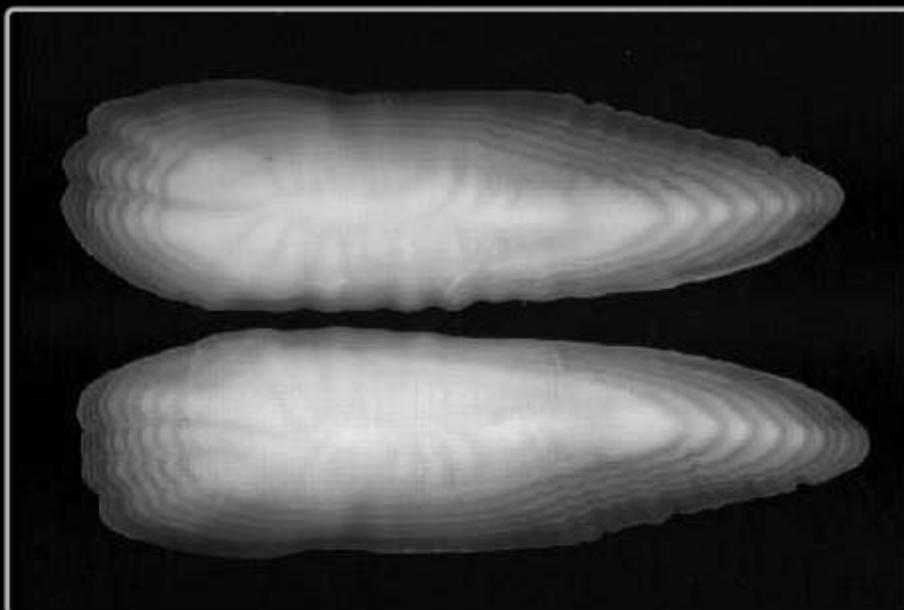
www.ifop.cl



Metodología

OEH

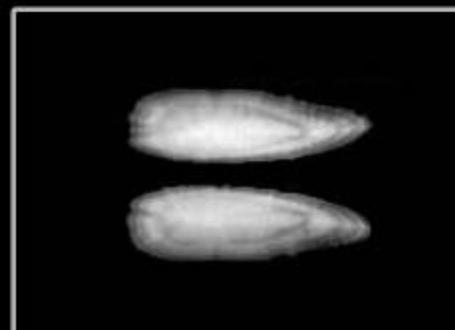
- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se emplea pulido para distinguir mejor los anuli.
- 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 líquido clarificante.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros. Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



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



Otolito entero de merluza de tres aletas, longitud pez 42cm.



Otolito entero de merluza de tres aletas, longitud pez 41 cmz

Nombre Común: Merluza de tres aletas

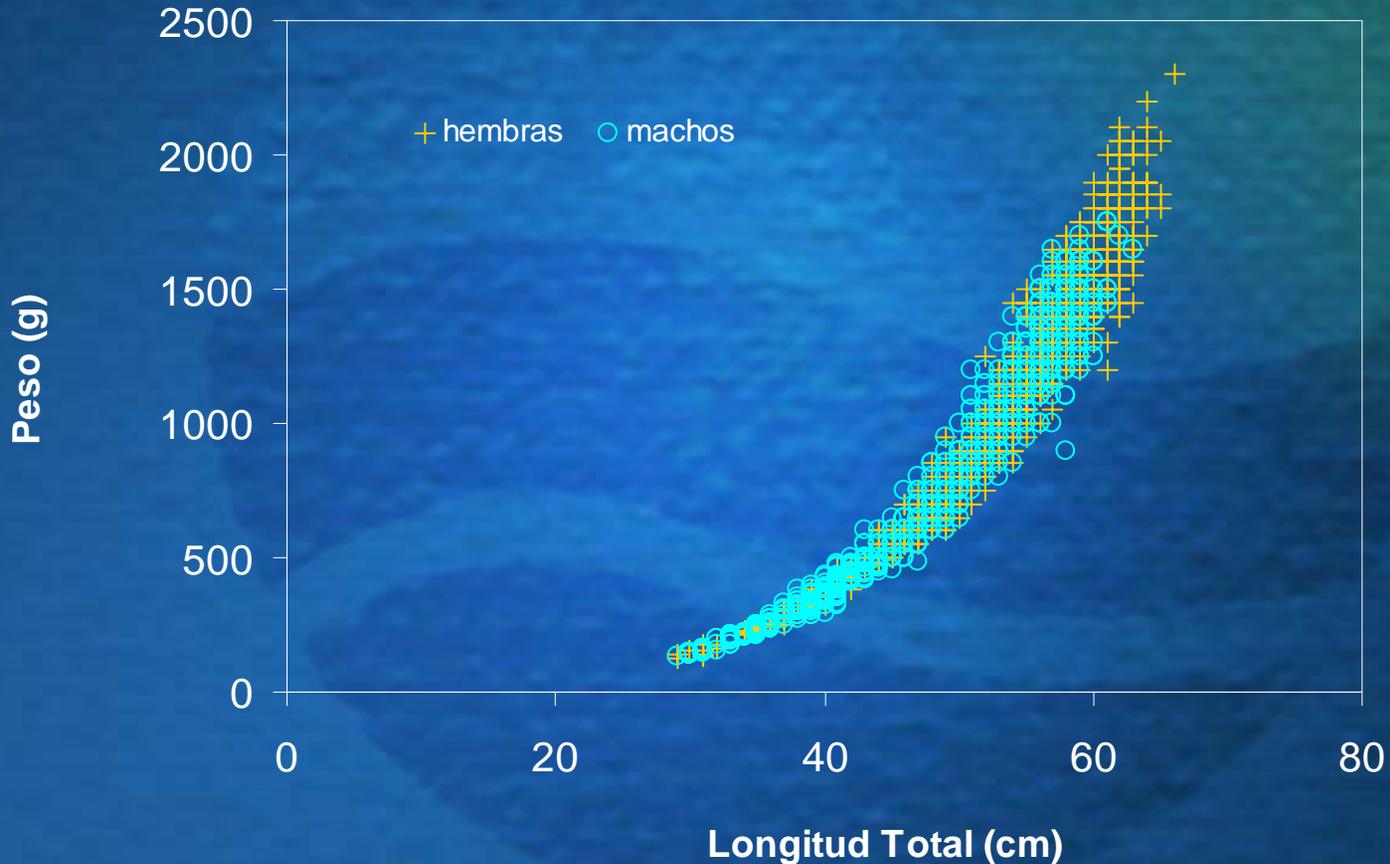
Nombre Científico: *Micromesistius australis*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OEH

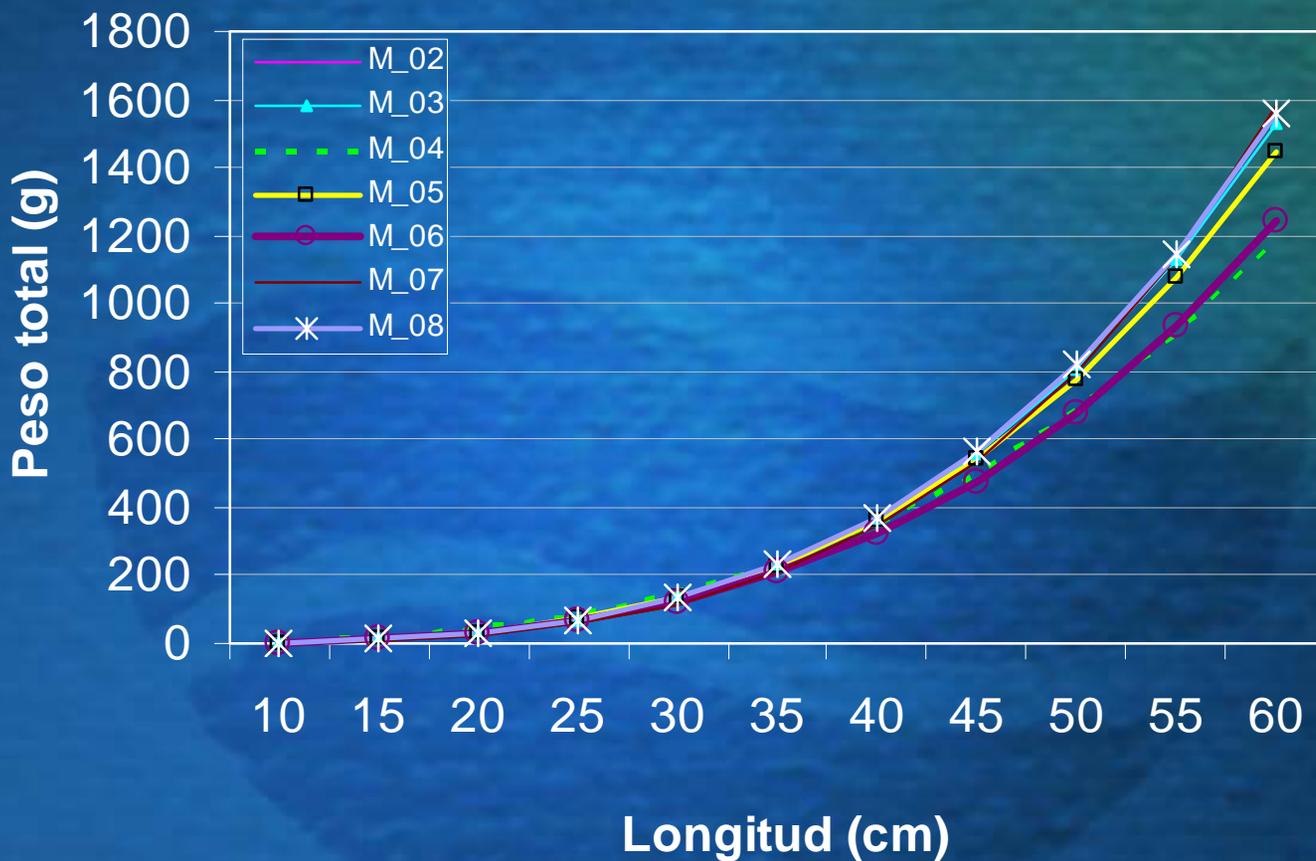


Peso-longitud_dispersión de variables-2008



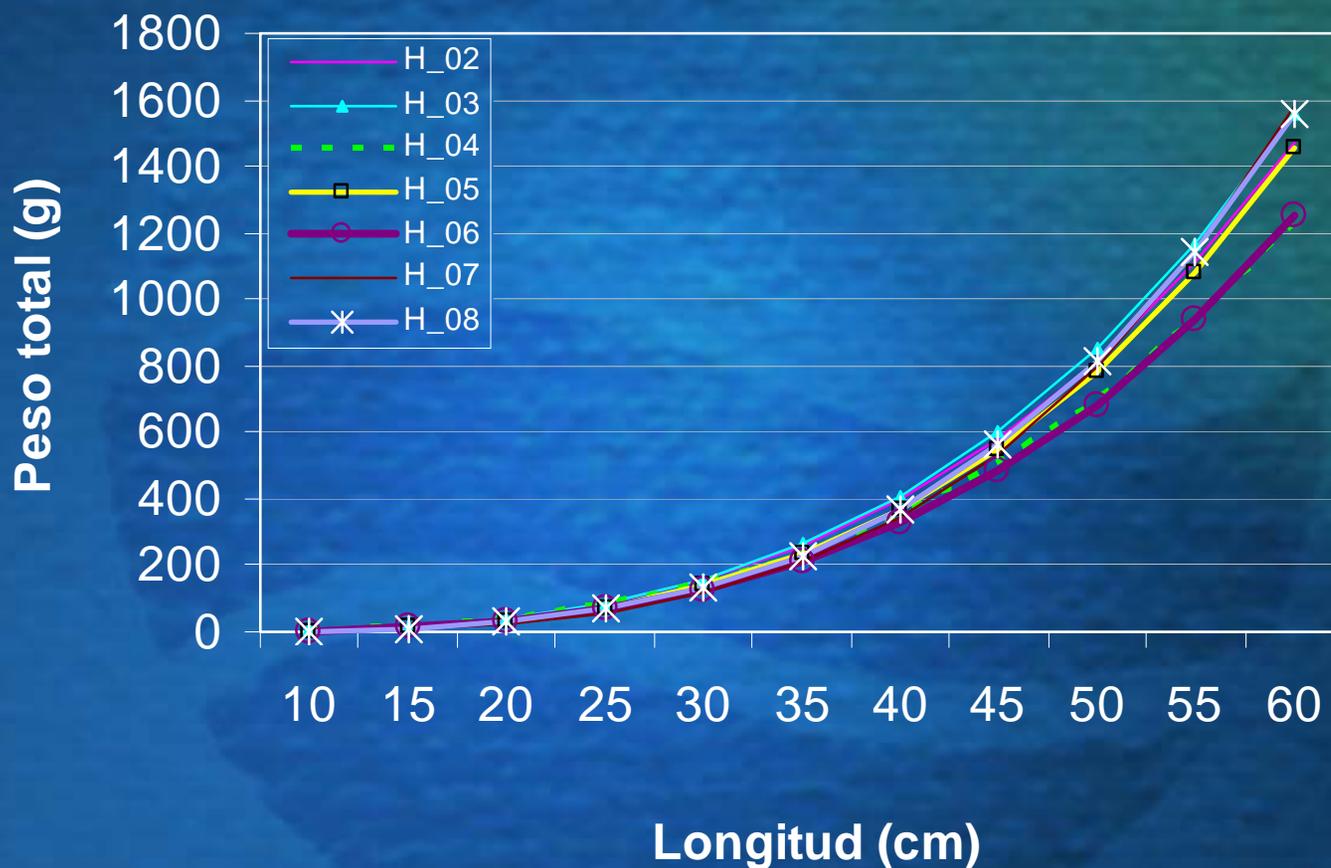


W-L (2002- 2008) machos



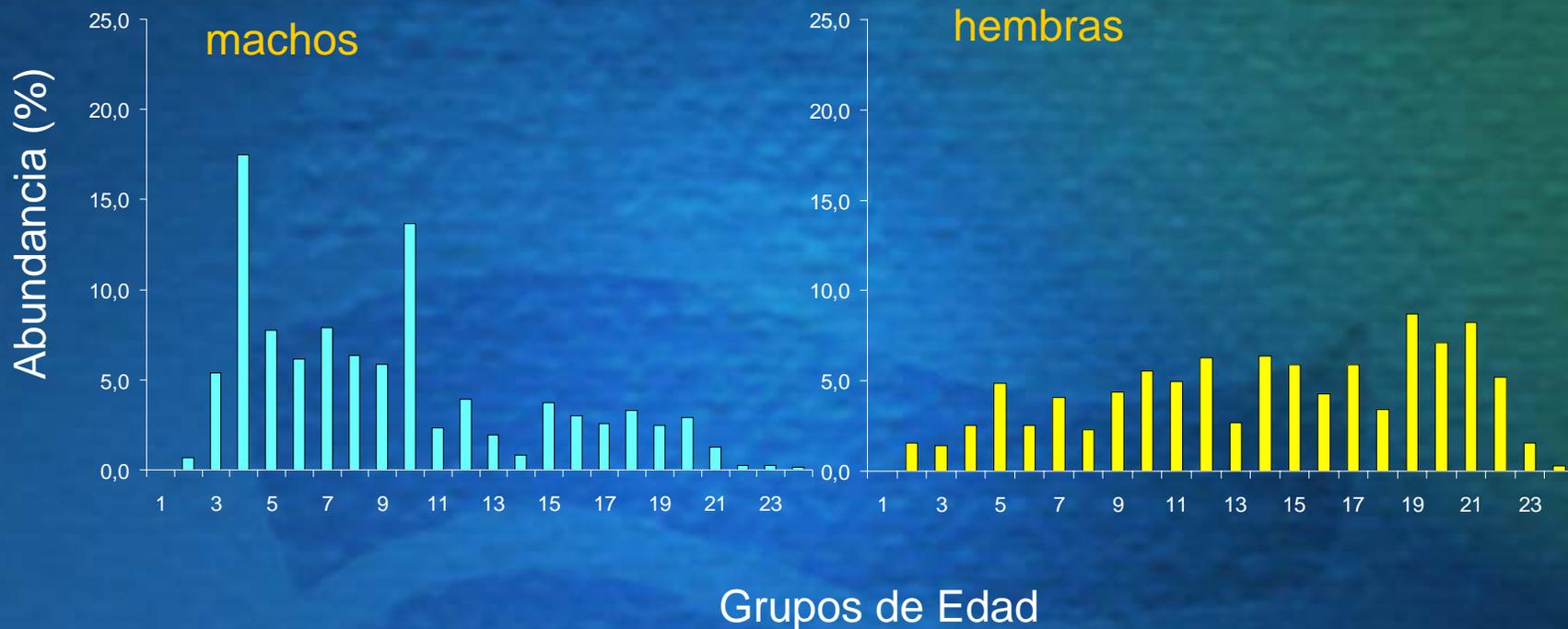


W-L (2002- 2008) hembras





Abundancia por GE 2008





Estructura de la abundancia por talla y GE

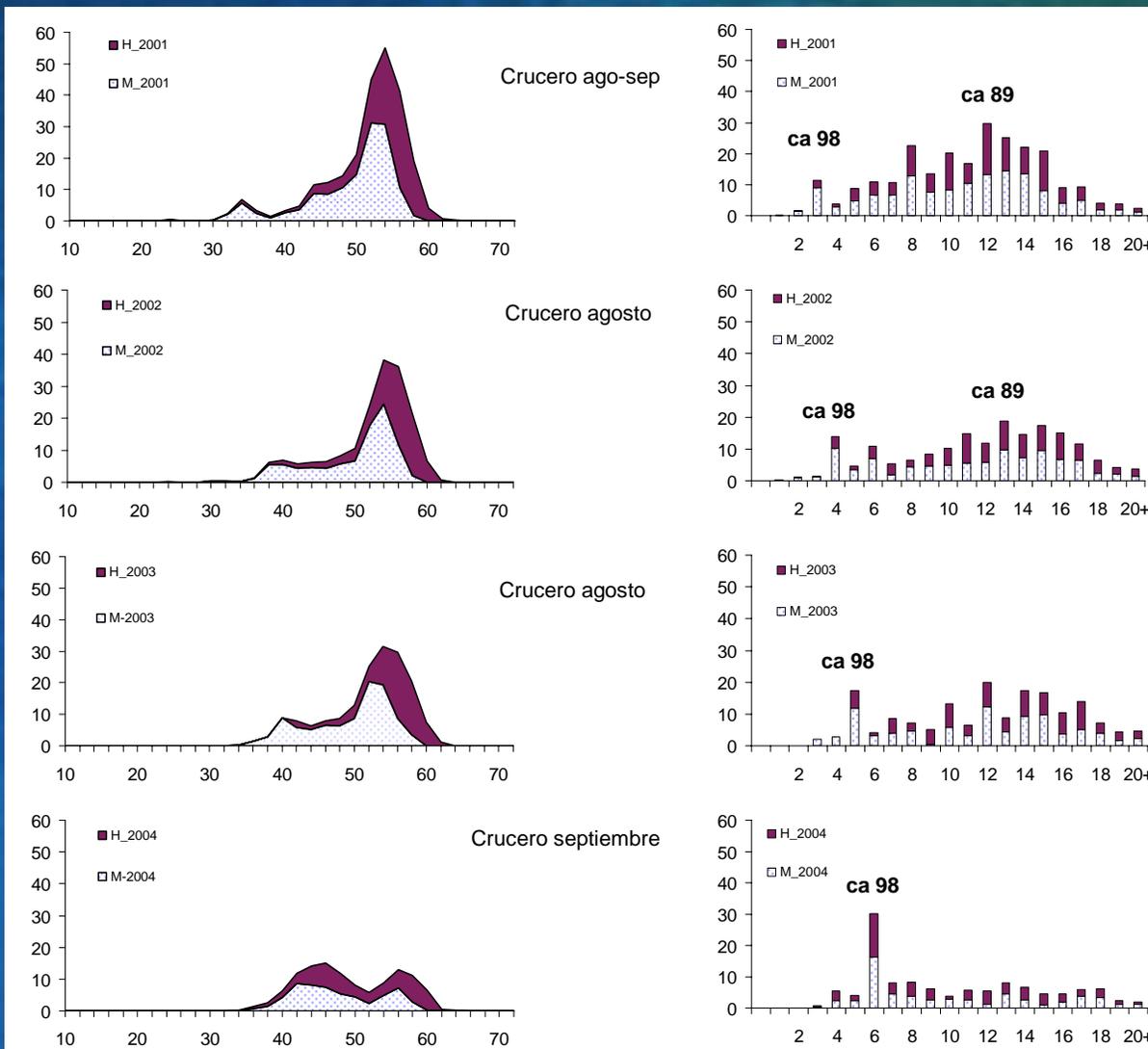
2001

2002

2003

2004

ABUNDANCIA X 10⁶



Serie Histórica 01-04

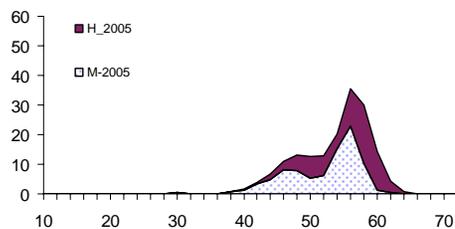
MARCA DE CLASE (2cm)

G E

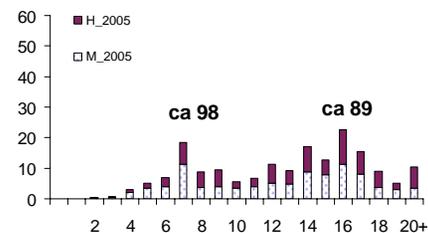


Estructura de la abundancia por talla y GE

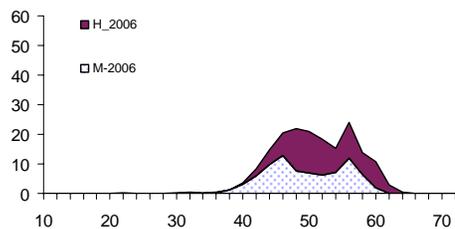
2005



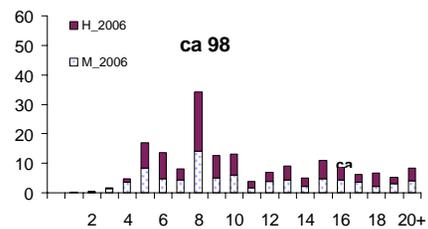
Crucero agosto



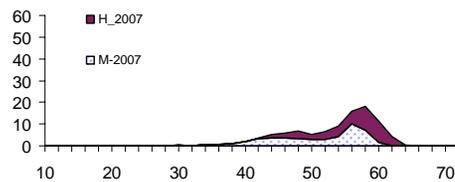
2006



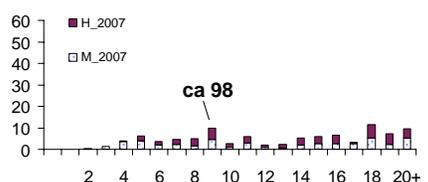
Crucero agosto



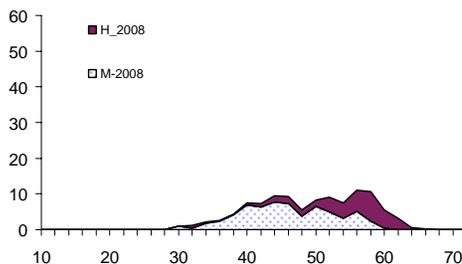
2007



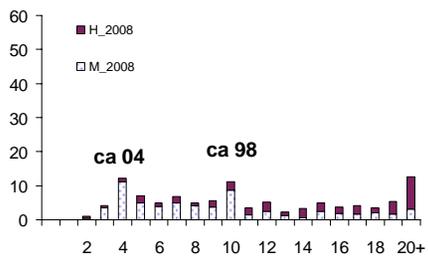
Crucero agosto



2008



Crucero agosto



MARCA DE CLASE

GE

MARCA DE CLASE (2cm)

GE

Serie Histórica 05-08



Grupos de Edad y Estados de Madurez

2007

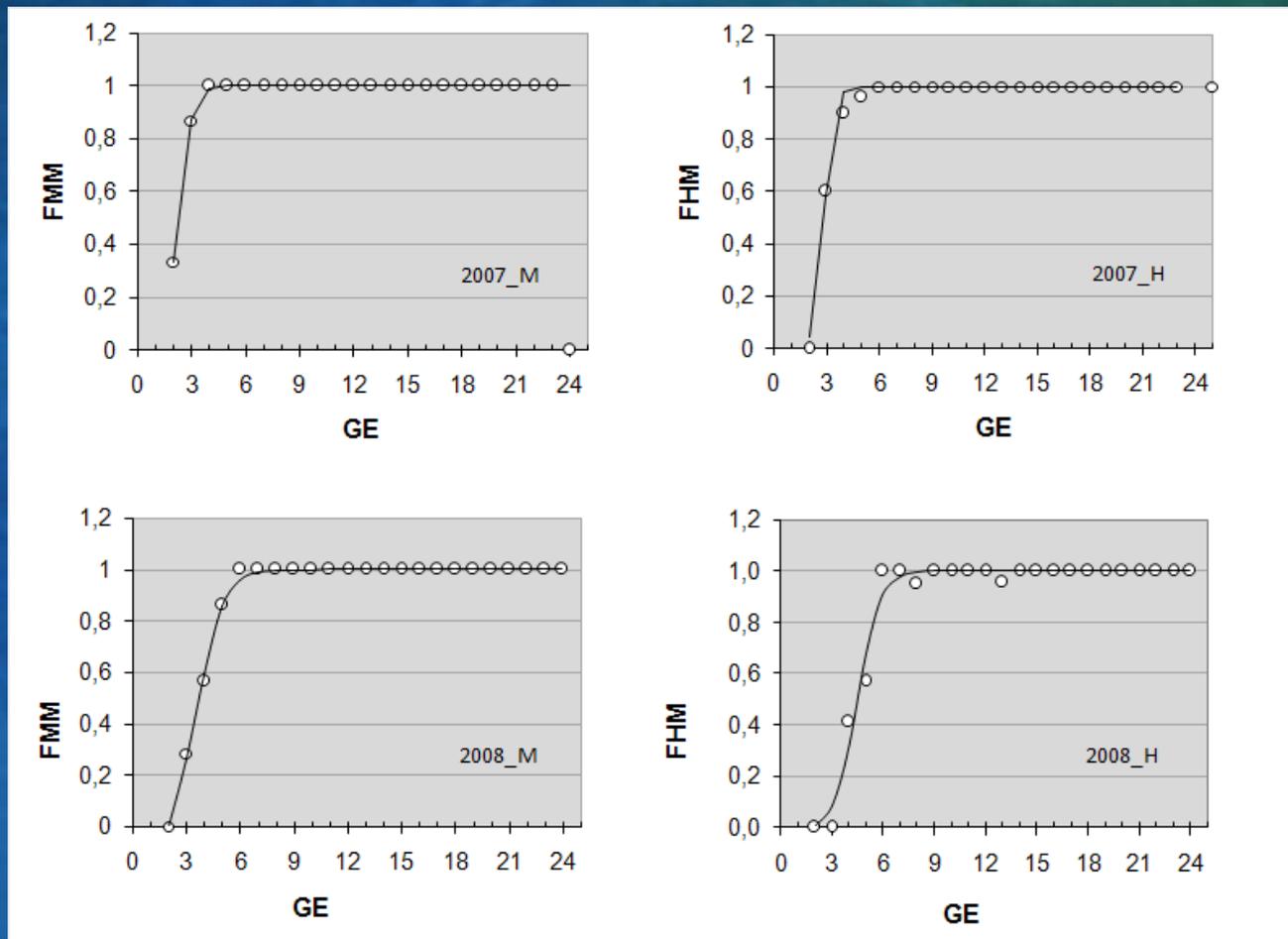
FMM₅₀ : GE 2,3

FHM₅₀ : GE 2,9

2008

FMM₅₀ : GE 3,7

FHM₅₀ : GE 4,5





CONCLUSIONES

- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 106,7 millones de ejemplares, de los cuales 64 millones (53%) correspondieron a machos y 43 millones (47%) a hembras.
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso con pesos promedios por talla próximos a los observados en los años anteriores de estudio de muestras de cruceros, excepto si se les compara con los años 2004 y 2006 en que los ejemplares estaban muy disminuidos en sus pesos corporales.



- Los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los GE IV y V en machos y hembras respectivamente.
- El stock de merluza de tres aletas estuvo compuesto principalmente (sobre 90%) por 18 grupos de edad que corresponden a machos de los GE III a XX y hembras de GE V a XXII.
- 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.
- En el 2008, el estudio del área, en la época de desove, reflejó como grupos modales al GE IV y X en machos y grupos modales de mayor edad en hembras (GE XIX a XXI).



FIN



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

EDUARDO DIAZ RAMOS



Crucero:

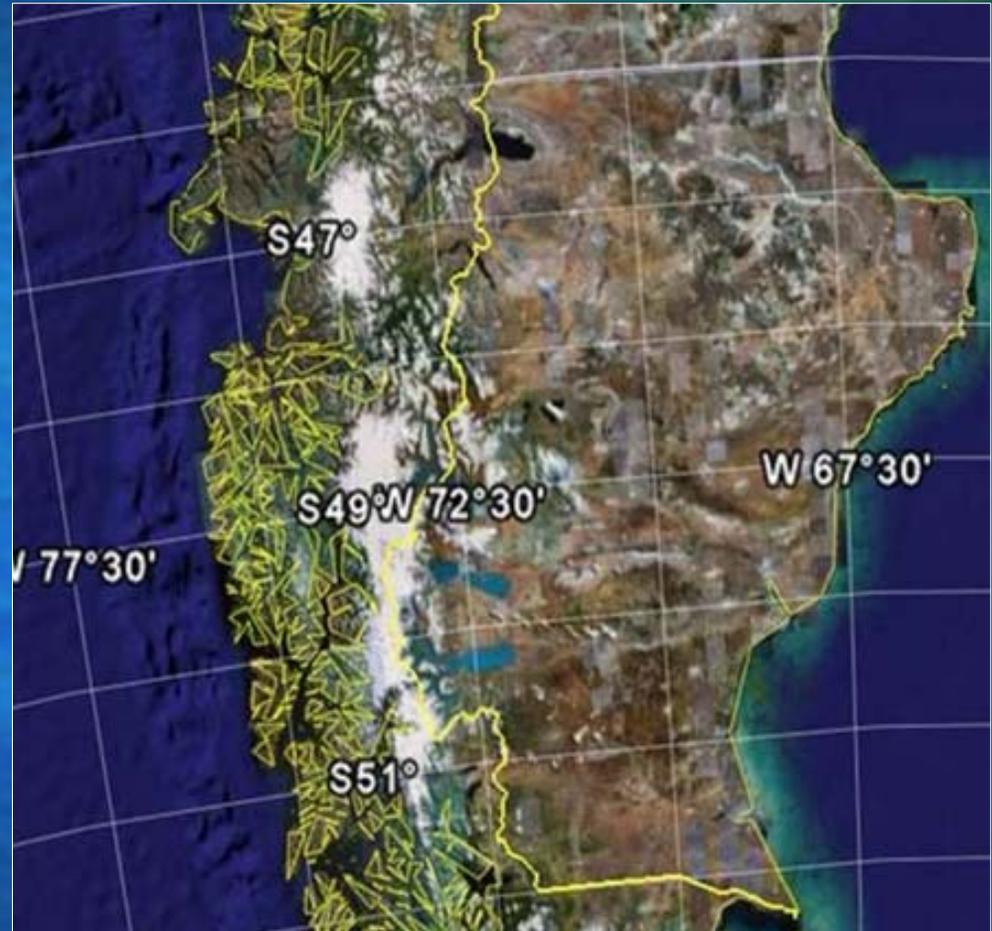
- 15 lances, 17 al 26 agosto:
1.563 (Machos: 819; Hembras: 744)

Previo al crucero:

- Al norte (43° a 47° S), 1 al 11 agosto:
142 (Machos: 81; Hembras: 61)

Seguimiento PDA

- 11 al 26 AGOSTO:
450 Hembras





Procesamiento de biológico:

MUESTREO BIOLÓGICO

| N° LANCE | LONGITUD TOTAL | PESO TOTAL | PESO EVISCERADO | PESO GONADA | SEXO | MADUREZ SEXUAL |
|----------|----------------|------------|-----------------|-------------|------|----------------|
|----------|----------------|------------|-----------------|-------------|------|----------------|



Clasificación macroscópica: Machos





Clasificación macroscópica: Hembras

Estadio I
(virginal)



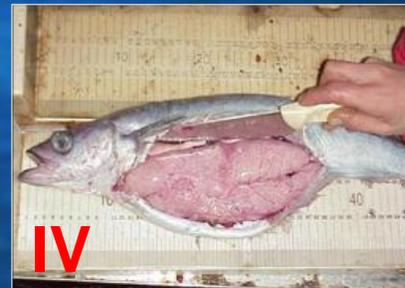
Estadio II
(inmaduro)



Estadio III
(en maduración)



Estadio IV
(desovante)



Estadio V:
(desovado y regresión)



AVANZADOS



DESOLVE





Procesamiento histológico

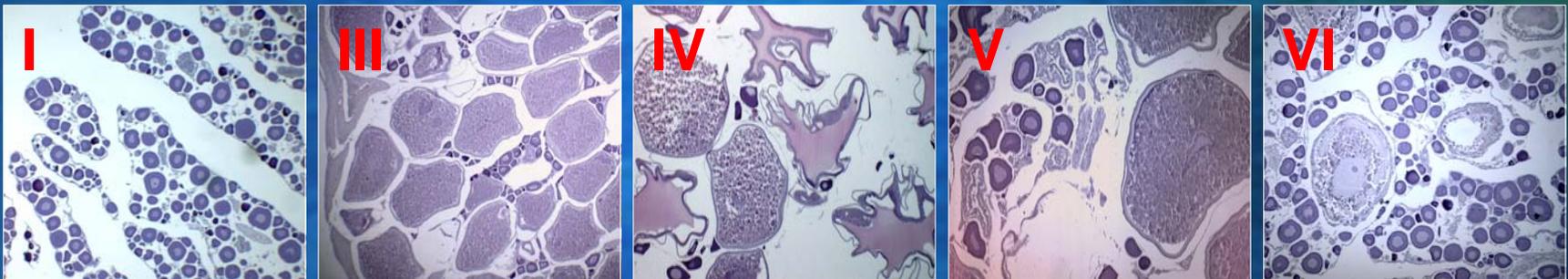
- Condición reproductiva microscópica
- Clasificación para fecundidad
- Proporción maduros (Ojiva)





Clasificación microscópica

- Estadio I: Virginal e Inmaduro
- Estadio II: Desarrollo inicial
- Estadio III: Desarrollo tardío
- Estadio IV: En desove
- Estadio V: Desove parcial
- Estadio VI: Desovada



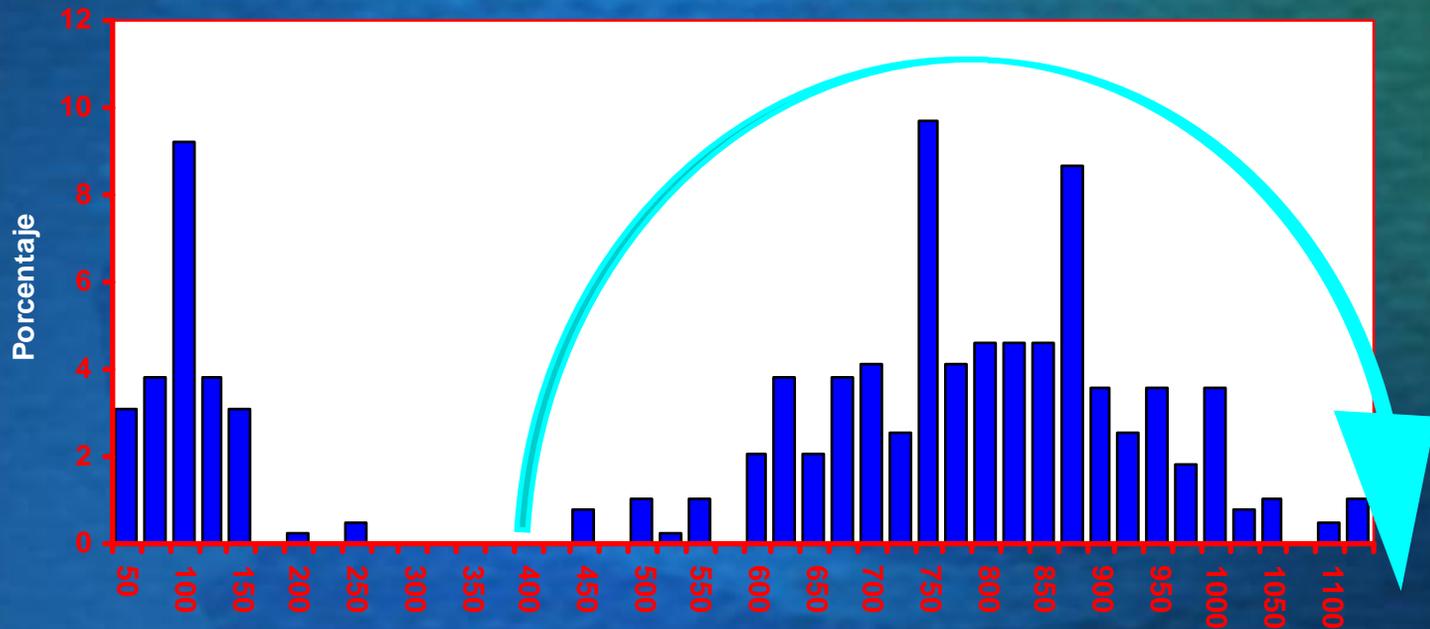
Actividad ovárica



Actividad desove



Desovador sincrónico por grupo





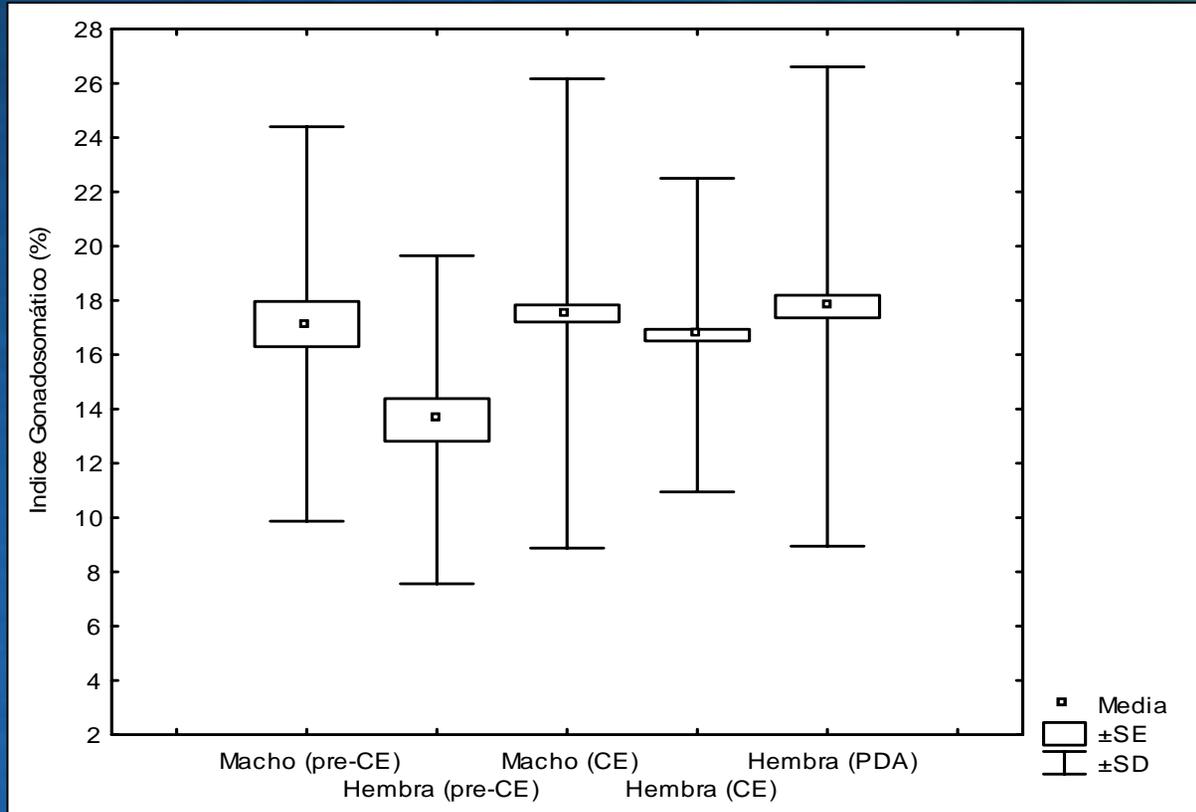
Resultados

| IGS | MACHOS | d. s. | HEMBRAS | d. s. |
|-----------|--------|-------|---------|-------|
| TODOS | 16,7% | 9,1 | 16,3% | 6,3 |
| >= 36 cm | 17,5% | 8,6 | 16,7% | 5,8 |
| PONDERADO | 19,7% | 0,6 | 18,3% | 0,3 |

| IGS | MACHOS | d. s. | HEMBRAS | d. s. |
|-------------------|--------|-------|---------|-------|
| Previo al crucero | 17,1% | 7,3 | 13,6% | 6,0 |
| PONDERADO | 22,4% | 0,9 | 16,1% | 0,5 |
| PDA | - | - | 17,8% | 8,8 |
| PONDERADO | - | - | 17,7% | 0,9 |

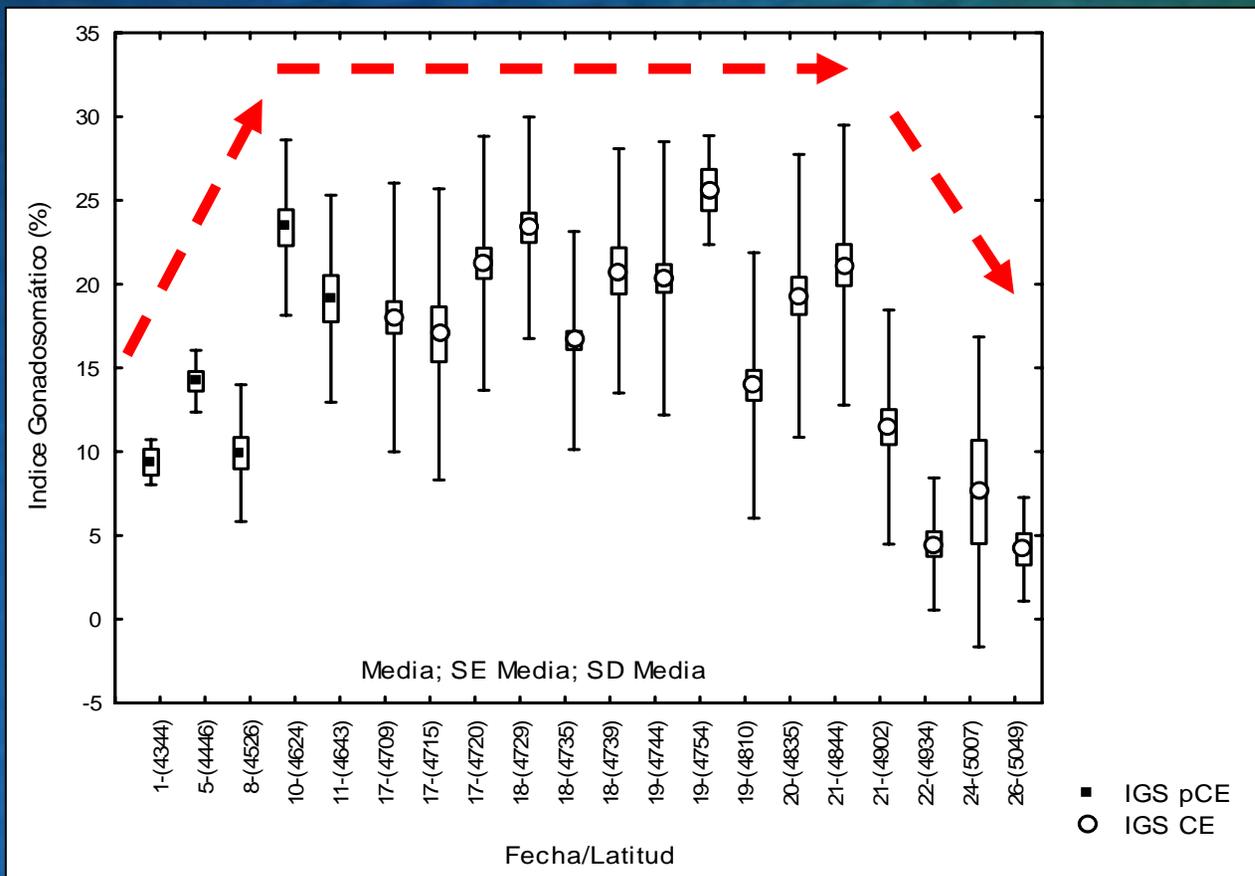


IGS fracción parental (>35 cm)



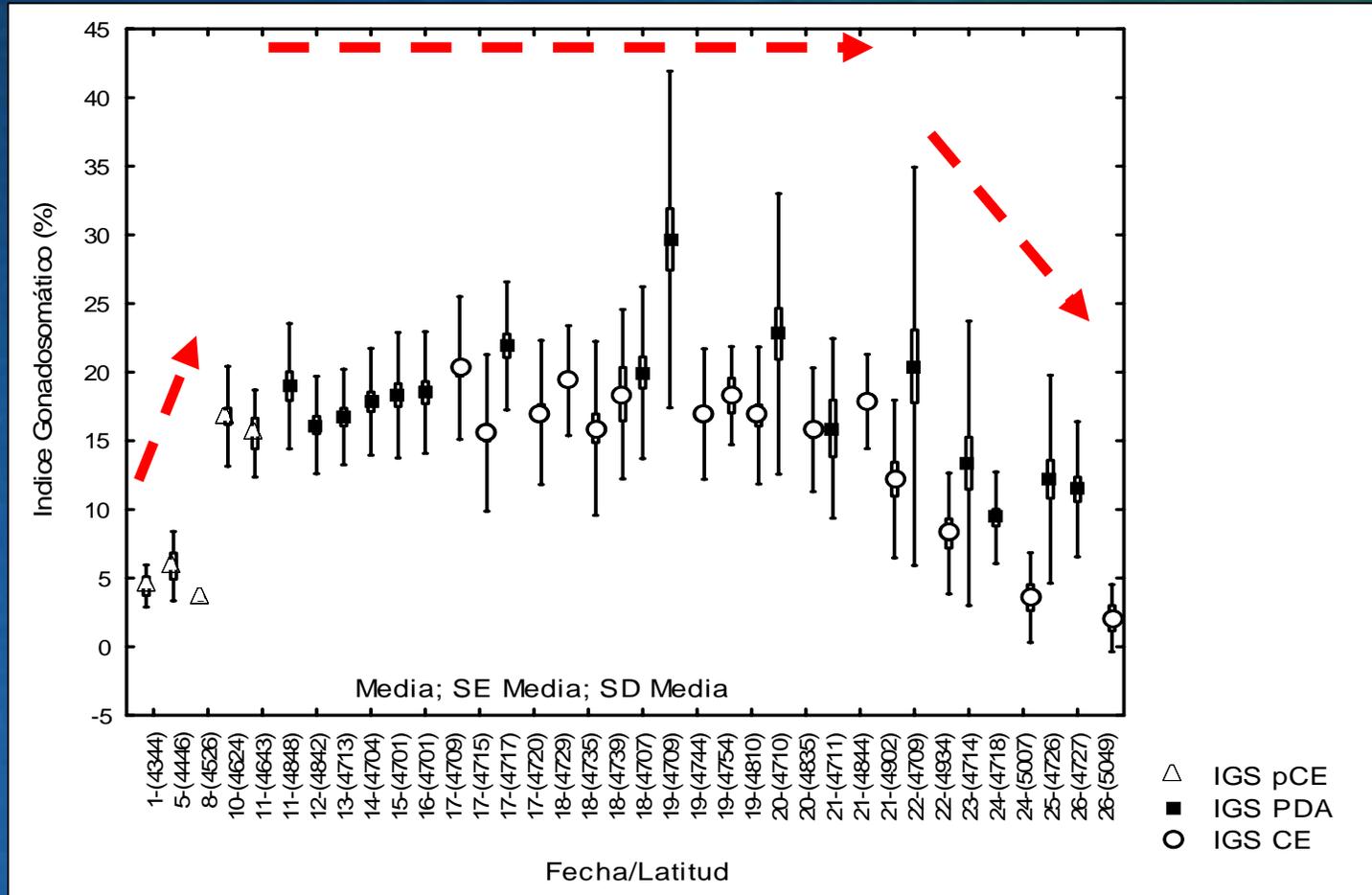


Machos





Hembras



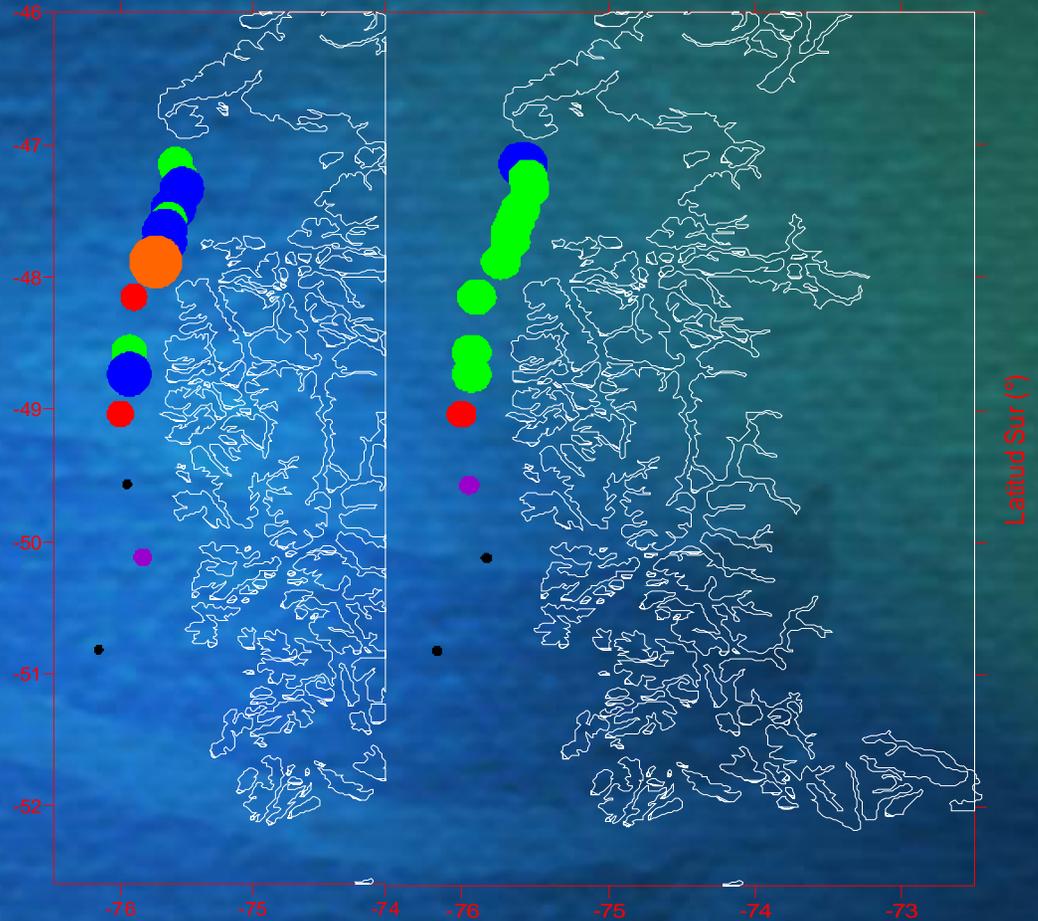


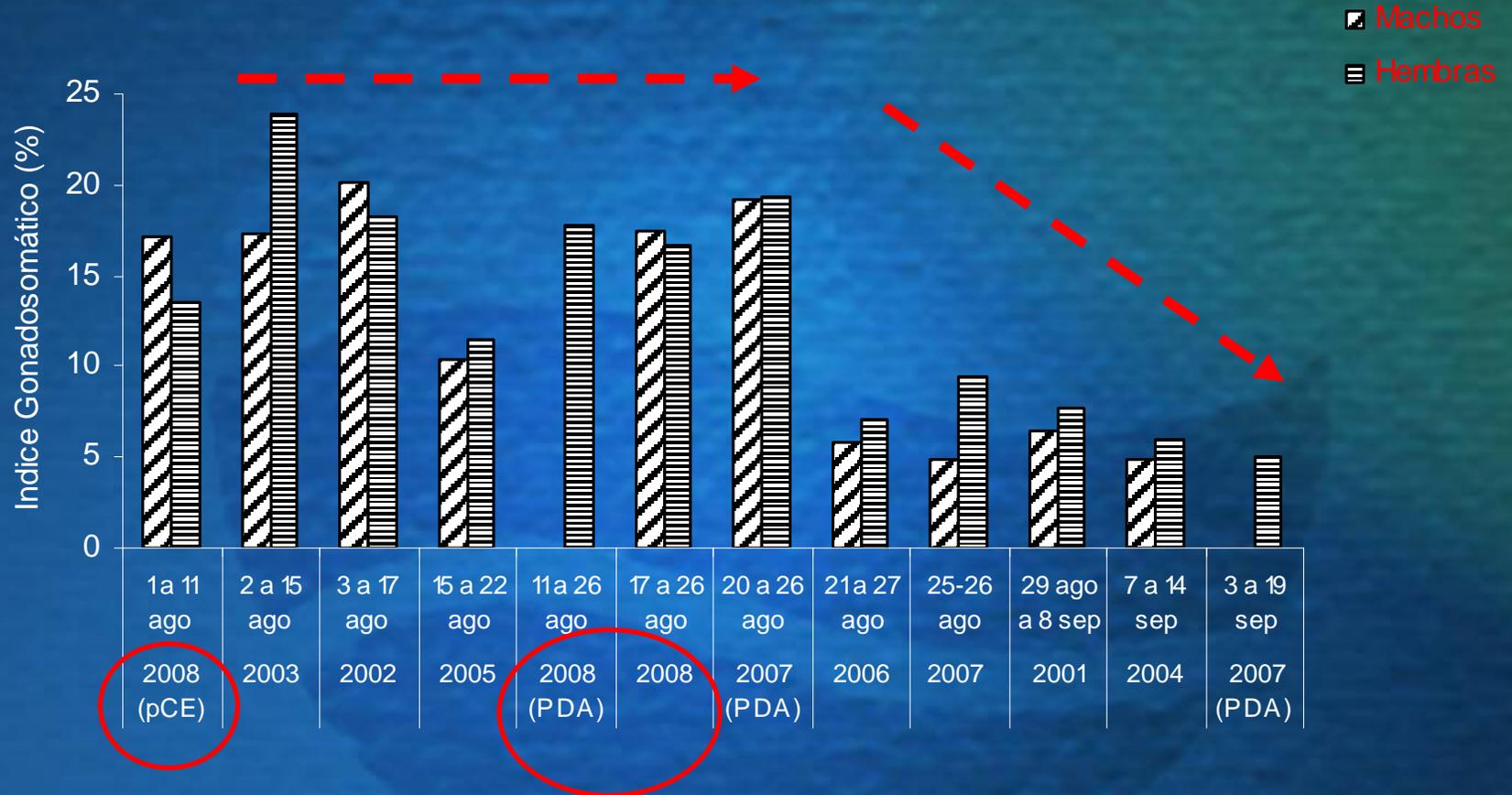
Machos

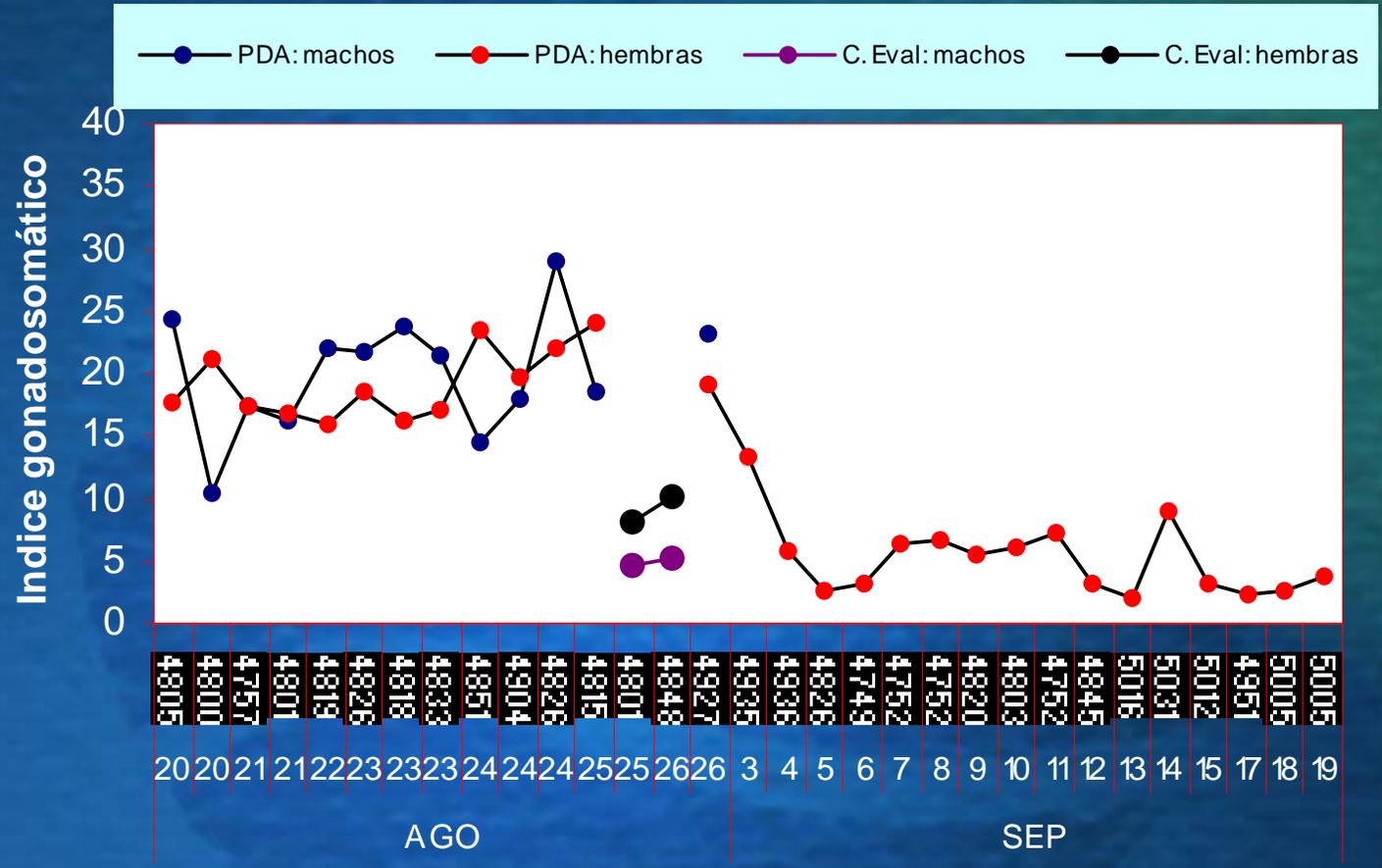
Hembras

IGS por lance

- 1.0 to 5.0
- 5.1 to 10.0
- 10.1 to 15.0
- 15.1 to 20.0
- 20.1 to 25.0
- 25.1 to 30.0

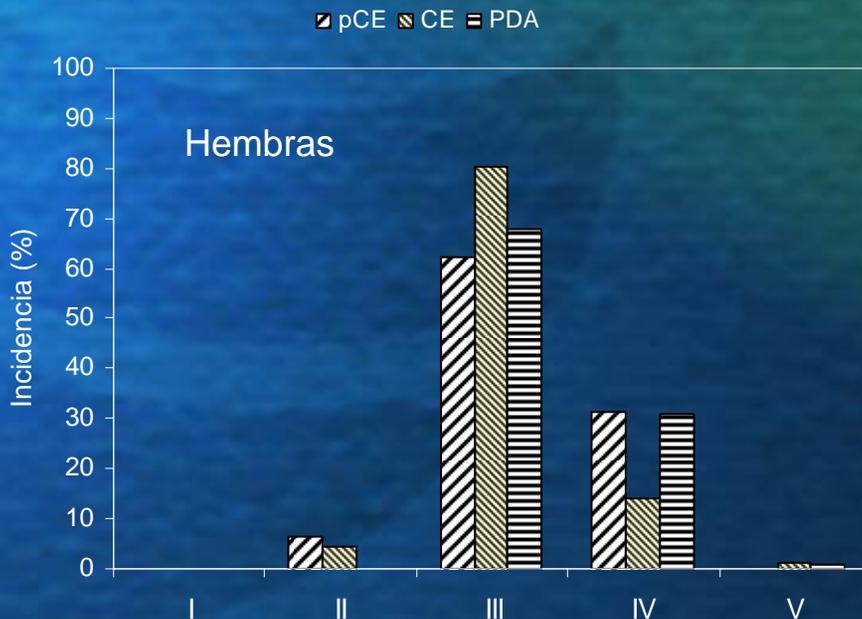
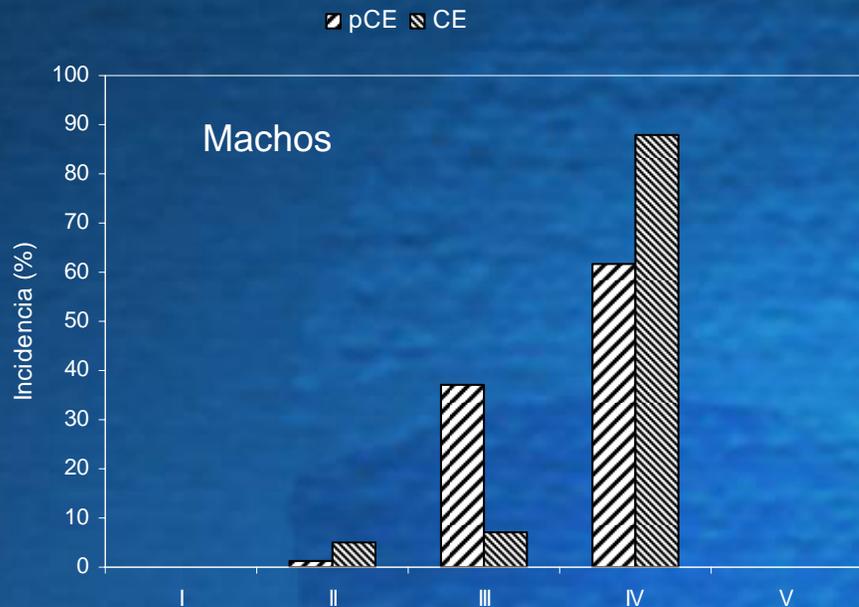






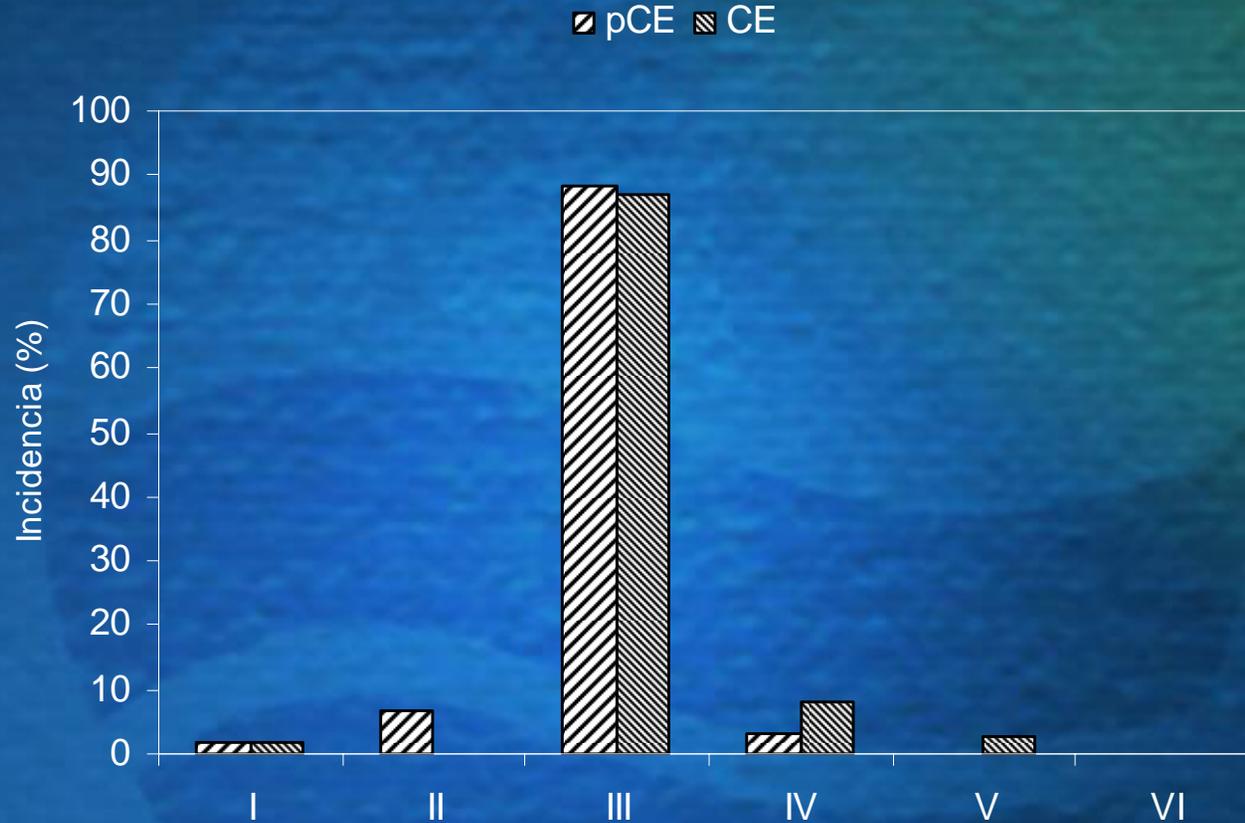


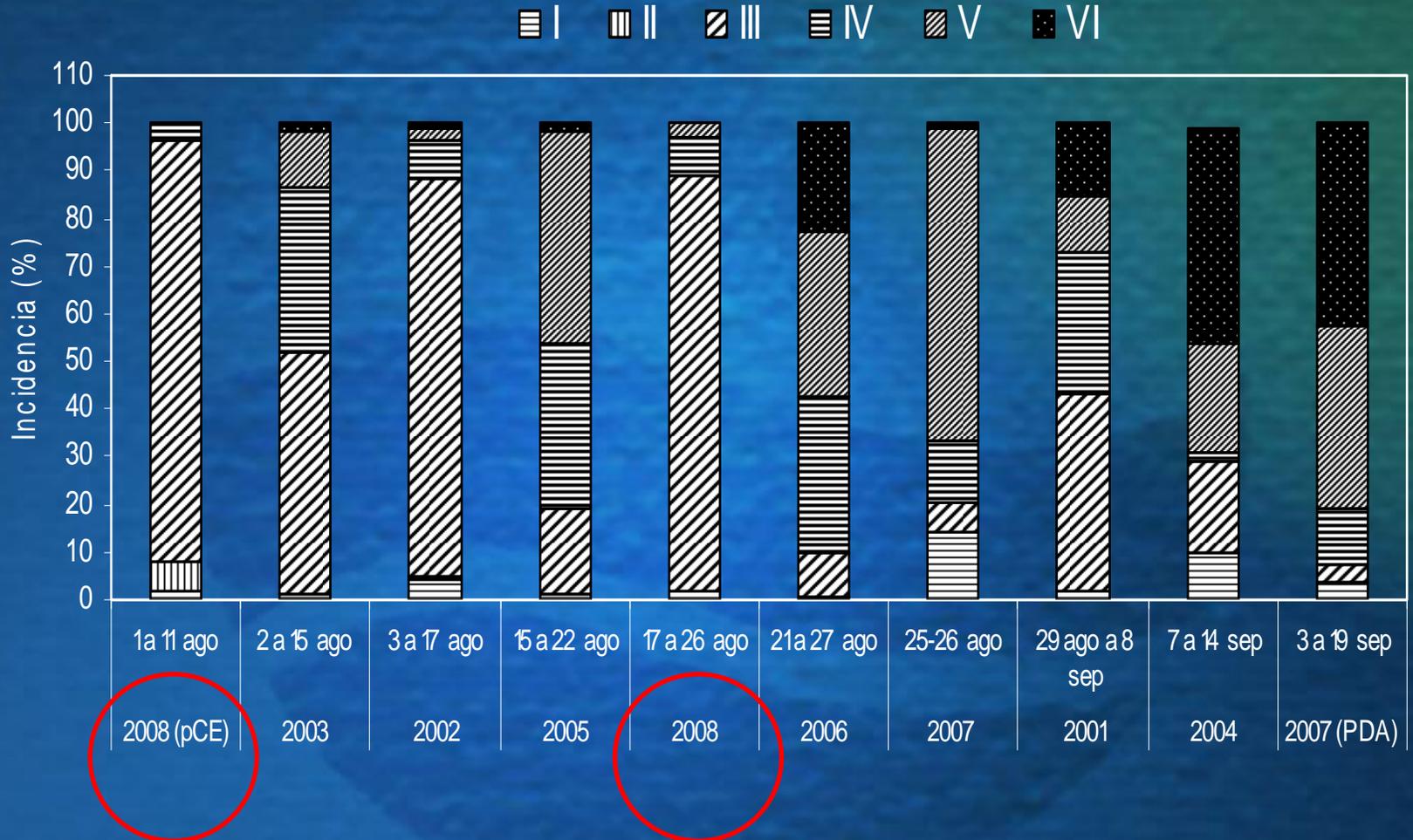
Estados madurez macroscópicos

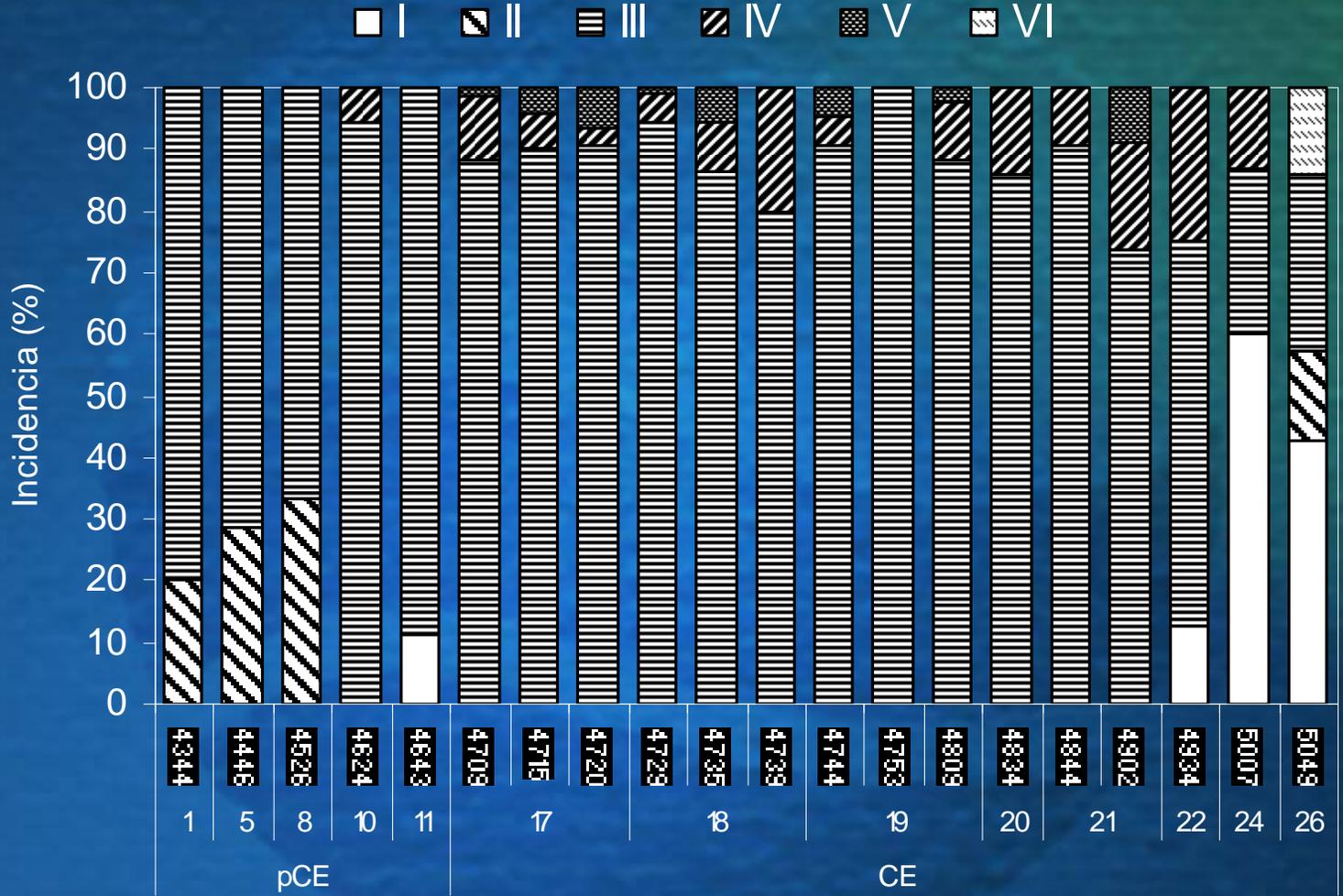


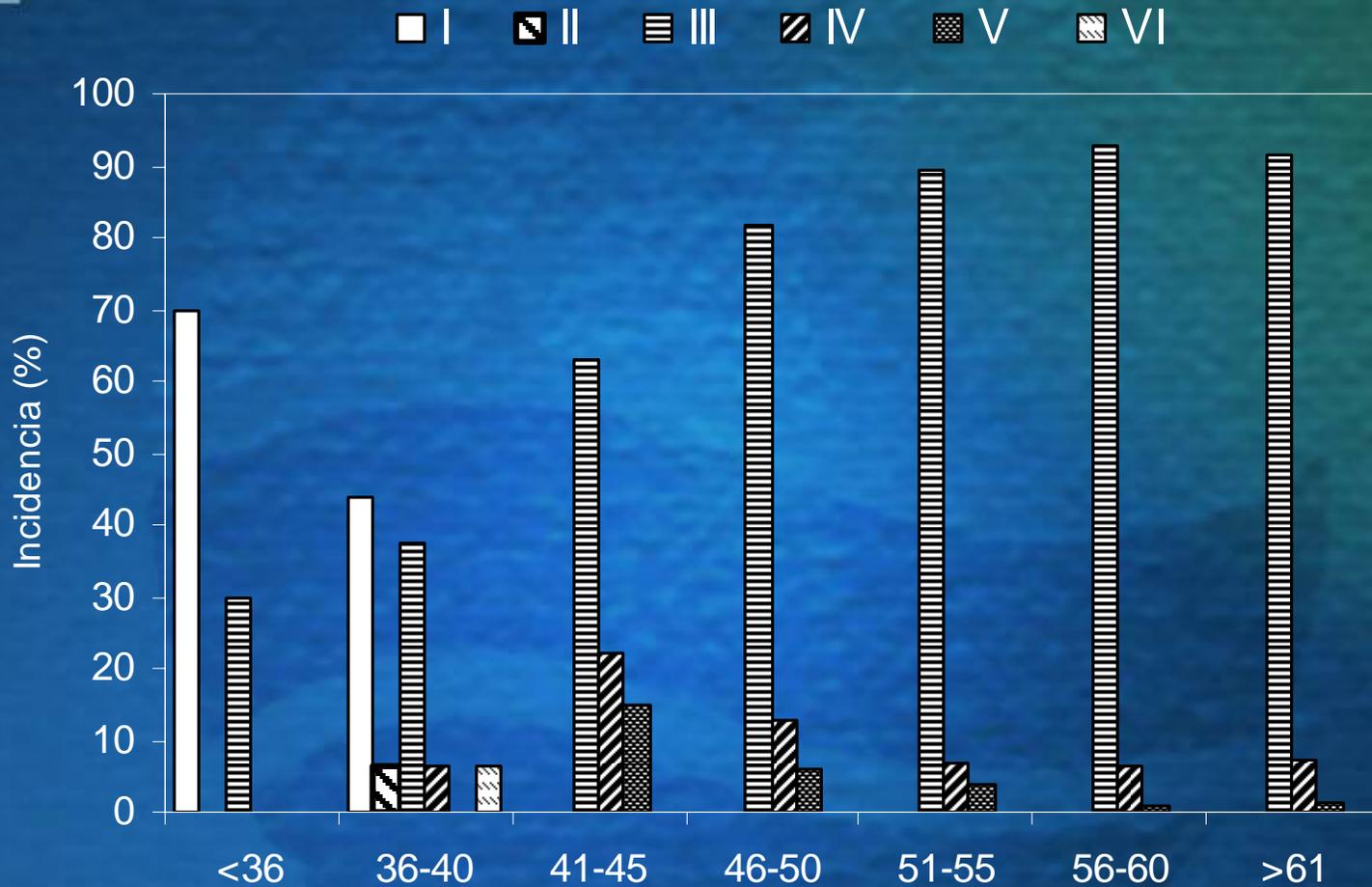


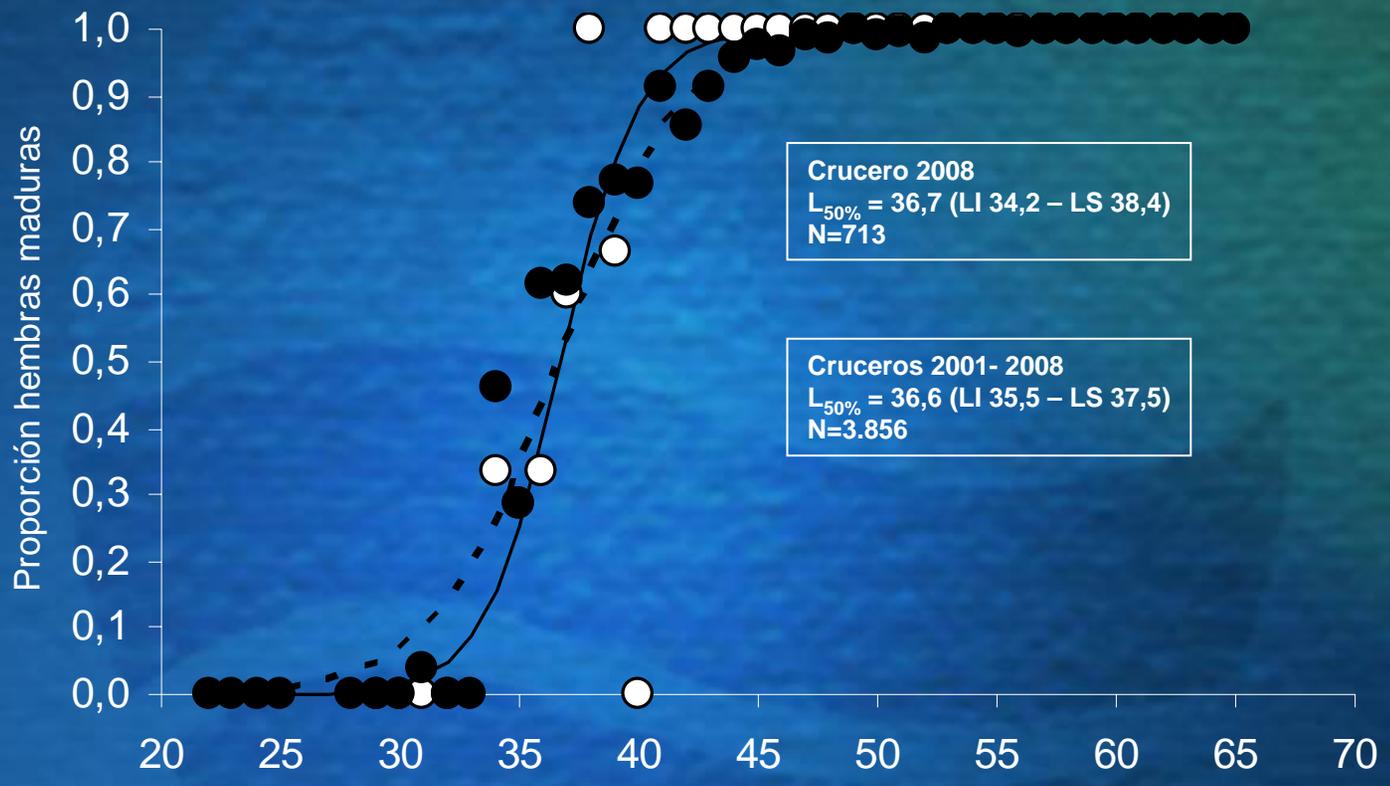
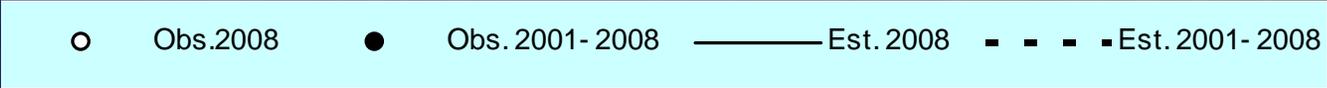
Estados madurez microscópicos







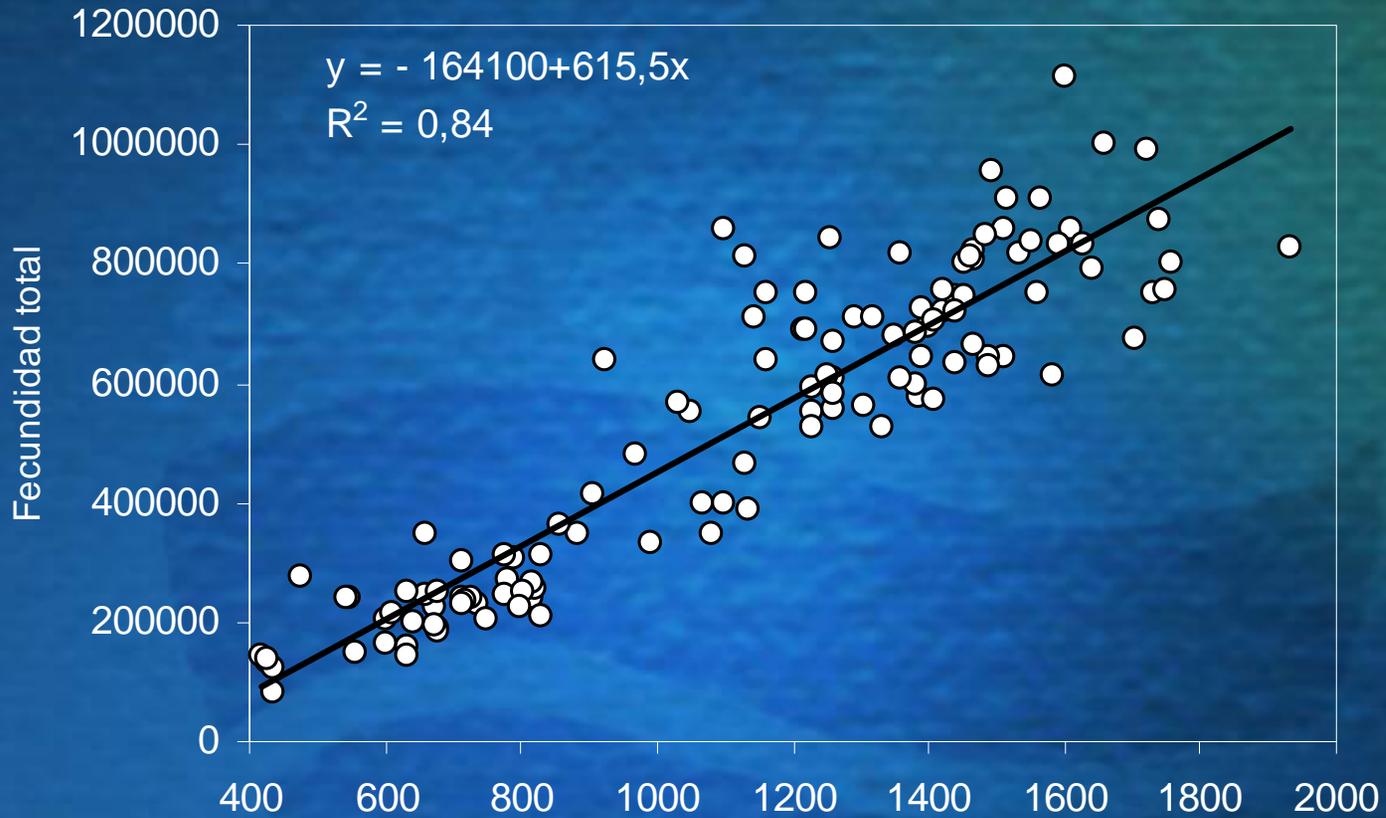


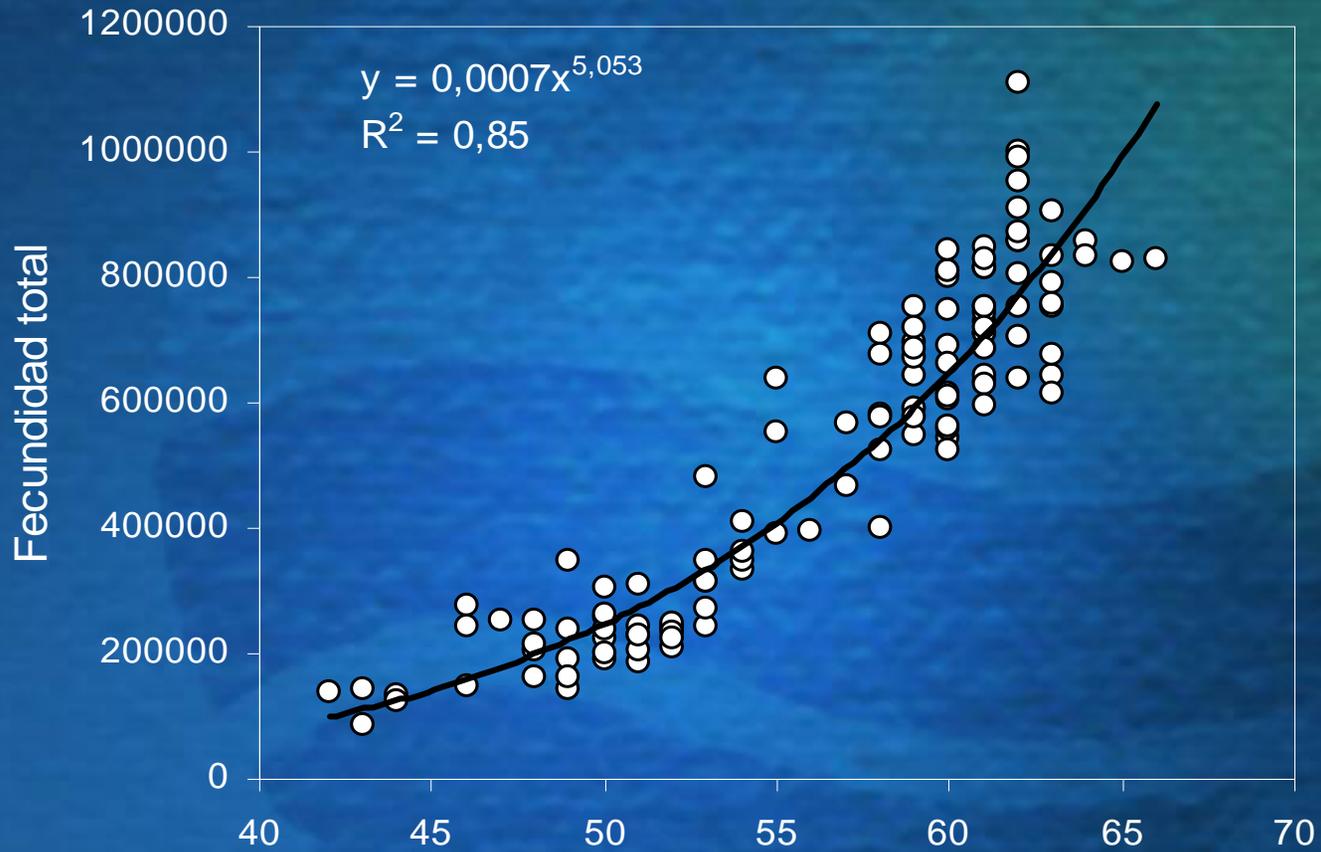




Fecundidad total

| | FECUNDIDAD | FEC. RELATIVA | N° | LONGITUD |
|--------------|---------------------------------|------------------|-----|----------|
| 2008 | 530.681 (84.034 - 1.111.541) | 447 (193-780) | 123 | 42-66 cm |
| EVALUACIONES | 386.831 y 733.540 | 385 y 703 | | |
| ATLANTICO | 137.000-948.000 | | | |
| ATLANTICO | 355.700 (47.190-1.945.130) | 323 | | |
| ATLANTICO | 477.771 (51 cm) | 706 | | |







Conclusiones

- La agregación de merluza de tres aletas se encontró en un proceso reproductivo, asociado a un aporte masivo de hembras en maduración avanzada, próximas a iniciar los desoves, sin presentar evidencias que indicara la declinación del período reproductivo.
- Para los datos del crucero de 2008, la talla media de primera madurez sexual correspondió a 36,7 cm de longitud total. Referencialmente, el estimado para los datos agrupados de Evaluaciones de 2001 a 2008, correspondió a 36,6 cm.
- La fecundidad total promedio fue de 530.681 ovocitos y la fecundidad relativa de 447 ovocitos, valores que están comprendidos en los estimados para esta especie en Evaluaciones anteriores de 2001 a 2007.



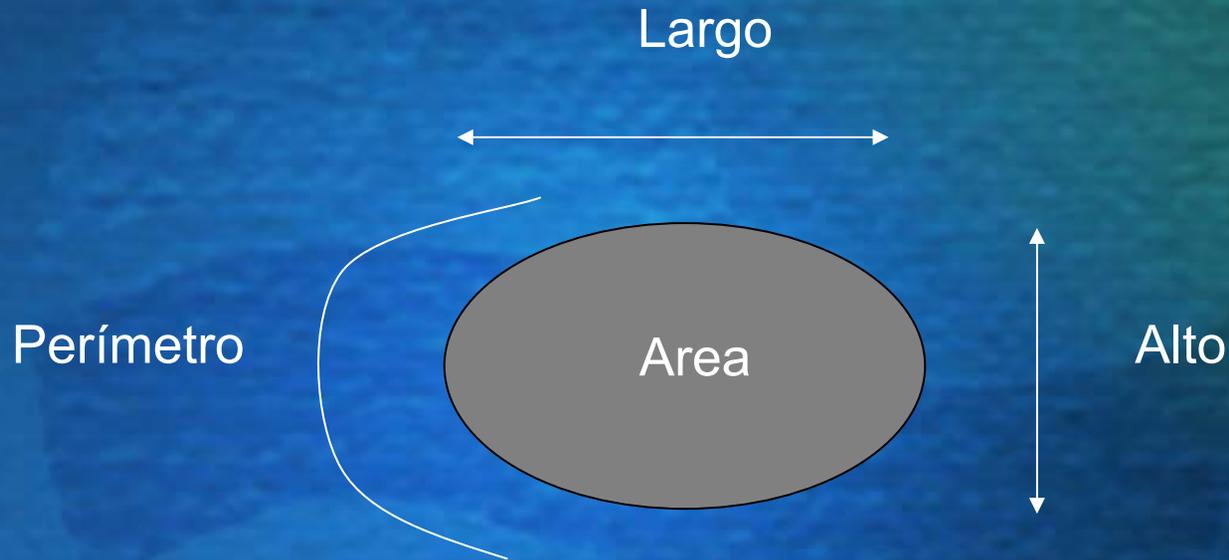
Objetivo N° 5

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





CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS



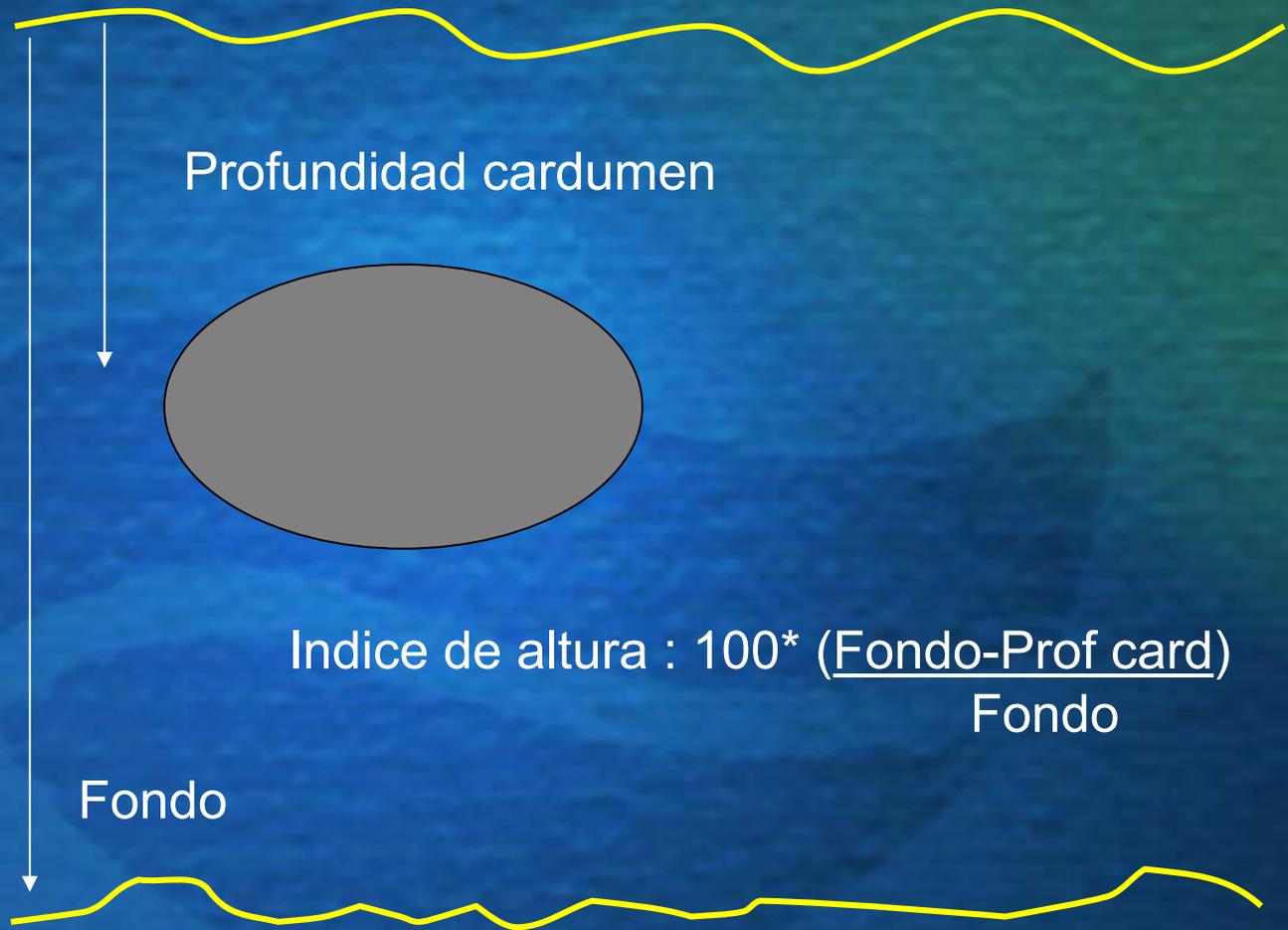
Elongación : Largo/alto

Dimensión fractal : $\frac{2 * LN (\text{perímetro}/4)}{LN (\text{Area})}$



CARACTERÍSTICAS BATIMÉTRICAS

Nivel del mar



Profundidad cardumen

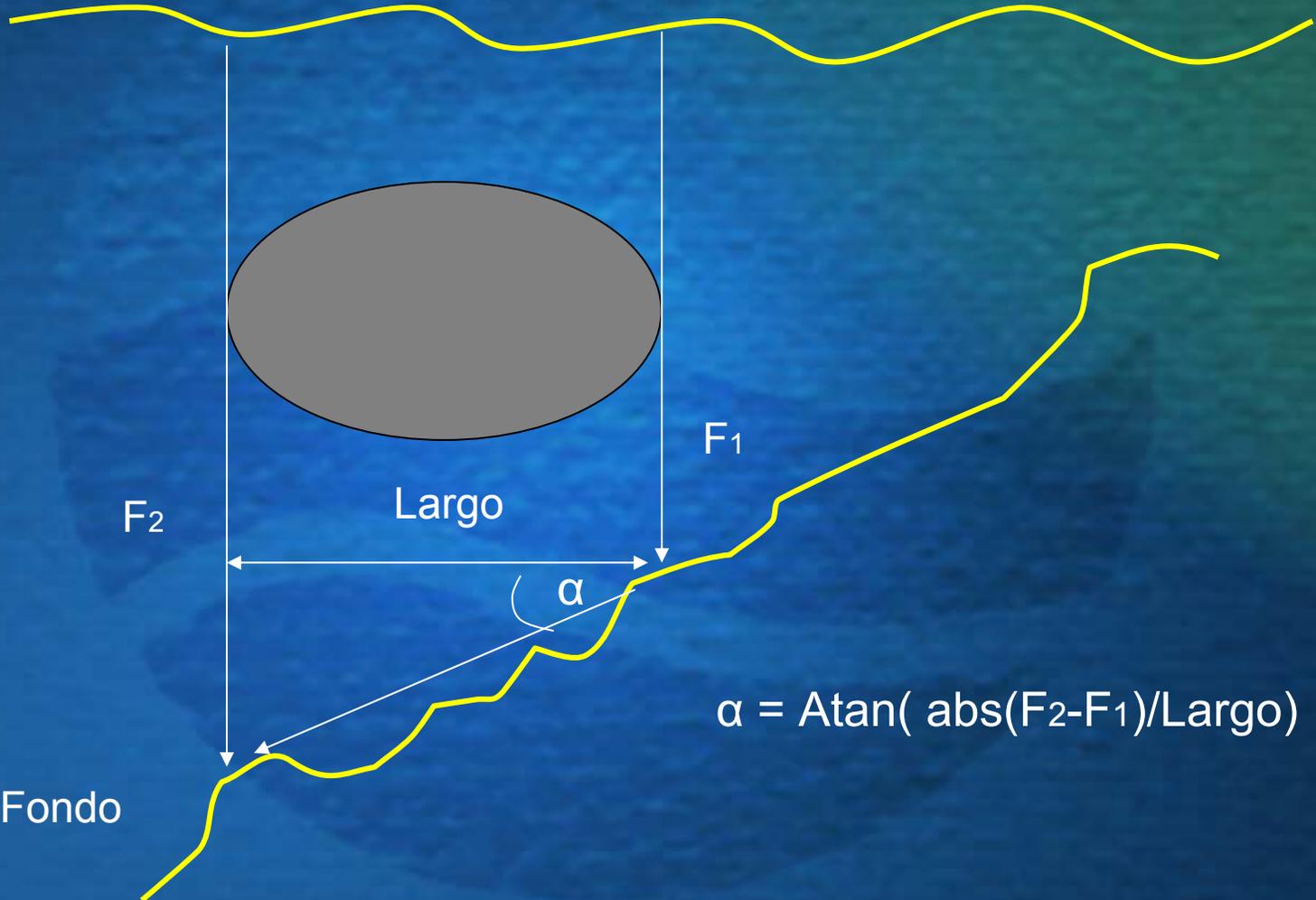
Indice de altura : $100^* \left(\frac{\text{Fondo-Prof card}}{\text{Fondo}} \right)$

Fondo



Pendiente del fondo (α)

Nivel del mar





CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS

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 (*Dens*) de las mismas referidas en unidades de S_A por área (S_A/m^2)



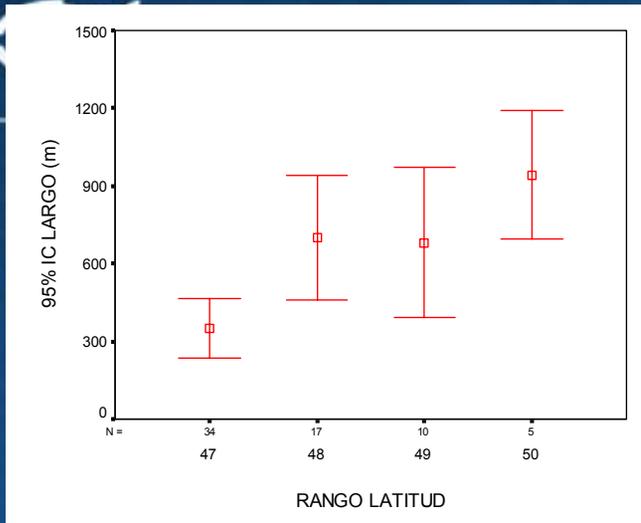
Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas Año 2008

| Variable | Promedio | Max. | Min. | Desv.est | CV | Nº obs |
|---------------------------------------------------|----------|--------|------|----------|------|--------|
| Largo (m) | 536 | 1.924 | 36 | 419 | 0,78 | 66 |
| Alto (m) | 24 | 46 | 8 | 9 | 0,38 | 66 |
| Elongación | 23 | 79 | 1 | 18 | 0,76 | 66 |
| Perímetro (m) | 3.057 | 23.007 | 190 | 3.870 | 1,27 | 66 |
| Area (m ²) | 13.994 | 44.450 | 773 | 12.989 | 0,93 | 66 |
| Dim. Fractal | 1,34 | 1,73 | 1,05 | 0,17 | 0,13 | 66 |
| Prof. Card (m) | 256 | 337 | 144 | 51 | 0,20 | 66 |
| Prof. Fondo (m) | 398 | 850 | 167 | 171 | 0,43 | 66 |
| Indice altura (%) | 28 | 72 | 2 | 22 | 0,77 | 66 |
| S _A (m ² /mn ²) | 2.178 | 14.516 | 105 | 2.429 | 1,12 | 66 |
| Densidad (S _A /m ²) | 0,4 | 3,6 | 0,03 | 0,5 | 1,51 | 66 |
| Pendiente Fondo(°) | 10 | 70 | 0,5 | 11 | 1,09 | 66 |

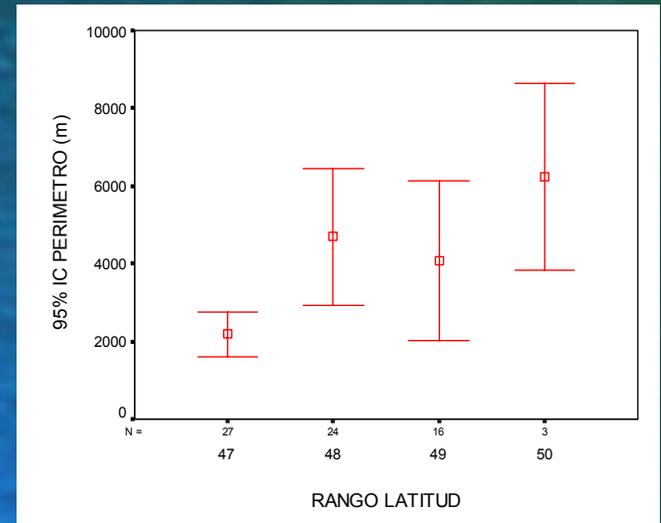


DESCRIPTORES POR LATITUD

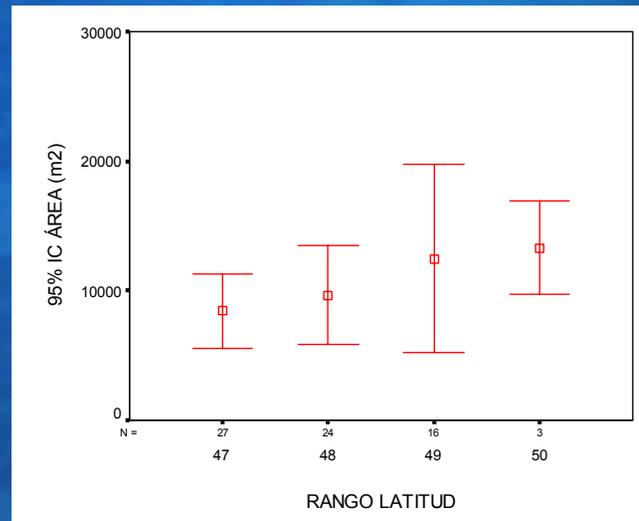
- Existen diferencias significativas morfométricas por rango de latitud, excepto en alto de agregaciones, apreciándose una tendencia a formar agregaciones de mayor tamaño hacia el sur del área de estudio.
- Batimétricamente se observa una tendencia de las agregaciones a ubicarse mas cercanas al fondo ante aumentos de latitud.
- La pendiente del fondo tiende a disminuir en sentido norte-sur
- Los descriptores de energía presentan sus mayores valores al norte del área de estudio



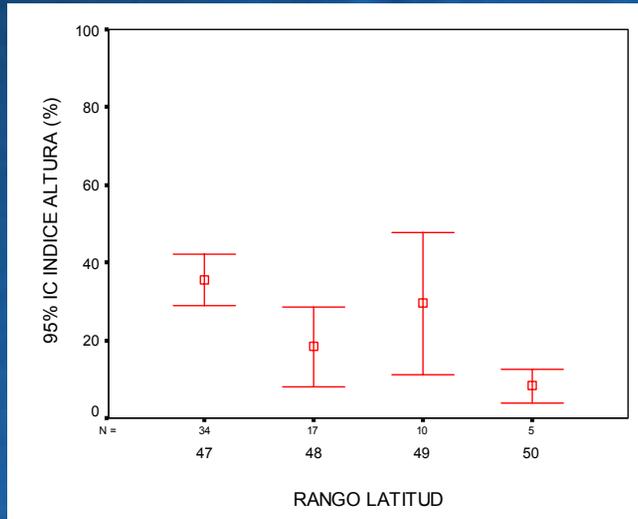
Largo



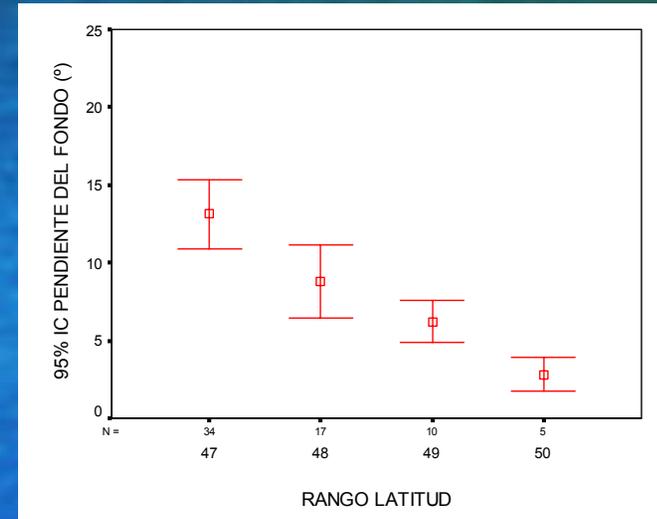
Perímetro



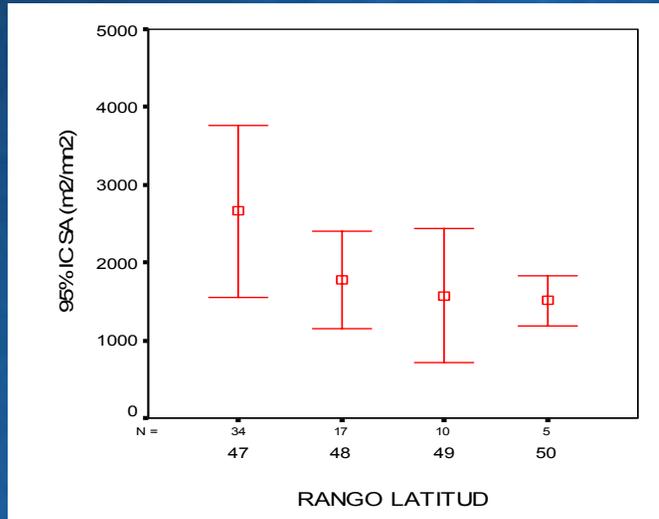
Área



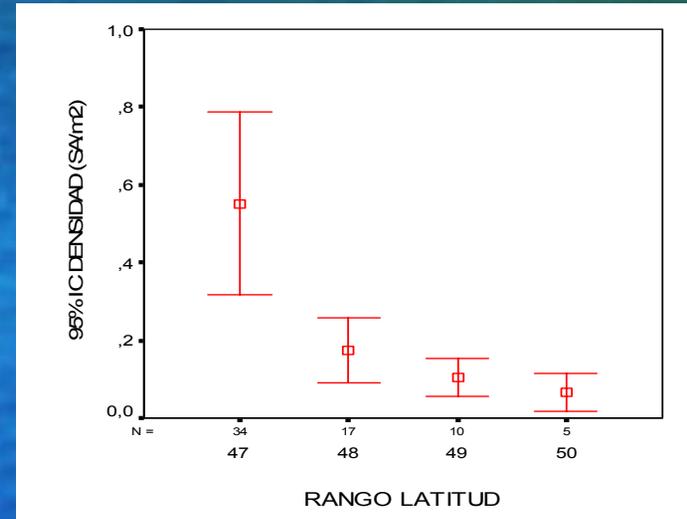
Índice altura



Pendiente del fondo



SA

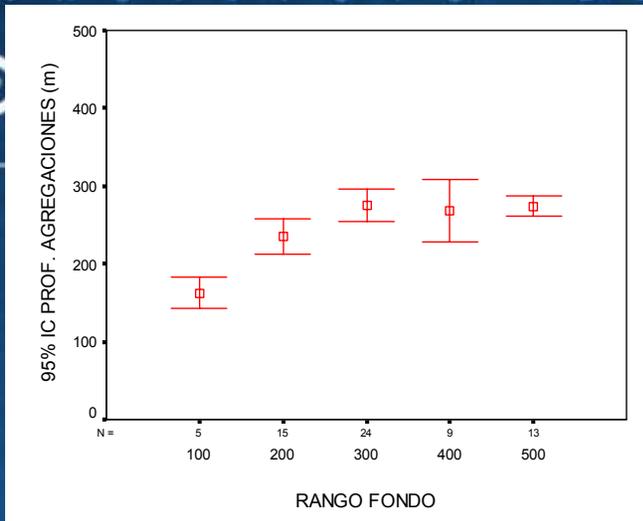


Densidad

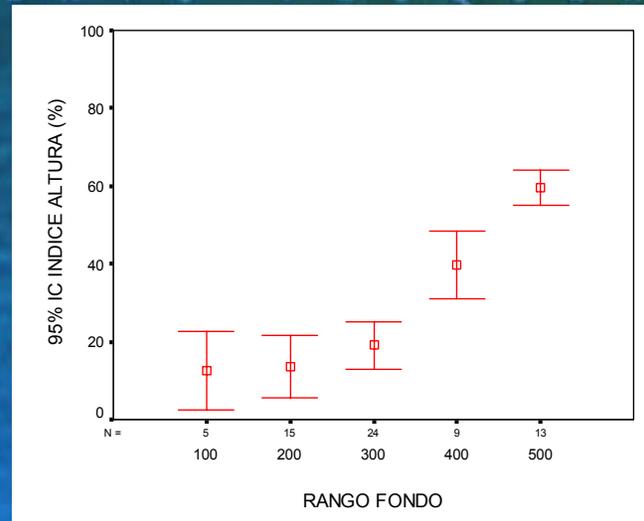


DESCRIPTORES POR RANGO DE FONDO

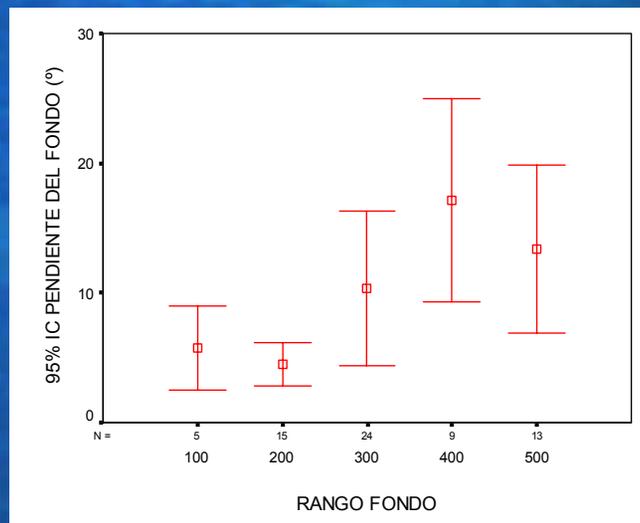
- Las variables morfométricas no presentan diferencias significativas por rango de fondo, observándose una tendencia a presentar agregaciones de menor tamaño en el rango de 100 m
- La profundidad de agregaciones tiende a aumentar junto a aumentos del fondo hasta los 300 m, después tiende a mantenerse en el rango entre 200 y 300 m, lo que se aprecia claramente con el índice de altura.
- Los descriptores de energía no presentan diferencias significativas entre rangos de fondo, pero sus mayores valores se observan en el rango de 200 m



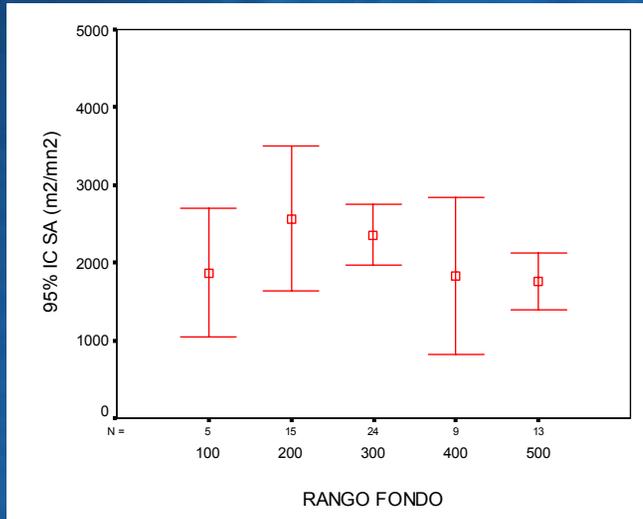
Profundidad agregaciones



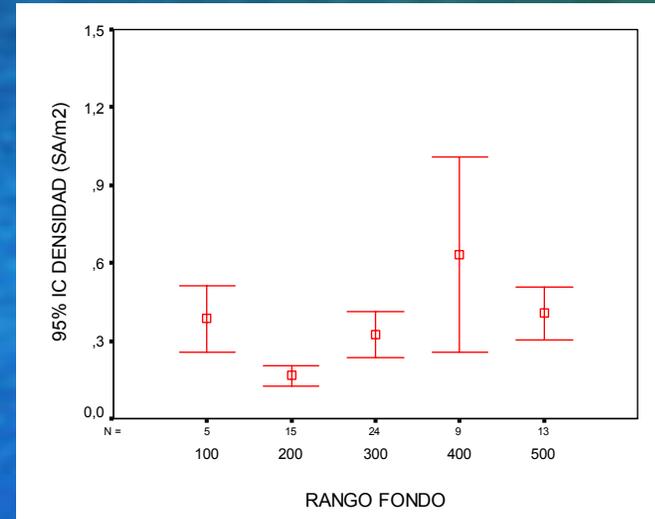
Índice de altura



Pendiente del fondo



SA

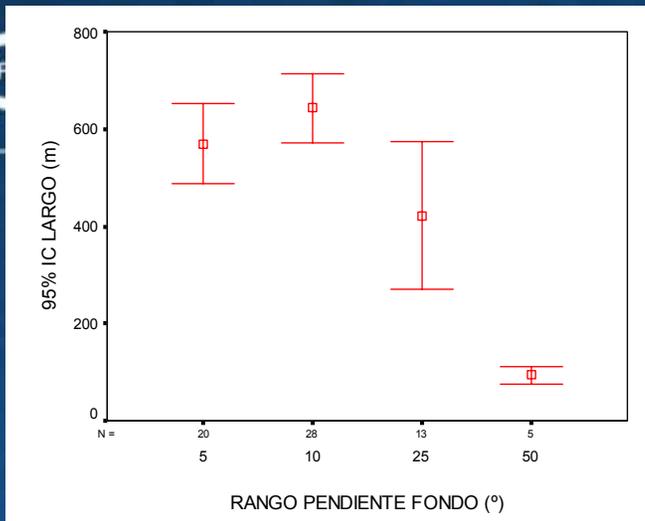


Densidad

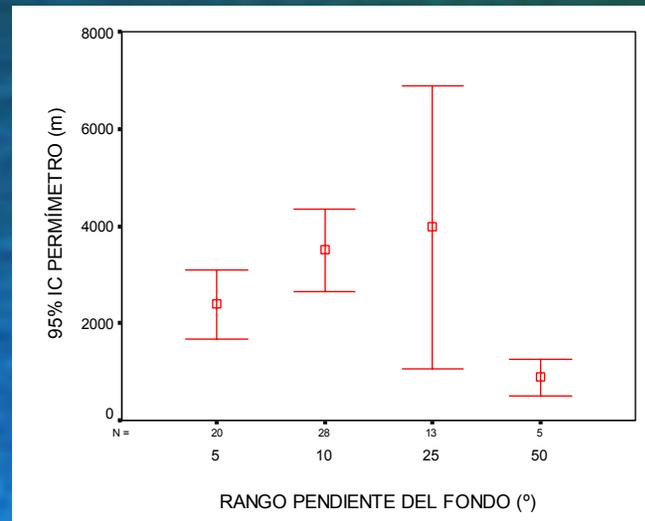


DESCRIPTORES POR PENDIENTE DEL FONDO

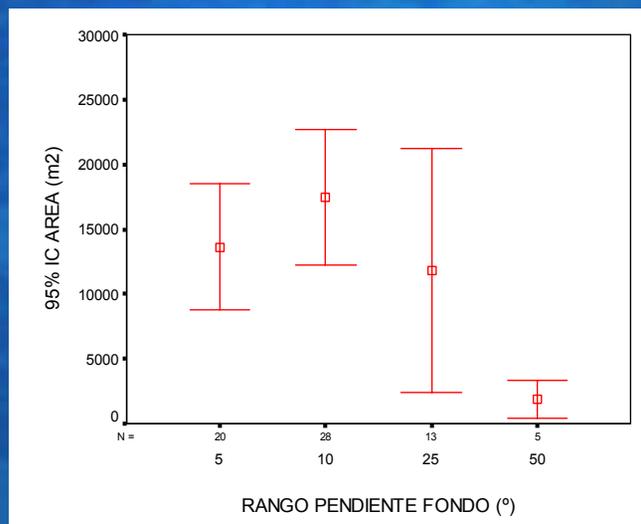
- Se observa una tendencia en las variables morfométricas de mantener sus valores estables hasta los 25° de inclinación, a mayores pendientes del fondo las agregaciones disminuyen sus valores o tamaño
- La profundidad de agregaciones se mantiene constante ante aumentos de pendiente, mientras que el fondo aumenta su valor debido a la caída del talud, reflejándose lo anterior en el índice de altura.
- Los valores de SA presentan sus mayores valores en fondos con pendientes entre 5° y 10°, mientras que los mayores valores de densidad se presentan en fondos con mayores inclinaciones



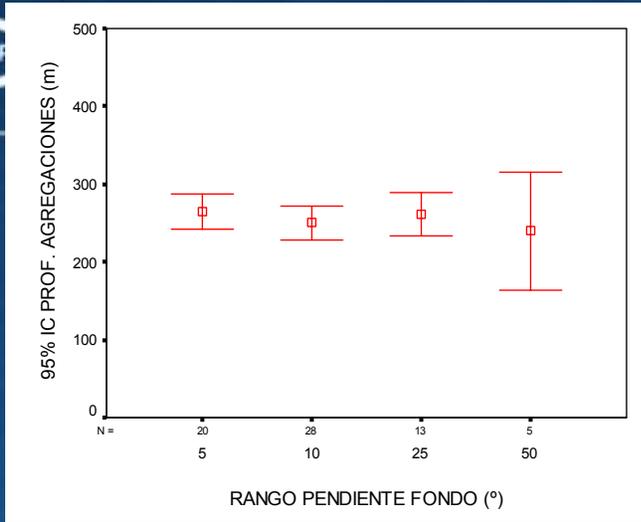
Largo



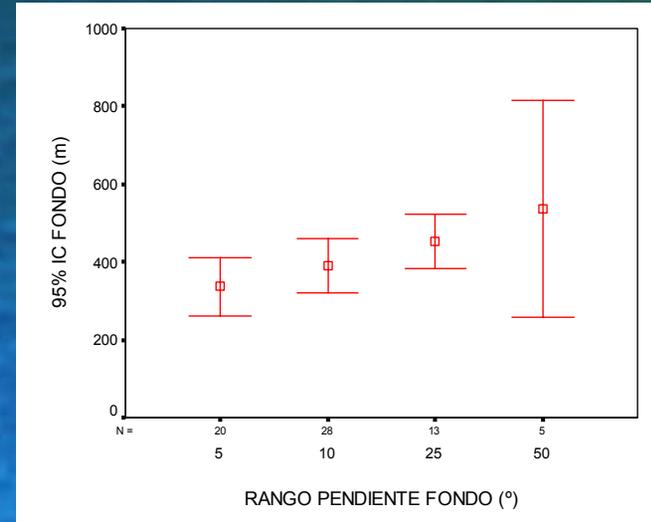
Perímetro



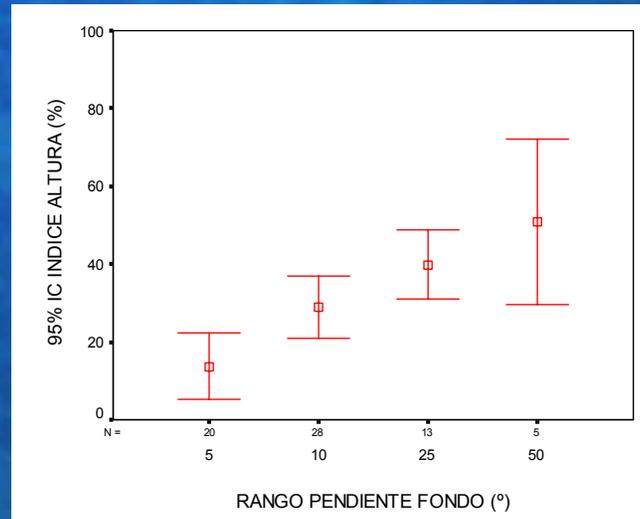
Área



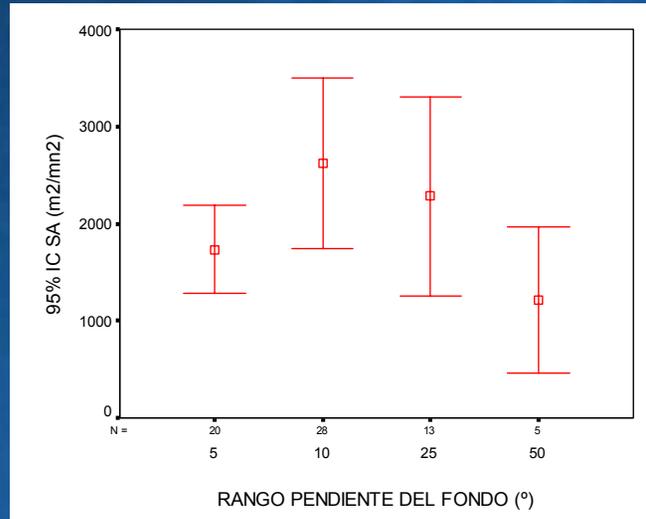
Profundidad agregaciones



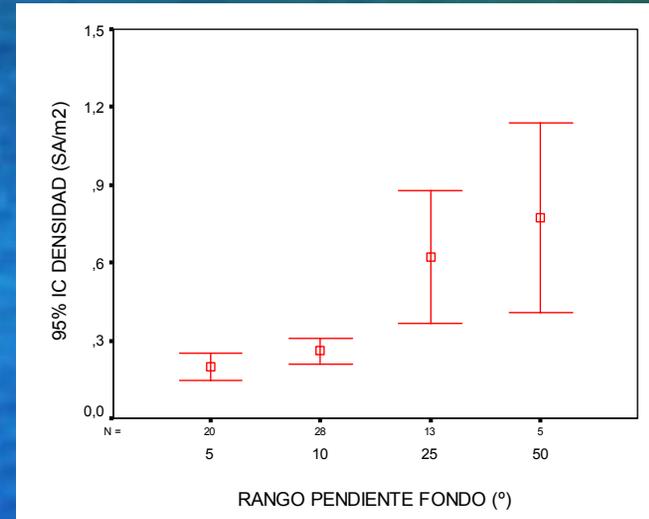
Profundidad fondo



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 | 0,348 | 1 | | | | | | | | | | |
| Elongación | 0,844 | -0,104 | 1 | | | | | | | | | |
| Perímetro | 0,648 | 0,116 | 0,642 | 1 | | | | | | | | |
| Área | 0,920 | 0,613 | 0,594 | 0,516 | 1 | | | | | | | |
| Dim. Fractal | 0,173 | -0,408 | 0,424 | 0,629 | -0,019 | 1 | | | | | | |
| Prof. Agreg. | 0,146 | 0,192 | 0,079 | 0,080 | 0,135 | 0,023 | 1 | | | | | |
| Fondo | -0,163 | 0,137 | -0,218 | 0,052 | -0,094 | 0,006 | 0,346 | 1 | | | | |
| Ind. Altura | -0,261 | 0,027 | -0,309 | 0,023 | -0,172 | -0,035 | -0,158 | 0,820 | 1 | | | |
| S _A | 0,215 | 0,314 | 0,071 | 0,064 | 0,293 | -0,088 | -0,083 | -0,050 | 0,027 | 1 | | |
| Densidad | -0,449 | -0,092 | -0,421 | -0,279 | -0,402 | -0,080 | -0,088 | 0,166 | 0,257 | 0,401 | 1 | |
| Pendiente | -0,324 | -0,136 | -0,347 | -0,098 | -0,263 | 0,076 | -0,117 | 0,253 | 0,440 | -0,004 | 0,468 | 1 |

Valores propios y % variabilidad explicada por los componentes

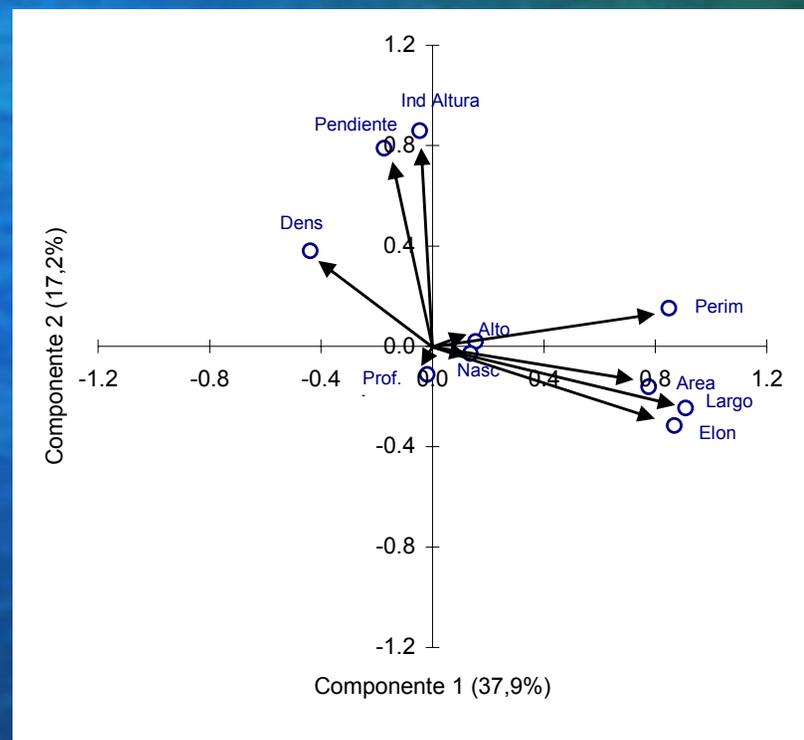
| | Com.1 | Com.2 | Com.3 | Com.4 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| Valor propio | 3.79 | 1.73 | 1.29 | 1.05 |
| % variabilidad | 37.87 | 17.25 | 12.90 | 10.54 |
| % acumulado | 37.87 | 55.13 | 68.03 | 78.57 |



| Variable | Com.1 | Com.2 | Com.3 | Com.4 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| Largo | 0,91 | -0,25 | 0,24 | 0,10 |
| Alto | 0,15 | 0,02 | 0,85 | 0,32 |
| Elongación | 0,87 | -0,32 | -0,18 | -0,06 |
| Perímetro | 0,85 | 0,15 | 0,00 | -0,08 |
| Área | 0,78 | -0,16 | 0,48 | 0,21 |
| Prof. Agreg | -0,02 | -0,11 | 0,62 | -0,29 |
| Índice altura | -0,05 | 0,86 | 0,03 | 0,00 |
| S _A | 0,14 | -0,03 | 0,09 | 0,92 |
| Densidad | -0,44 | 0,38 | -0,18 | 0,60 |
| Pendiente | -0,17 | 0,79 | -0,14 | 0,09 |

Correlaciones v.o. con componentes principales

Correlación v.o. con los dos primeros componentes





Valores promedio y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas años 2003-2008

| Variable | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | |
|---------------------------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|-------|------|-------|------|--------|------|
| | 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 |
| Alto (m) | 31 | 0.41 | 23 | 0.45 | 21 | 0.53 | 14 | 0.58 | 16 | 0.52 | 24 | 0.38 |
| Elongación | 56 | 1.01 | 80 | 0.85 | 53 | 0.93 | 42 | 1.35 | 57 | 1.15 | 23 | 0.76 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| Prof. Card (m) | 253 | 0.34 | 208 | 0.20 | 181 | 0.21 | 159 | 0.19 | 202 | 0.36 | 256 | 0.20 |
| Prof. Fondo (m) | 414 | 0.51 | 448 | 0.55 | 261 | 0.48 | 238 | 0.60 | 275 | 0.58 | 398 | 0.43 |
| Índice altura (%) | 30 | 0.71 | 44 | 0.46 | 22 | 0.96 | 22 | 0.99 | 17 | 1.09 | 28 | 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 |
| 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 |
| Nº obs | 107 | | 46 | | 136 | | 181 | | 70 | | 66 | |



Valores promedio y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas años 2003-2008

| Variable | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | % diferen. |
|-----------------|-------|-------|-------|------|------|--------|------------|
| Largo (m) | 1776 | 1742 | 1088 | 527 | 675 | 536 | -62% |
| Alto (m) | 31 | 23 | 21 | 14 | 16 | 24 | -29% |
| Elongación | 56 | 80 | 53 | 42 | 57 | 23 | -36% |
| Perímetro (m) | 7722 | 9530 | 5214 | 2639 | 3649 | 3,057 | -58% |
| Area (m2) | 65831 | 42787 | 28226 | 8570 | 9986 | 13,994 | -76% |
| Dim. Fractal | 1.36 | 1.46 | 1.41 | 1.39 | 1.47 | 1.34 | -1% |
| Prof. Card (m) | 253 | 208 | 181 | 159 | 202 | 256 | -4% |
| Prof. Fondo (m) | 414 | 448 | 261 | 238 | 275 | 398 | -19% |
| Indice altura | 30 | 44 | 22 | 22 | 17 | 28 | -30% |
| Sa | 9323 | 11942 | 10513 | 3573 | 2260 | 2,178 | -75% |
| Densidad | 0.54 | 0.29 | 0.46 | 0.74 | 0.68 | 0.35 | 36% |
| Nº obs | 107 | 46 | 136 | 181 | 70 | 66 | 10% |



FIN



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



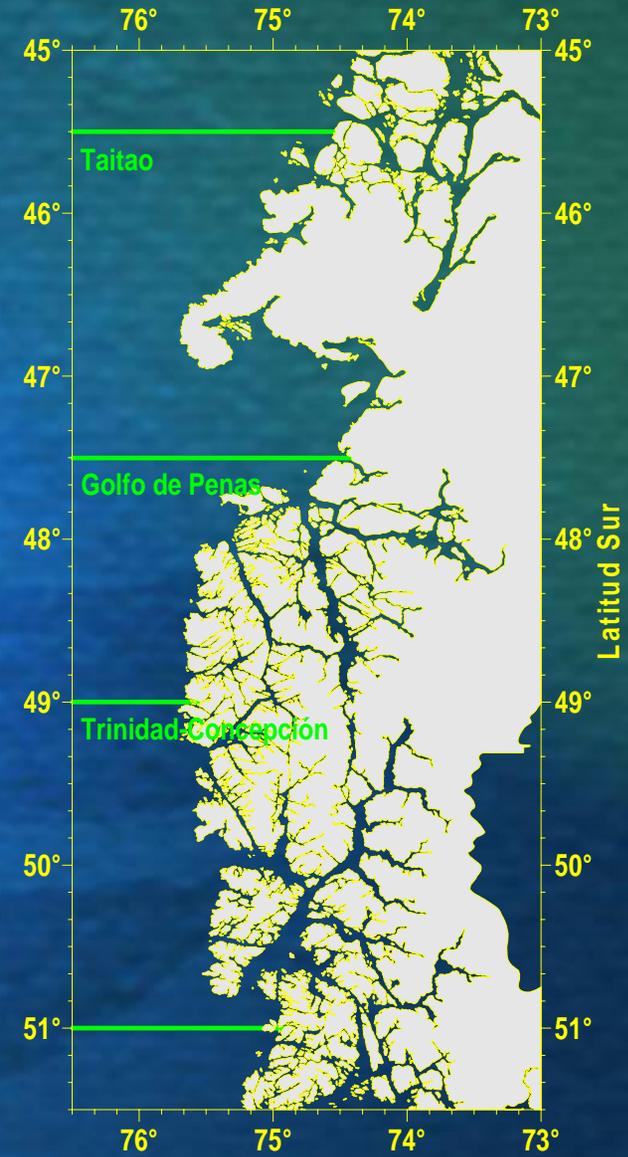
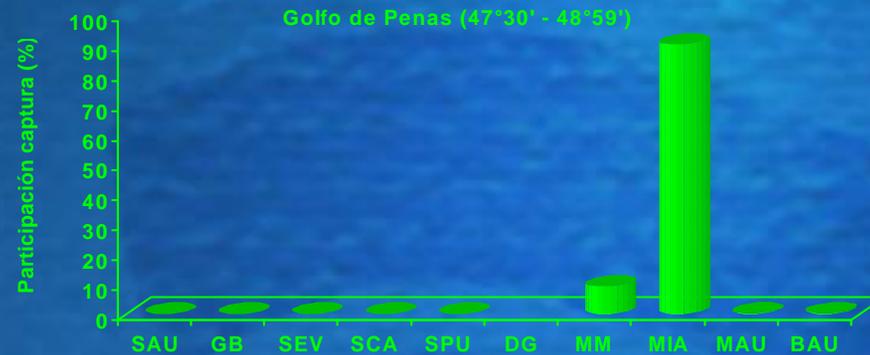
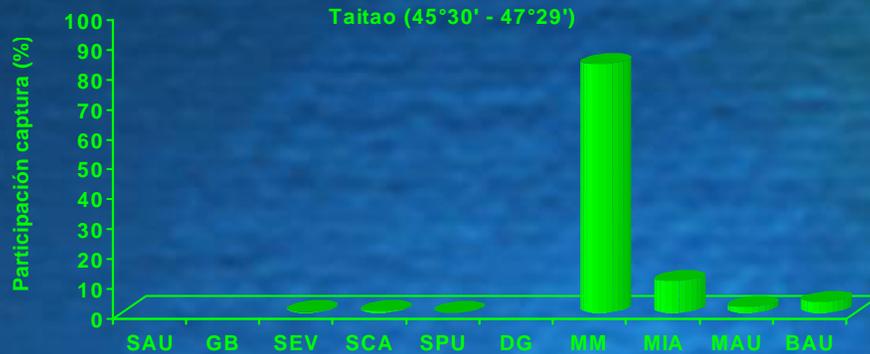
Especies comúnmente capturadas como fauna acompañante en la pesquería de merluza de tres aletas

| ESPECIE | SÍMBLO | CRUCEROS | | | | TOTAL |
|--------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 2005* | 2006* | 2007* | 2008* | |
| Brótula | SAU | | | | 0,1 | >0,1 |
| Cogrio dorado | GB | | >0,1 | | >0,1 | >0,1 |
| Cojinoba azul | SEV | | | >0,1 | 0,6 | >0,1 |
| Cojinoba del sur | SCA | | 2,0 | | | 0,4 |
| Cojinoba moteada | SPU | 0,1 | | | | >0,1 |
| Jibia | DG | 0,0 | 0,2 | | | >0,1 |
| Merluza de cola | MM | 12,5 | 62,0 | 2,1 | 63,5 | 21,1 |
| Merluza de tres aletas* | MIA | 86,6 | 32,9 | 97,8 | 33,9 | 77,5 |
| Merluza del sur | MAU | 0,7 | 0,5 | | 1,0 | 0,3 |
| Reineta | BAU | 0,1 | 2,3 | >0,1 | 0,9 | 0,6 |

*Participación porcentual, respecto de la captura total del cruceo



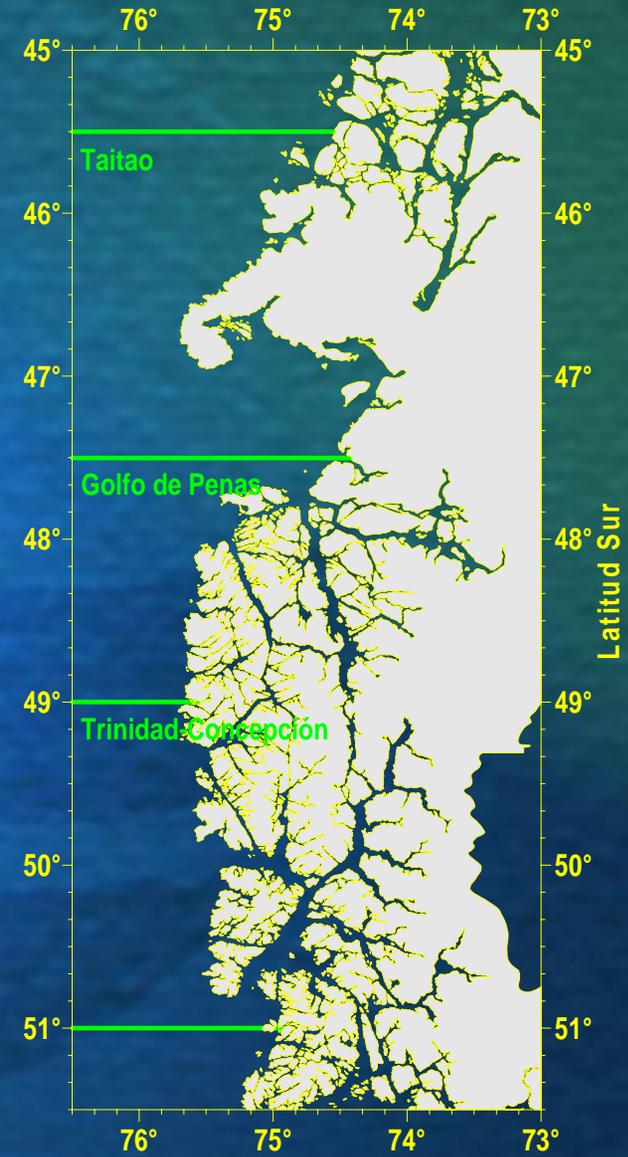
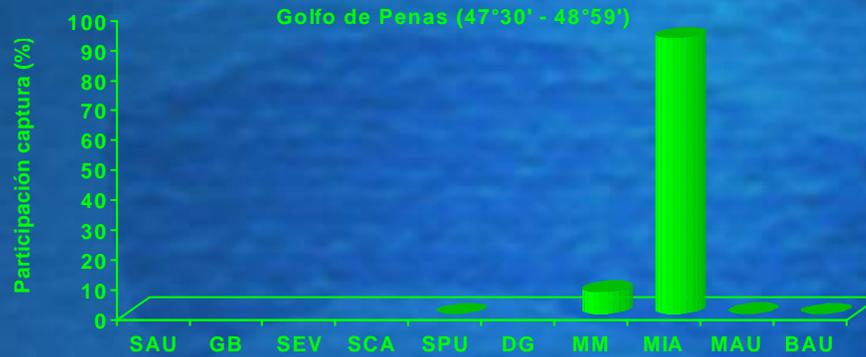
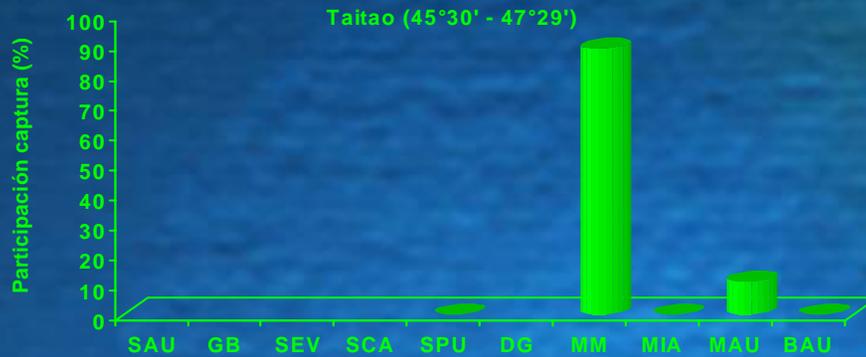
Composición histórica de la captura (%) por zona



Longitud Oeste



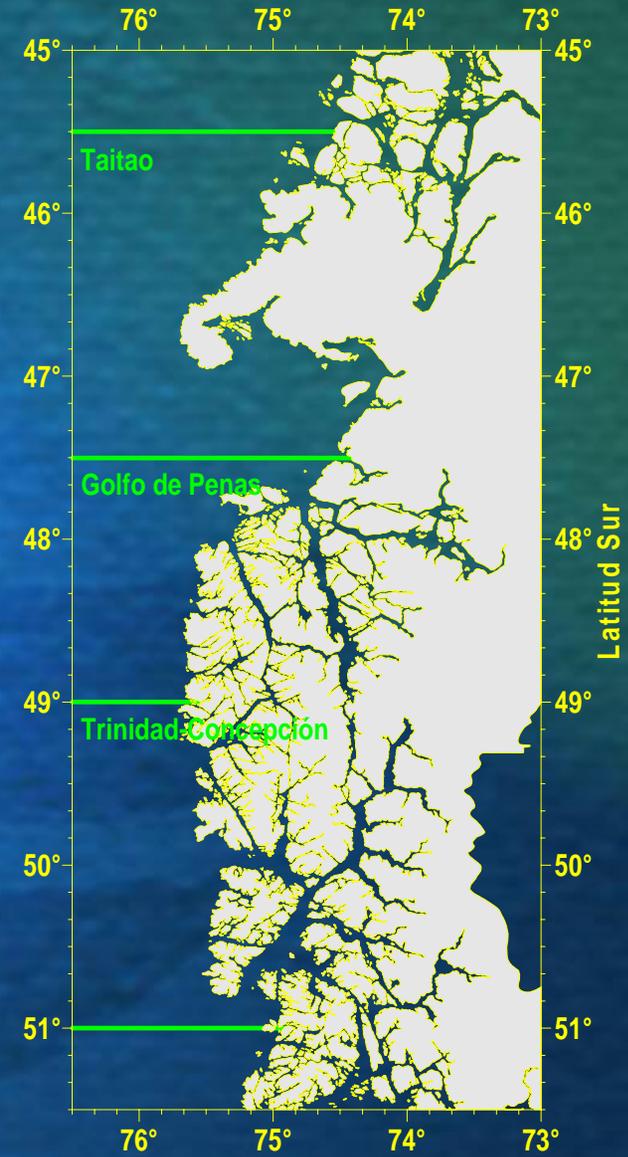
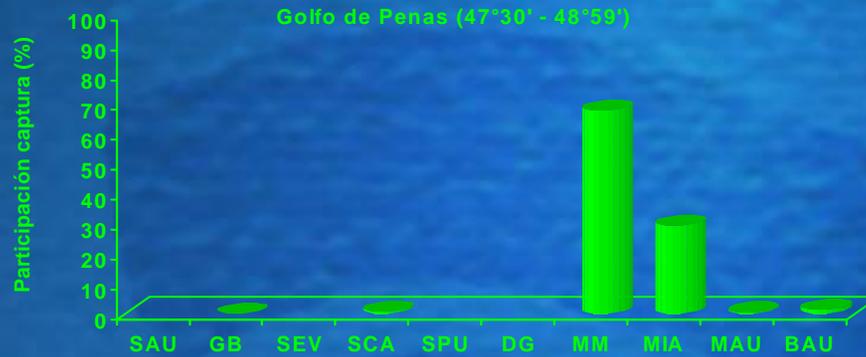
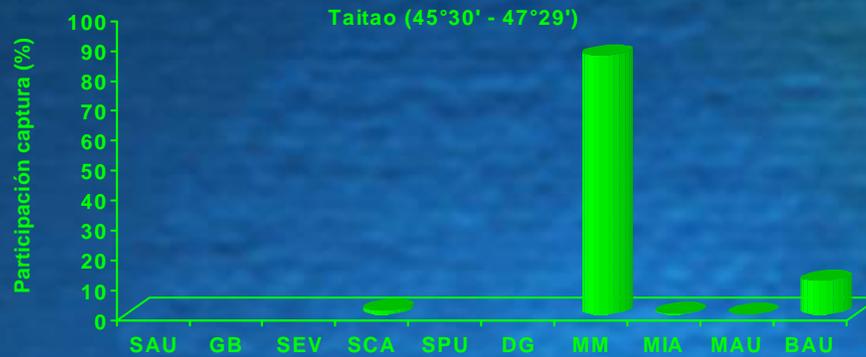
Composición de la captura (%) por zona, crucero 2005



Longitud Oeste

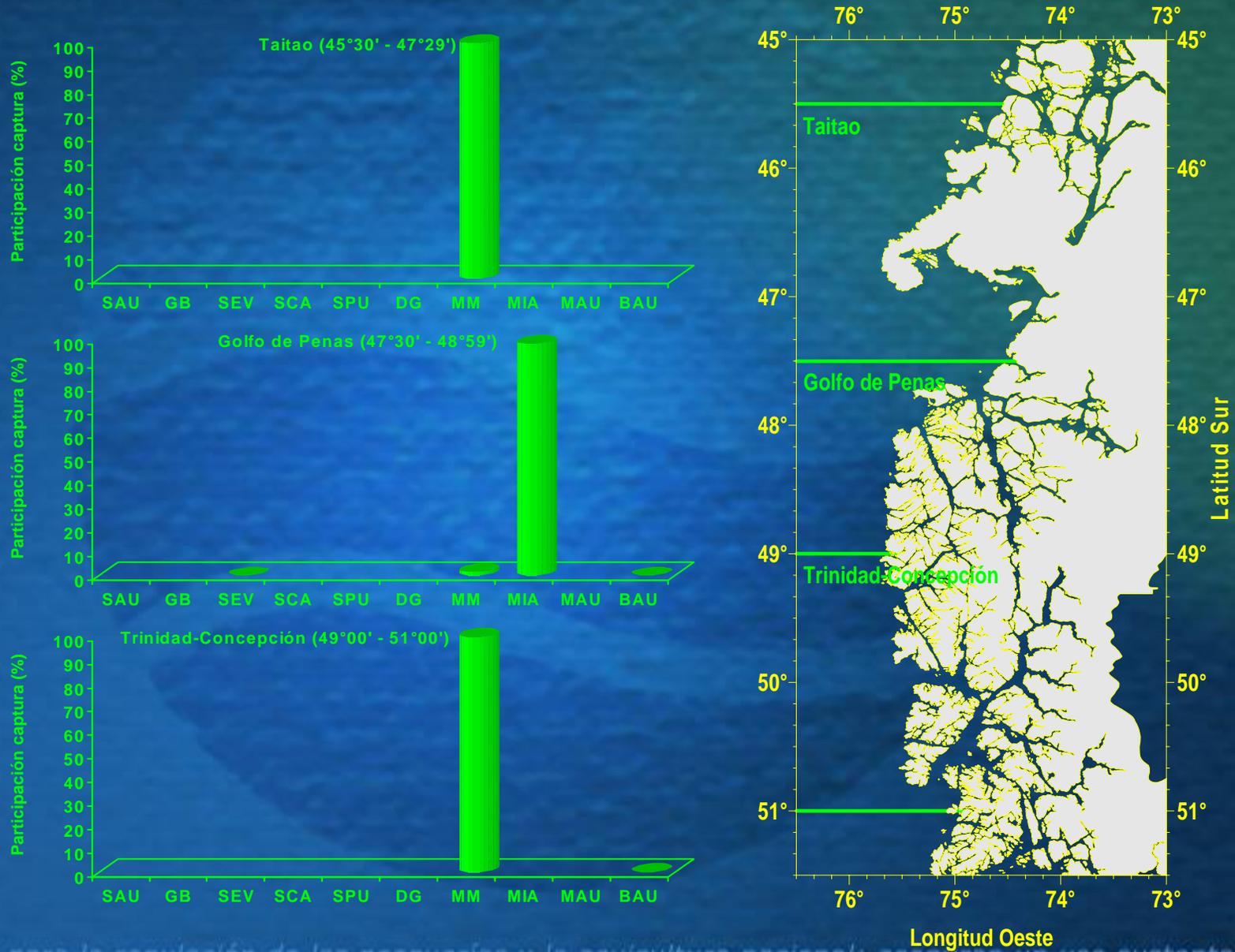


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2006



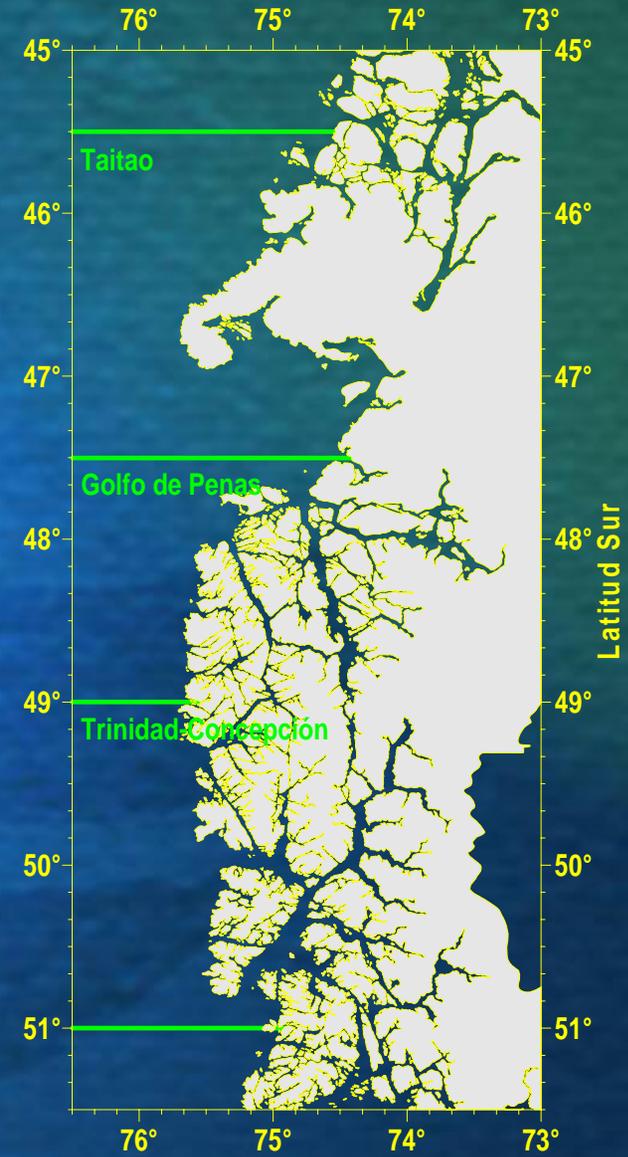
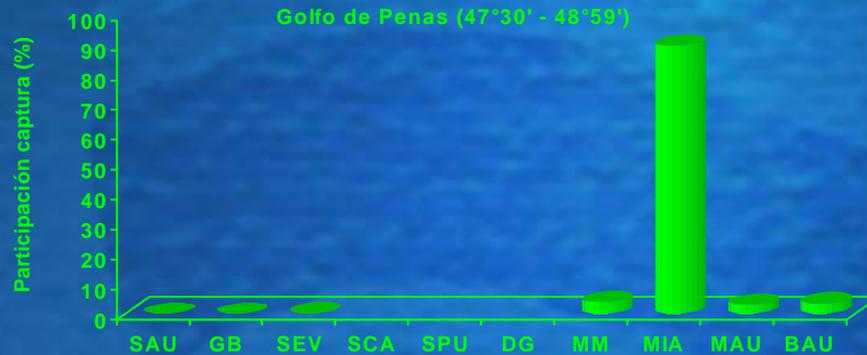
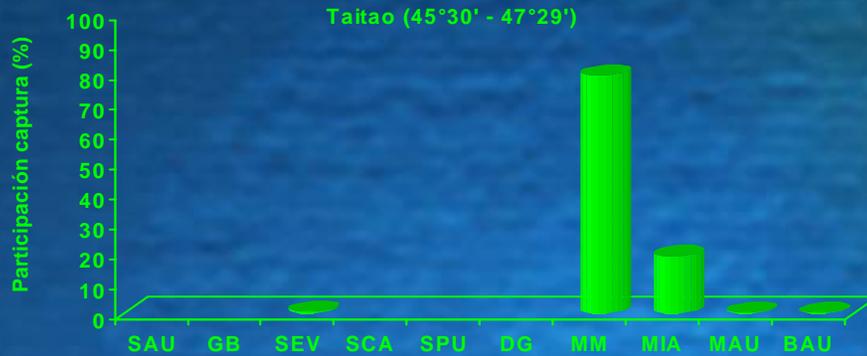


Composición de la captura (%) por zona, crucero 2007





Composición de la captura (%) por zona, crucero 2008





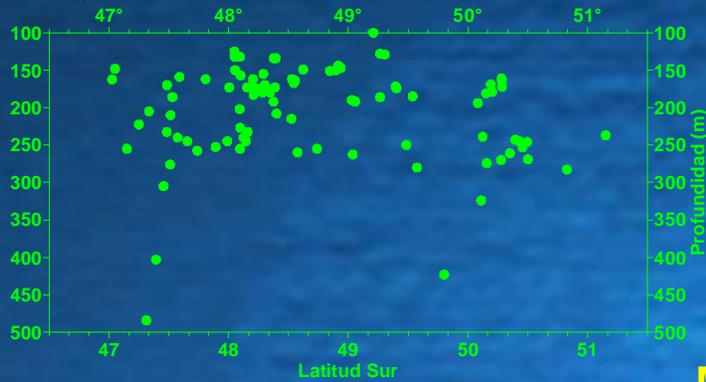
Distribución batimétrica principales recursos

- En la zona de estudio el 85% de las especies se localiza preferentemente entre los veriles de 100 m y 300 m de profundidad.
- La profundidad media en la que se distribuyen estas especies se localiza alrededor de los 230 m de profundidad, con una desviación estándar de 80 m .
- Según la ocurrencia por veril de profundidad, 5 especies representan más del 93% de estas ocurrencias en el área total de estudio:
 - Merluza de tres aletas (profundidad media 206 m).
 - Merluza de cola (profundidad media 230 m).
 - Merluza del sur (profundidad media 278 m).
 - Cojinoba del sur (profundidad media 270).
 - Reineta (profundidad media 250 m).

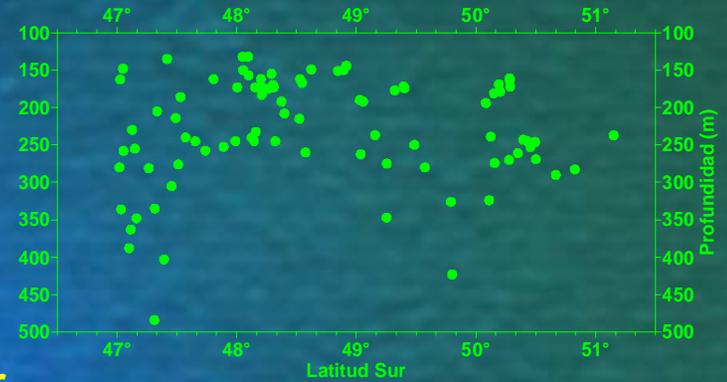


Distribución batimétrica principales recursos

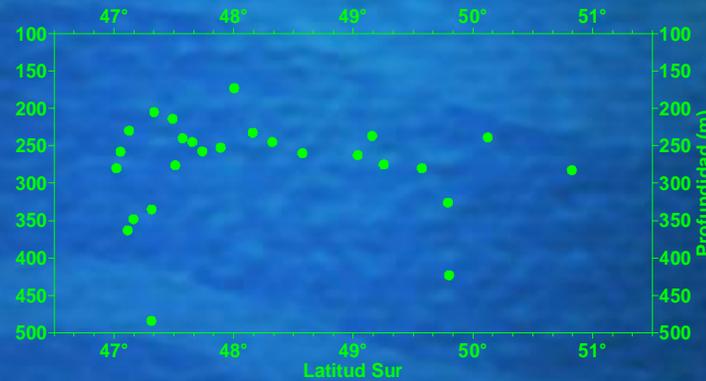
Merluza de tres aletas



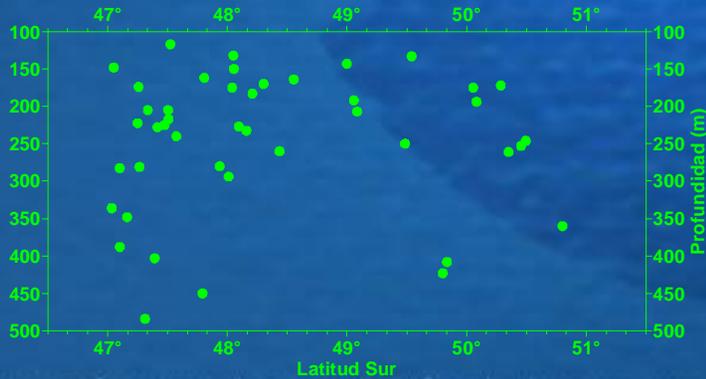
Merluza de cola



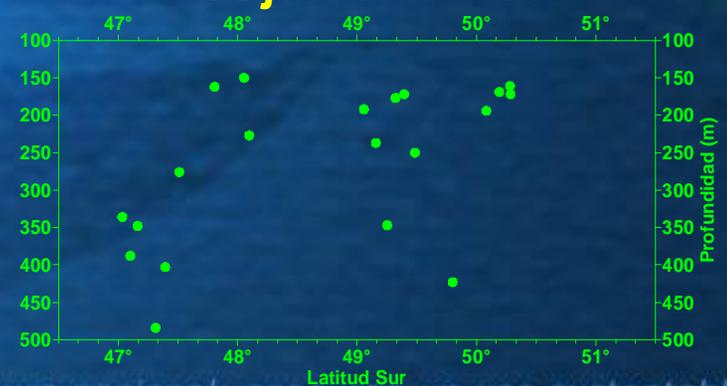
Merluza del sur



Reineta



Cojinoba del sur





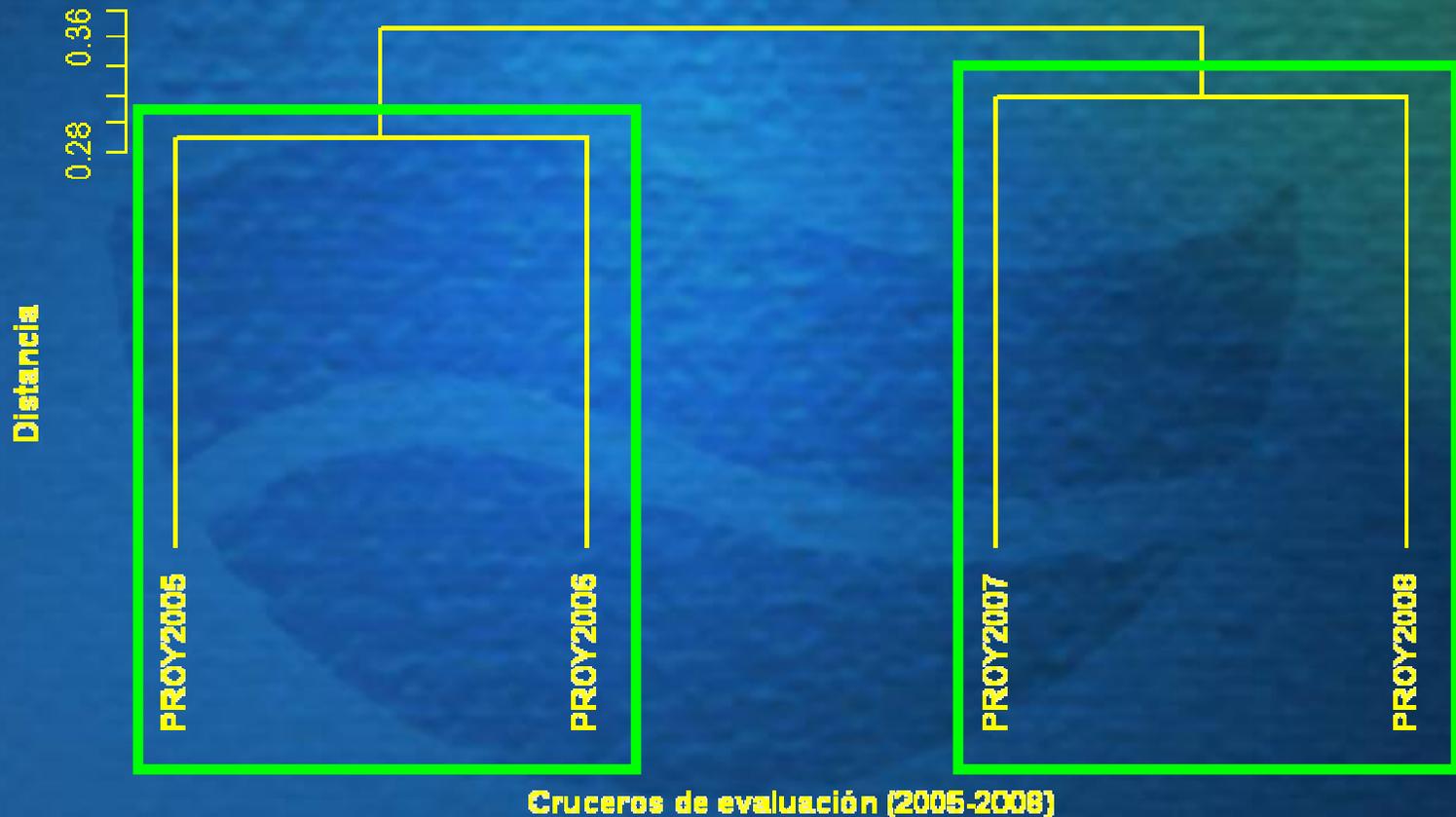
Identificación de agrupaciones

- Se considera toda la información de fauna acompañante capturada durante los cruceros realizados entre 2005 y 2008.
- 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).

$$BC = \frac{2 \sum_{i=1}^S \min(X_{ij}, X_{ik})}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{ik})}$$

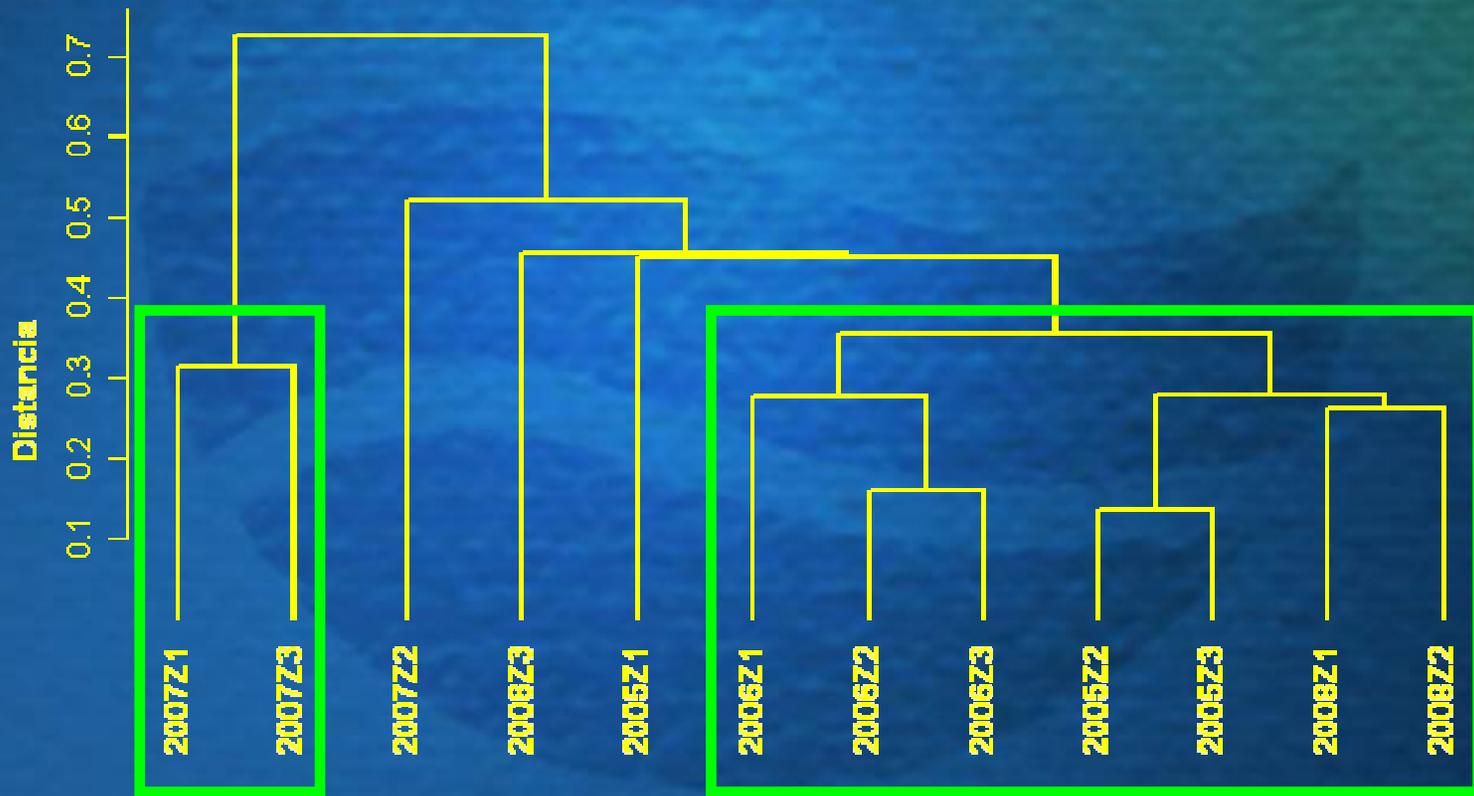


El resultado gráfico del análisis de clasificación para la matriz de cruceros muestra la formación de dos grupos con niveles de similitud superior al 60%.





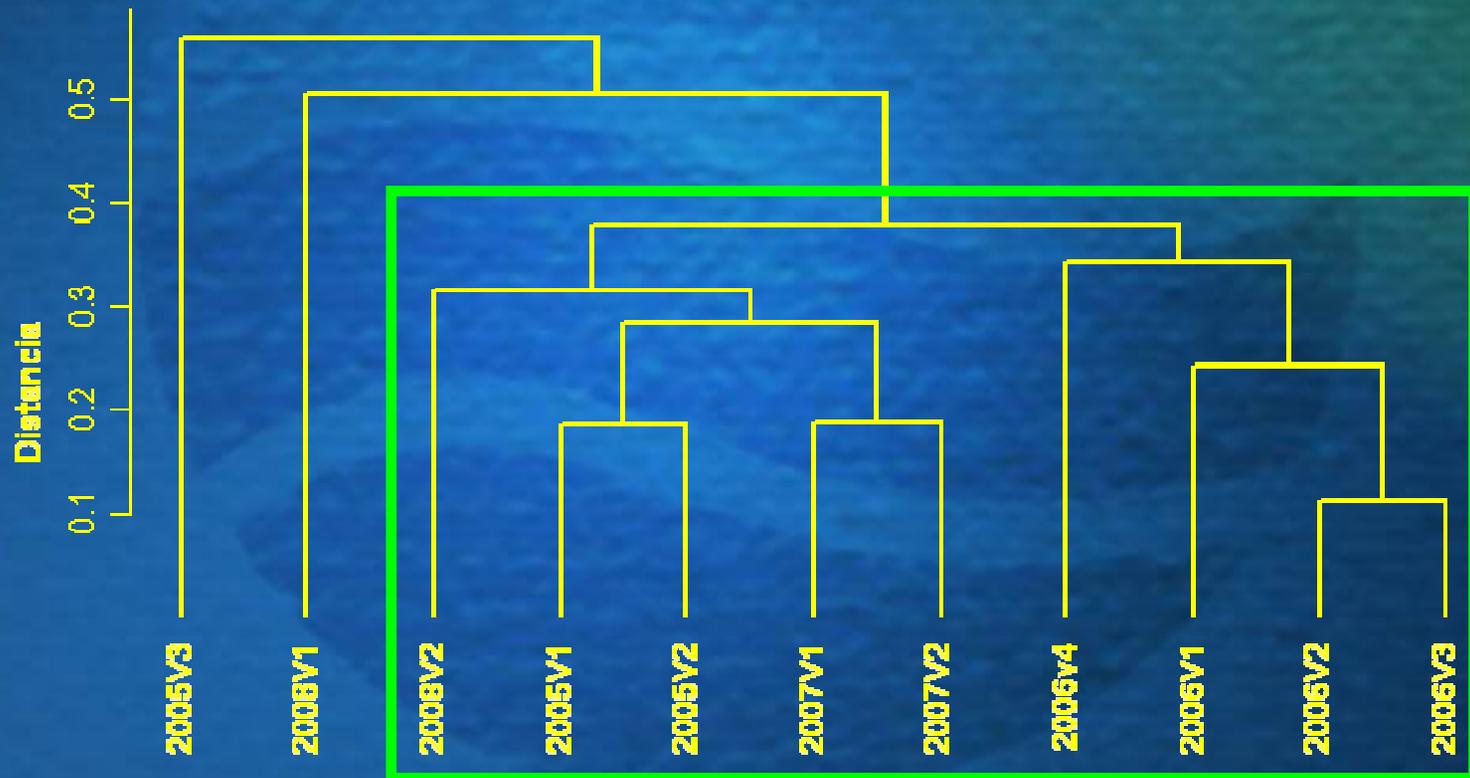
El resultado gráfico del análisis de clasificación para la matriz de cruceros agrupados por zona, permite identificar la presencia de dos grupos, los cuales presentaron niveles de similitud por sobre el 60%.



Cruceros de evaluación (2005-2008)



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



Cruceros de evaluación (2005-2008)



- Merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, componen más del 98% de la fauna asociada a la zona de estudio, seguida en importancia por la reineta.
- Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola compone el 93% de ésta, seguida en importancia por merluza del sur y reineta.
- Más del 80% de la fauna se distribuye en una franja batimétrica de 200 m, localizada entre los veriles de 100 m y 200 m.
- Faunísticamente, el área de estudio se caracteriza por la marcada presencia de las tres especies de merluza, seguidas en importancia por el recurso reineta. Esta característica condiciona en gran medida la presencia de las distintas agrupaciones de fauna.

FIP 2008- 12 EVALUACIÓN DEL STOCK PARENTAL DE MERLUZA DE TRES ALETAS, AÑO 2008

Objetivo 6: “Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio”

Patricia Rojas Zuñiga

Los estómagos provenientes de muestreos biológicos de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) aguas exteriores entre los 47° 01' Lat. S y los 50° 49' Lat. S.

Las muestras fueron tomadas al azar y se registró la 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)

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

$$\%IIR = 100 IIR_i / \sum_i^n IIR_i$$

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 $i = 1, 2, \dots, n$

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).

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_{ti}) * 100$$

Donde:

P_i = Abundancia específica de la presa i .

S_i = Contenido estomacal (peso) compuesto por la presa i .

S_{ti} = 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.

- Coefficiente Dietario de Hureau

$$(Q = \%P * \%N)$$

que también permite identificar la importancia de las presas Hyslop (1980).

RESULTADOS

| Total de estómagos | Número de estómagos muestreados | % |
|--------------------------------|----------------------------------------|--------------|
| ESTÓMAGOS CON CONTENIDO | 187 | 14,0 |
| ESTÓMAGOS VACÍOS | 1146 | 86,0 |
| TOTAL ESTÓMAGOS | 1333 | 100,0 |

| Estado de estómagos | Número de estómagos | % |
|-------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| ESTÓMAGOS DISTENDIDOS | 56 | 29,9 |
| ESTÓMAGOS LLENOS | 31 | 16,6 |
| ESTÓMAGOS SEMILLENOS | 97 | 51,9 |
| ESTÓMAGOS ROTOS | 2 | 1,1 |
| CONTENIDO Y ESTÓMAGO DESCOMPUESTOS | 1 | 0,5 |
| TOTAL | 187 | 100,0 |

| Estado del contenido | Número de estómagos | % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| CONTENIDO DIGERIDO | 127 | 67,9 |
| CONTENIDO SEMIDIGERIDO | 60 | 32,1 |
| CONTENIDO ENTERO | 0 | 0,0 |
| CONTENIDO FRESCO | 0 | 0,0 |
| TOTAL | 187 | 100,0 |
| Número y Porcentaje de estómagos con escamas (de un total de 187 estómagos con contenido) | 26 | 13,9 |

Ítems de frecuente presencia en contenido gástrico de merluza de tres aletas en la zona de estudio y periodo similares

Crustáceos

Eufáusidos

Anfípodos

Pasiphaea doffleini (camarón)

Macrura sp. (mysis larva)

Caridea sp.

Copepoda

Huevos y larvas de crustáceos

Cefalópodos

Loligo sp.

Octopodidae

Peces

Mictófido

Maurolicus sp.

Zooplankton gelatinoso

Siphonophora

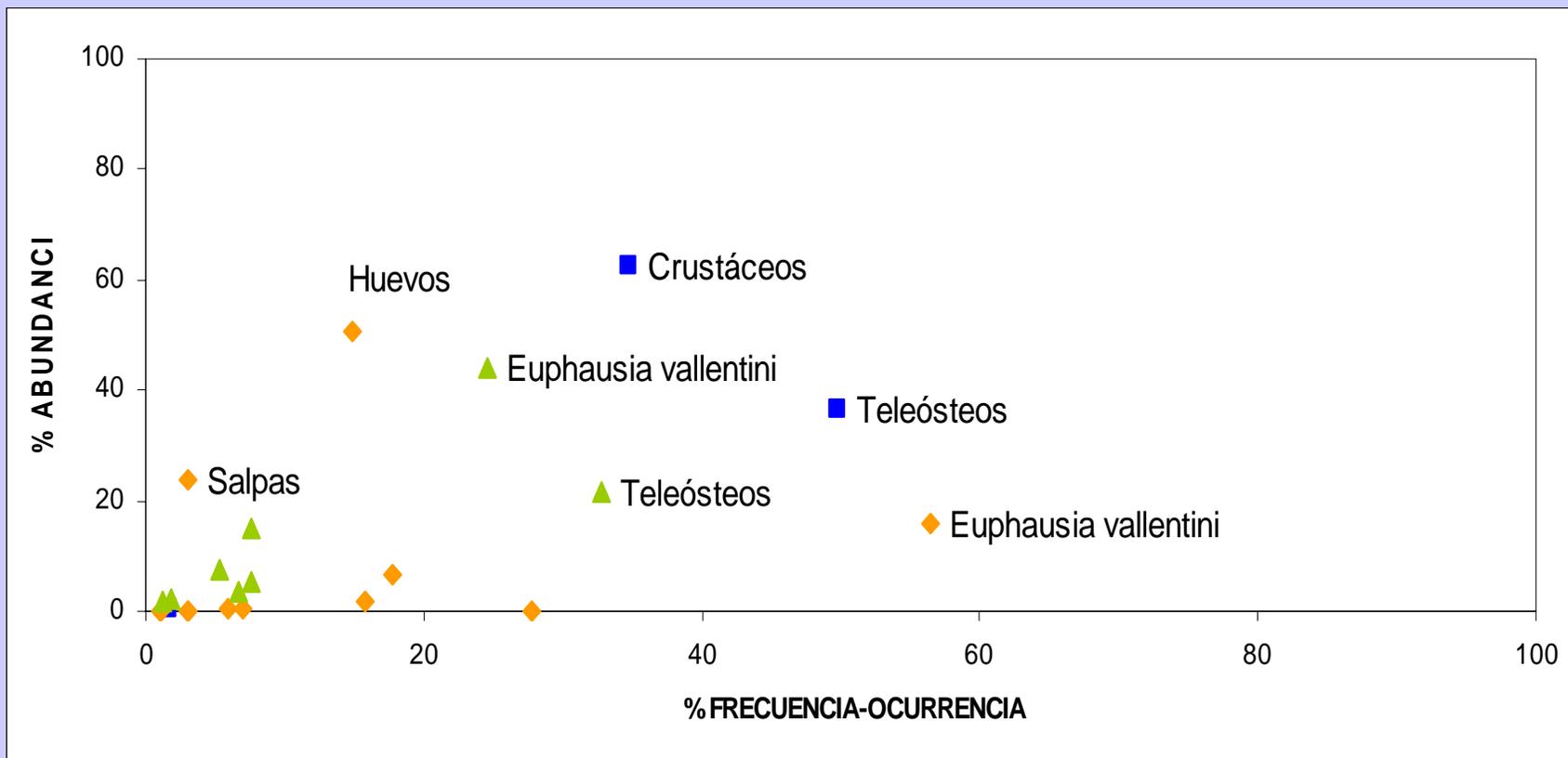
Ctenophora

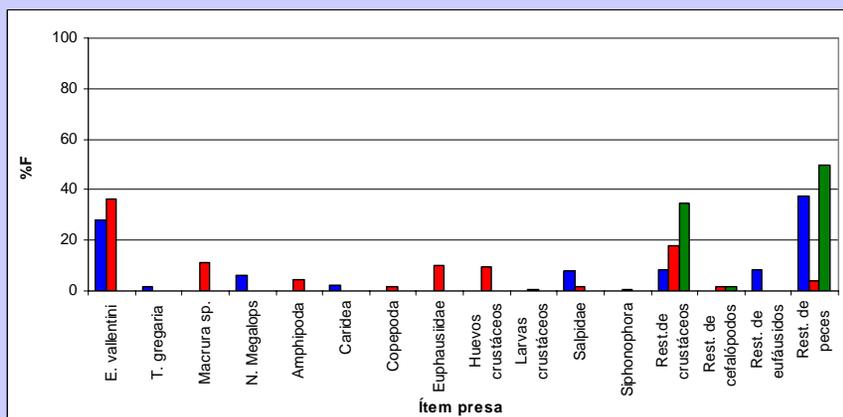
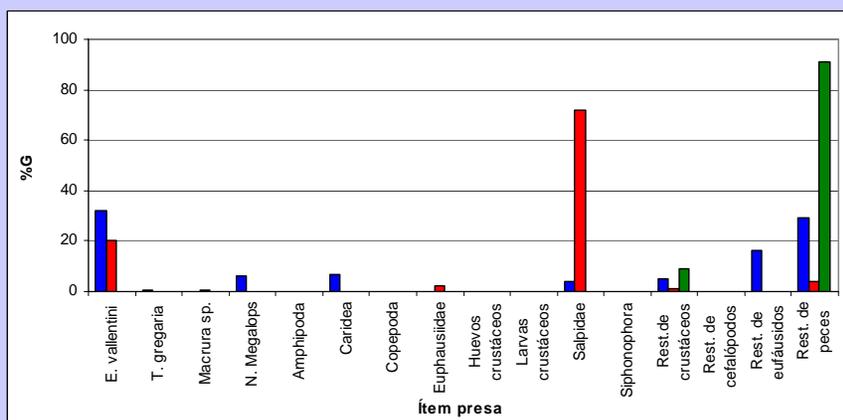
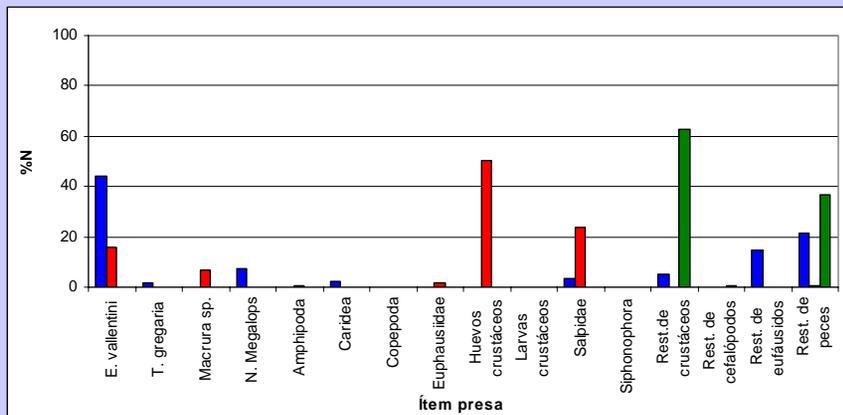
Salpidae

Índice de Importancia Relativa (IIR, %), por grupo de organismos, en los siete cruceros de investigación entre 2001 y 2008.

| ÍTEM PRESA | 2001 Ago-Sept | 2002 Ago. | 2003 Ago. | 2004 Sept. | 2005 Ago. | 2007 Ago | 2008 Ago. |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Crustáceos | 40,007 | 82,912 | 89,659 | 94,446 | 81,525 | 90,50 | 28,12 (restos digeridos) |
| Peces | 22,405 | 16,983 | 10,303 | 5,553 | 17,499 | 0,81 | 71,86 (restos digeridos) |
| Cefalópodos | 0,009 | 0,027 | 0,038 | 0,0003 | -- | 0,02 | 0,01 |
| Zooplankton gelatinoso | 37,58 | 0,078 | -- | -- | 0,976 | 8,68 | -- |

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





Representación gráfica de los indicadores Numérico, Gravimétrico y de Frecuencia de los ítems alimentarios de la merluza de tres aletas para los años 2005, 2007 y 2008.

Azul: 2005

Rojo: 2007

Verde: 2008

Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas, total (2005, 2007 y 2008).

| Item presa | 2005 Q | 2007 Q | 2008 Q |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Crustaceos | 1722,06 | 334,78 | 557,44 |
| <i>Euphausia vallentini</i> | 1397,94 | 321,21 | -- |
| Otros Crustaceos: Eufausidos, Anfipodos, Copepodos y Caridea | 58,44 | 4,73 | -- |
| Huevos y larvas de crustaceos | | 8,84 | |
| Restos de crustáceos | 265,68 | -- | 557,44 |
| Zooplankton gelatinoso: Salpas y Sifonoforos | 14,51 | 1721,22 | -- |
| Cefalopodos: restos | -- | 0,01 | 0,03 |
| Peces : restos | 634,43 | 1,52 | 3342,97 |
| Q<20 = presa incidental | | | |
| 20<Q<200 = presa secundaria | | | |
| Q>200 = presa principal | | | |

ESTADO DE LOS CONTENIDOS ESTOMACALES:

- ❖ Los estudios de contenido estomacal en los años 2001, 2002 y 2003, durante el período reproductivo de merluza de tres aletas, existe una escasa incidencia de estómagos con contenido en la captura (8%, 13% y 22% respectivamente).
- ❖ En 2004 el muestreo fue efectuado en septiembre, mes posterior al máximo desove, hay mayor porcentaje de estómagos con contenido.
- ❖ En Agosto 2008 se vuelve a presentar un bajo porcentaje de estómagos con contenido (14 %) y en estado de digestión avanzada

.

IMPORTANCIA DE LOS DIFERENTES ÍTEMS EN LA DIETA

❖ 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 son los teleósteos los que presentan el mayor valor de IIR (71,86% IIR).

❖ A diferencia de otros años, este periodo de estudio se caracterizó por la ausencia del grupo de los eufáusidos en la dieta de la merluza de tres aletas y por el aumento en importancia de los ítems peces y otros crustáceos para los cuales debido a su avanzado estado de digestión no fue posible identificar éstos ítemes a nivel de especie por lo que se describen a nivel de grupo taxonómico.

DIVERSIDAD EN LA DIETA:

- ❖ En 2001 se registró la mayor diversidad en la dieta, resaltando la presencia zooplancton gelatinoso en especial la subclase Salpida (16% IIR), y el orden Siphonophorae los que reaparecen en 2005 y 2007.
- ❖ En 2008 el zooplancton gelatinoso no estuvo presente en el contenido

ESTRATEGIA ALIMENTARIA

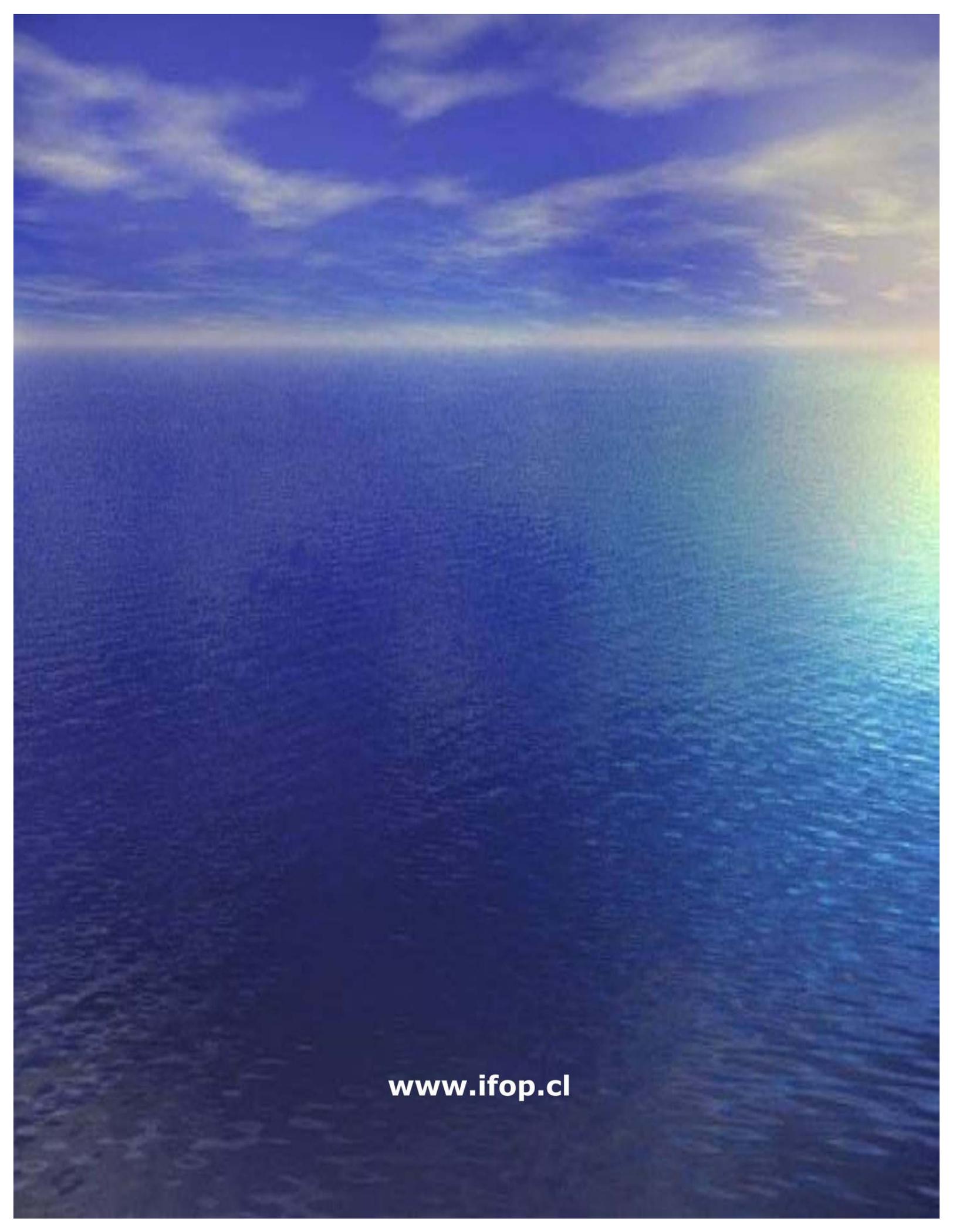
- ❖ Se observa un cambio en la preferencia en la dieta alimentaria de la merluza de tres aletas, en donde los eufáusidos disminuyen su importancia del 2005 al 2007 desapareciendo aparentemente en el 2008, apareciendo en cambio otros crustáceos cuyo avanzado estado de digestión no permitió su identificación y peces teleósteos en condiciones semejantes.
- ❖ Los teleósteos cobran más importancia en el 2008 en comparación con el 2005.
- ❖ Cambios en la disponibilidad y abundancia de las especies del zooplancton en la zona explicarían la ausencia de salpas y sifonóforos en la dieta registrada en el presente crucero y podrían estar confirmando la tendencia generalista y oportunista de la merluza de tres aletas

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 esta ocasión 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.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Unidad de Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl