



Universidad Austral de Chile

Centro Trapananda

INFORME FINAL
PROYECTO FIP 2007-05

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DE
PEQUEÑOS PELÁGICOS EN AGUAS INTERIORES DE LA X Y XI
REGIONES, AÑO 2007.**

Informe CT 2009-004

CONTRAPARTE TÉCNICA

Subsecretaría de Pesca

PREPARADO POR:

Edwin Niklitschek¹, Pamela Toledo¹, Eduardo Hernández¹, Janine Nelson², Michael Soule², Claudio Herranz¹, Carlos Murillo, Ximena Valenzuela¹

¹Universidad Austral de Chile

²Fisheries Resource Surveys

Coyhaique, 21 de abril de 2009

Presentación de autores por función o rol en el proyecto

Nombre	Función
Edwin Niklitschek	Jefe de proyecto; jefe de crucero Región de Aysén; análisis estadístico; preparación de informes.
Pamela Toledo	Coordinación general; muestreo biológico en laboratorio, lectura de edades, revisión bibliográfica objetivo 5; preparación de informes.
Eduardo Hernández	Asistente y jefe de crucero Región de Los Lagos; coordinación, diseño y análisis muestreo biológico; post-proceso datos acústicos; elaboración y administración de base de datos.
Janine Nelson	Jefe de crucero Región de Aysén; post-proceso datos acústicos
Michael Soule	Diseño e instalación sistema montaje ecosondas; evaluación y calibración equipos hidroacústicos; diseño y análisis estimaciones <i>in situ</i> fuerza de blanco.
Claudio Herranz	Asistente muestreo acústico, análisis estadístico, apoyo informático
Carlos Murillo	Revisión bibliográfica objetivo 5
Ximena Valenzuela	Revisión bibliográfica objetivo 5

Colaboradores:

Ian Hampton	Asesoría experta análisis estimaciones <i>in situ</i> fuerza de blanco.
Claudio Carocca	Observador biológico
Javier Porovic	Observador biológico
Hugo Lagos	Observador biológico
Karin Chiguay	Observador biológico
Gloria Cárdenas	Muestreo biológico en laboratorio, lectura edades
Lorena Vargas	Ingreso datos a base de datos

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó dos cruceros de investigación para estimar la distribución, abundancia y biomasa de pequeños pelágicos en aguas interiores de las regiones de Los Lagos y Aysén. El primer crucero se realizó en la Región de Los Lagos, entre el 18 de abril y el 12 de mayo de 2008. En la Región de Aysén, el crucero se realizó entre el 27 de septiembre y el 04 de noviembre de 2008.

El área de estudio se concentró en la zona costera del mar interior de ambas regiones, el diseño del muestreo hidroacústico correspondió a transectas en zigzag, con una separación nominal de cinco millas náuticas entre vértices, y un recorrido total aproximado de 4.310 km. En la Región de Los Lagos, se recorrió el mar interior de Chiloé, desde el Seno de Reloncaví hasta la Isla San Pedro por el Oeste, y desde Bahía Tic-Toc hasta Bahía Hualaihué por el Este, cubriendo un área de inferencia de 5.327 km². En la Región de Aysén, el recorrido se realizó desde el Canal Tuamapu hasta la Laguna San Rafael, incluyendo los principales fiordos y canales de la región, representando un área de 8.180 km².

En la Región de Los Lagos, el crucero se realizó a bordo de la L/M “Nautilus V” encargada del muestreo acústico y biológico. En la Región de Aysén se contó con la participación de la L/M “Don Francisco S”, equipada para desarrollar el muestreo acústico y biológico, y con el B/M “Sur-Weste II”, de menores dimensiones y mejor diseñado para las faenas de lances de identificación en la zona de canales y fiordos de la región.

En la Región de Los Lagos se efectuó 49 lances de identificación con red de arrastre de mediagua (18 lances ciegos y 31 lances dirigidos), los cuales fueron poco exitosos, obteniéndose un muy escaso número de muestras. Fue por tanto necesario recurrir a información de composición de tallas y especies procedentes de las capturas de la flota artesanal que se concentraron en la misma zona y período de estudio. Esta valiosa información fue proporcionada por el Instituto de Fomento Pesquero a través de ella Subsecretaría de Pesca. En la Región de Aysén se efectuó 34 lances de identificación con red de cerco, de los cuales 30 fueron exitosos.

Sardina austral fue la especie dominante en ambas regiones, representando un 75,3% (en peso) de las capturas analizadas en la Región de Los Lagos y un 99,98% de las muestras obtenidas en la Región de Aysén. Sardina común fue la segunda especie en importancia en Los Lagos (17% de las capturas), pero no fue identificada en los lances efectuados en Aysén. Finalmente, anchoveta tuvo una importancia relativa de 8% en Los Lagos y 0,02% en Aysén.

Las estimaciones de abundancia y biomasa de las especies evaluadas fue altamente sensible a i) los métodos y criterios empleados para definir el área de estudio, ii) a los parámetros de la relación talla-fuerza de blanco empleados. Considerando las áreas de inferencia arriba señaladas y la nueva relación talla-fuerza de blanco propuesta en el presente informe, se estimó abundancias de sardina austral equivalentes a 6.836×10^6 individuos en la Región de los Lagos y a 29.204×10^6 individuos en Aysén, cifras equivalentes a 114.640 y 150.685 ton, con coeficientes de variación de 22% y 13%, respectivamente. Cerca de 50% del stock de sardina austral presente en Aysén correspondió a individuos juveniles, concentrados en los fiordos y canales más orientales del área de estudio.

Las estimaciones de abundancia y biomasa de sardina común alcanzaron a 4.150×10^6 individuos y 56.200 ton, respectivamente, con un coeficiente de variación de 24%, concentradas en la Región de Los Lagos. En el caso de anchoveta, se estimó abundancias de 1.170×10^6 y $16,7 \times 10^6$ individuos, biomásas de 31.900 y 28,4 ton y coeficiente de variación de 72 y 13 % para las regiones de Los Lagos y Aysén, respectivamente.

A nivel de ecotrazos, fue posible discriminar con razonable certidumbre entre el ensamble sardina austral - sardina común y anchoveta. Los ensambles de sardinas se distribuyeron entre 0 y 150 m, con profundidades medias de 48 y 64 m en las regiones de Los Lagos y Aysén, respectivamente. Las agregaciones de anchoveta no superaron los 35 m, con una media de 17,2 m. La distribución vertical de sardina austral fue afectada por el ciclo circadiano, la salinidad y la saturación de oxígeno disuelto en la columna de agua. La distribución espacial (horizontal) de esta especie fue afectada por los niveles de salinidad y oxígeno.

En la Región de Los Lagos todas las especies analizadas mostraron una distribución bimodal de tallas, más evidente en anchoveta y sardina austral que en sardina común. Anchoveta presentó una talla media de 13,3 cm \pm 0,26 EE y modas a los 11 y 18 cm de longitud total. Las modas de sardina austral fueron de 9 y 15 cm, presentando una talla media de 12,0 cm \pm 0,16 EE. La talla media de sardina común fue de 10,7 cm \pm 0,11 EE, con una fuerte moda a los 11 cm y una segunda moda insinuada a los 14 cm.

En la Región de Aysén se observó diferencias significativas entre zonas en la talla media de sardina austral, las zonas que presentaron tallas medias menores (zonas 5 y 7) correspondieron en general a fiordos y canales orientales con una alta presencia de juveniles (modas de 9 y 7,5 cm). Los canales longitudinales presentaron modas en torno a los 9 cm. La zona más occidental concentró individuos de mayor tamaño, en su mayoría por sobre los 11 cm de longitud total. No se observó diferencias significativas ni en la talla media ni en la estructura de tallas entre machos y hembras. La talla media de madurez sexual estimada para sardina austral en la Región de Aysén fue de 10,109 cm \pm 0,0075 (EE).

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo y Secretaría Ejecutiva del Fondo de Investigación Pesquera, y a la Subsecretaría de Pesca por su apoyo institucional y financiero al presente Proyecto, así como también por sus gestiones y apoyo frente a los problemas suscitados.

Al Instituto de Fomento Pesquero por su participación en reuniones técnicas-metodológicas y por compartir información no publicada de composición de tallas y especies en la Región de Aysén, solicitada a través de la Subsecretaría de Pesca.

Al profesor Billy Ernst y al Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción por su apoyo en equipos y personal, altamente relevantes para el éxito de este estudio.

Al Programa COPAS-Sur Austral que financió actividades científicas complementarias que permitieron obtener y analizar el zooplancton concurrente.

Al señor Carlos Toro, asesor de organizaciones de armadores artesanales de la Región de Los Lagos por su disposición y colaboración con el éxito del proyecto.

A los armadores, oficiales y tripulantes de las naves Nautilus V, Don Francisco S y Sur Weste II por el trabajo desempeñado y por compartir sus conocimientos y experiencia en el área de estudio.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
ANTECEDENTES	1
OBJETIVOS.....	1
1. Objetivo general.....	1
2. Objetivos específicos.....	2
I.Abundancia, biomasa y distribución espacial y batimétrica de pequeños pelágicos en aguas interiores de las regiones de Los Lagos y Aysén (objetivo específico 1).	3
1. Materiales y métodos	3
1.1. Área de estudio.....	3
1.2. Periodo de estudio.....	6
1.3. Embarcaciones participantes.....	6
1.4. Muestreo hidroacústico.....	7
1.5. Calibración de los equipos.....	8
1.6. Post-proceso de datos acústicos.....	8
1.7. Ecointegración.....	9
1.7.1. Intensidad del eco dispersado por unidad de volumen (Sv) por pulso transmitido.....	9
1.7.2. Intensidad promedio del eco retro-dispersado por unidad de área () en la región k.....	9
1.7.3. Control y corrección de fuentes conocidas de sesgo:.....	10
i. Pulsos perdidos y defectuosos:	10
ii. Eco incidental.....	10
iii. Absorción del sonido.....	11
iv. Atenuación del sonido por efecto de densidad del cardumen.....	11
v. Zona ciega superior.....	12
vi. Inclinación del transductor.....	12
1.8. Estimación de la abundancia.....	13
1.8.1. Coeficiente medio de dispersión acústica por unidad de área en la zona o estrato m	14
1.8.2. Asignación del coeficiente medio de dispersión entre especies.....	14
1.8.3. Composición de especies en el área de estudio.....	15
1.8.4. Densidad media por especie y zona.....	15
1.8.5. Área de distribución efectiva del stock sp en la zona m	15
1.8.6. Abundancia total por especie y zona	16

1.8.7. Varianza muestral de la abundancia total de la prospección s, V,.....	16
1.9. Estimación de la biomasa.....	17
1.9.1. Biomasa estimada de cada especie en cada zona m :.....	17
1.9.2. Varianza muestral de la biomasa estimada de cada especie-objetivo en cada zona m:.....	17
1.9.3. Fuerza de blanco (TS).....	17
2. Resultados.....	18
2.1. Anchoqueta.....	19
2.2. Sardina austral.....	23
2.3. Sardina común.....	25
3. Discusión.....	25
II. Distribución de las principales áreas de concentración de las tres especies en estudio según tamaño y las características geográficas y oceanográficas asociadas (objetivo específico 2).	29
1. Introducción.....	29
2. Materiales y métodos.....	29
2.1. Muestreo oceanográfico.....	29
2.2. Relación entre distribución del recurso y variables oceanográficas.....	29
2.2.1. Distribución vertical.....	32
2.2.2. Distribución horizontal.....	32
3. Resultados.....	33
3.1. Muestreo oceanográfico.....	33
3.2. Distribución vertical de los ecotrazos.....	46
3.3. Distribución horizontal de las agregaciones y su posible relación con variables oceanográficas.....	48
.....	50
4. Discusión.....	51
III. Estructura de tallas y proporción sexual con sus respectivas varianzas, para las especies estudiadas (objetivo específico 3).	52
1. Materiales y métodos.....	52
1.1. Áreas y periodo de estudio.....	52
1.2. Muestreo biológico.....	52
1.2.1. Sistema de muestreo y arte de pesca.....	52
i. Región de Los Lagos.....	52
ii. Región de Aysén.....	54
1.3. Ponderación de las observaciones de talla y proporción sexual.....	57
1.4. Proporción del número de ejemplares de la talla k (pk).....	57

1.5. Proporción sexual.....	58
1.6. Relación longitud peso:.....	58
1.7. Detalles operación y evaluación red CBL-MWT.....	59
1.7.1. Armado de maniobra de pesca.....	59
1.7.2. Amarinamiento.....	60
1.7.3. Sensores de red.....	60
1.7.4. Portalones.....	63
1.7.5. Winche.....	63
1.7.6. Lances de prueba.....	64
1.8. Composición de tallas	64
1.8.1. Región de Los Lagos.....	64
1.8.2. Región de Aysén.....	69
1.9. Proporción sexual.....	71
1.10. Relación longitud-peso.....	71
1.11. Talla de madurez sexual.....	71
1.12. Composición de especies.....	73
1.12.1. Región de Los Lagos.....	73
1.12.2. Región de Aysén.....	73
2. Discusión.....	77
IV. Recopilación y análisis de la información disponible, generada mediante proyectos BIP o FIP, pescas de investigación y otros (objetivo específico 5).....	79
1.Introducción.....	79
2.Revisión bibliográfica.....	79
2.1. Pequeños pelágicos en la zona centro-sur.....	85
2.2. Actividad reproductiva.....	86
2.3. Distribución espacial de huevos.....	87
2.4. Oferta alimentaria.....	87
2.5. Evaluación del stock: biomasa y abundancia.....	88
2.6. Relación longitud-peso.....	90
2.7. Edad y crecimiento.....	90
2.8. Pequeños pelágicos en el mar interior.....	91
CONCLUSIONES GENERALES.....	93
REFERENCIAS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de corrección utilizados para el stock de anchoveta presente en la Región de Los Lagos.	12
Tabla 2: Factores de corrección utilizados para el ensamble sardina austral - sardina común presentes en la Región de Los Lagos.	13
Tabla 3: Factores de corrección utilizados para el stock de sardina austral presente en la Región de Aysén.	13
Tabla 4. Interceptos ajustados para la relación fuerza de blanco-longitud total utilizados para la estimación de abundancia de sardina austral en cada zona de estudio.	18
Tabla 5. Valores estimados y errores estándar (EE) de parámetros biológicos usados para el cálculo de abundancia y biomasa de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos. LT=longitud total.....	18
Tabla 6. Valores estimados y errores estándar (EE) de parámetros biológicos usados para el cálculo de abundancia y biomasa de pequeños pelágicos en la Región de Aysén. LT=longitud total. n.d. sin datos disponibles/no aplicable.....	19
Tabla 7: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(SA>0)$, área efectiva de distribución , coeficiente medio de dispersión acústica , y abundancia relativa (ρ) de anchoveta en el área y período de estudio, por zona y región.....	22
Tabla 8: Valores estimados de densidad numérica, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción del stock de anchoveta presente en el área y período de estudio por zona y región.....	22
Tabla 9: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(SA>0)$, área efectiva de distribución , coeficiente medio de dispersión acústica , y abundancia relativa de sardina austral en el período de estudio, por zona y región. Asignación del SA utilizando relación talla-TS in situ estimados en el presente proyecto.....	23
Tabla 10: Valores estimados de densidad numérica, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción del stock de sardina austral presente en el área y período de estudio por zona y región. Escalamiento a densidad numérica en base a relación talla-TS in situ estimada en el presente proyecto.....	24
Tabla 11: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(SA>0)$, área efectiva de distribución , coeficiente medio de dispersión acústica , y abundancia relativa de sardina austral en el área y período de estudio, por zona y región. Asignación del SA utilizando relación talla-TS in situ de sardina común (Castillo et al. 2005).	24
Tabla 12: Valores estimados de densidad numérica, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción del stock de sardina austral presente en el área y período de estudio por zona y región. Escalamiento a densidad numérica en base a relación talla-TS in situ de sardina común (Castillo et al. 2005)	25
Tabla 13: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(SA>0)$, área efectiva de distribución , coeficiente medio de dispersión acústica , y abundancia relativa de sardina común en el área y período de estudio, por zona y región.	26
Tabla 14: Valores estimados de densidad numérica, , abundancia, , y biomasa, , correspondientes a la fracción del stock de sardina común presente en el área y período de estudio por zona y región.....	26

Tabla 15: Valores estimados para los coeficientes del modelo multinomial de tipo logístico acumulativo utilizado para evaluar el efecto lineal y cuadrático de salinidad y oxígeno disuelto sobre la distribución batimétrica de las agregaciones de sardina austral en el área y período de estudio. Efectos de temperatura excluidos del modelo bajo un criterio de significancia del 5%.	49
Tabla 16: Valores estimados para los coeficientes del modelo lineal general mixto empleado para analizar la relación entre densidad acústica (loge-transformada) y variables oceanográficas observadas en el área y período de estudio. Efectos no significativos fueron previamente excluidos del modelo con un criterio de significancia del 5%.....	50
Tabla 17: Resumen de lances efectuados en la Región de los Lagos con la red CBL-MWT, por tipo de lance y especie capturada (detalles en Anexo IV).....	53
Tabla 18: Escala macroscópica de madurez sexual para hembras de sardina común y anchoveta (Simpson & Gil. 1967).....	56
Tabla 19: Escala macroscópica de madurez sexual para machos de sardina común y anchoveta (Simpson & Gil. 1967).....	57
Tabla 20: Resumen de parámetros estimados para la relación talla-peso en sardina austral (presente estudio) y en sardina común y anchoveta (Niklitschek et al. 2007). Parámetros y corresponden a la ecuación linealizada	59
Tabla 21: Asesoría experta recibida para el diseño de la maniobra de pesca de la red CBL-MWT (abril-mayo 2008).....	60
Tabla 22: Listado de accesorios y materiales usados en la maniobra de pesca.	61
Tabla 23: Listado de lances de evaluación de maniobra de pesca, realizados los días 16 y 17 de abril de 2008.....	65
Tabla 24. Talla media estimada (sexos agregados) de anchoveta, sardina austral y sardina común (cm ± EE) para cada zona en el periodo de estudio. n.d.: información no disponible; * : n ≤ 5. (Fuente: Instituto de Fomento Pesquero y datos del propio proyecto).....	69
Tabla 25: Proporción sexual estimada para sardina austral en aguas de la Región de Aysén (octubre-noviembre 2008), según estrato de análisis. Proporción estimada a partir de resultados de muestreo ex-post en laboratorio.	71
Tabla 26: Composición de especies en el desembarque de pequeños pelágicos en aguas interiores de la Región de Los Lagos (abril-mayo de 2008). Fuente: Instituto de Fomento Pesquero. n.d. Información no disponible.....	73
Tabla 27: Composición de especies en las muestras de pequeños pelágicos obtenidas en aguas interiores de la Región de Aysén (octubre-noviembre, 2008). Fuente: muestreo aleatorio directo presente proyecto.....	77
Tabla 28: Resumen de resultados de estudios realizados en pequeños pelágicos en la zona centro-sur, época, fecha de realización, talla (rango y modas), EMS y promedio o rango de IGS para anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>).....	80
Tabla 29: Resumen resultados de estudios realizados en pequeños pelágicos en la zona centro-sur, época, fecha de realización, talla (rango y modas), EMS y promedio o rango de IGS para sardina común (<i>Strangomera bentincki</i>).....	82

Tabla 30: Resumen resultados de estudios realizados en pequeños pelágicos en la zona centro-sur, época, fecha de realización, talla (rango y modas), EMS y promedio o rango de IGS para sardina austral (<i>S. fuegensis</i>).....	83
Tabla 31: Resumen de periodo de actividad reproductiva de pequeños pelágicos (s.i. sin información).....	86
Tabla 32: Talla de primera madurez en pequeños pelágicos determinada en distintos estudios.....	86
Tabla 33: Presencia de huevos de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Valores expresados en huevos×0,05 m ⁻¹ . Sector norte: Valparaíso-Constitución; Sector centro: Constitución- Golfo de Arauco; Sector sur: Bahía Carnero-Punta Galena.....	87
Tabla 34: Composición taxonómica de la oferta alimentaria para anchoveta y sardina común.....	88
Tabla 35: Resumen de biomasa y abundancia de anchoveta obtenidos por evaluación hidroacústica (1999-2006).....	89
Tabla 36: Resumen de biomasa de anchoveta obtenidos por evaluación del stock desovante (2002-2005)..	89
Tabla 37: Resumen de biomasa y abundancia de sardina común obtenidos por evaluación hidroacústica (1999-2006).....	89
Tabla 38: Resumen de biomasa de sardina común obtenidos por evaluación del stock desovante (2002-2005).	90
Tabla 39: Relación longitud – peso de sardina común y anchoveta encontradas en distintas investigaciones.	90
Tabla 40: Parámetros de crecimiento establecidos para pequeños pelágicos.....	91
Tabla 41: Biomasa y abundancia de sardina austral obtenidos por evaluación hidroacústica (2006).	92
Tabla 42: Programa de cruceros de prospección de pequeños pelágicos en la zona de estudio (fecha de prospección de Aysén es la fecha propuesta).....	101
Tabla 43: Características técnicas de la embarcación utilizada en la prospección de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos.....	102
Tabla 44: Reuniones, minutas y documentos relacionados con el proyecto FIP 2007-05 hasta aceptación de modificaciones a la propuesta	105
Tabla 45: Ubicación de las estaciones de CTD realizadas en la Región de Los Lagos, año 2008.....	110
Tabla 46: Ubicación de las estaciones de CTD realizadas en la Región de Aysén , año 2008.....	110
Tabla 47: Lances efectuados en crucero hidroacústico de pequeños pelágicos en la Región de los Lagos con red de arrastre de mediagua entre los meses de abril y mayo de 2008. Tipo de lance: 0 =lance ciego; 1= lance dirigido a un ecotrazo.....	113
Tabla 48: Lances de identificación, posición, proporción de especies y copo estimado de los lances realizados en la región de Aysén entre septiembre y noviembre con red de cerco (borlinche) artesanal....	116
Tabla 49: Proporción en número y en peso a la talla por zona para anchoveta. Datos provenientes de capturas comerciales proporcionados por IFOP y del propio proyecto.....	118

Tabla 50: Proporción en número y en peso a la talla por zona para sardina común. Datos provenientes de capturas comerciales proporcionados por IFOP y del propio proyecto.....	118
Tabla 51: Proporción en número y en peso a la talla para sardina austral, Región de Los Lagos. Datos provenientes de capturas comerciales proporcionados por IFOP y del propio proyecto.....	118
Tabla 52: Proporción en número y en peso a la talla para sardina austral, Región de Aysén (Datos provenientes de capturas del presente proyecto).....	120
Tabla 53: Asistentes al Taller de Difusión de resultados del Proyecto FIP 2007-05 “Identificación y evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007”.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio, estratos de análisis (zonas) y distribución de las transectas de muestreo hidroacústico realizadas en la Región de Los Lagos.....	4
Figura 2: Área de estudio, estratos de análisis (zonas) y recorrido del muestreo hidroacústico realizado en la Región de Aysén.	5
Figura 3: Parte del brazo y dispositivo de montaje de los transductores de 38 kHz y 120 kHz.....	7
Figura 4: Distribución espacial de ecotrazos asignados al ensamble sardina austral-sardina común en la Región de Los Lagos (abril-mayo 2008).	20
Figura 5: Distribución espacial de ecotrazos asignados a sardina austral en la Región de Aysén (octubre-noviembre 2008).....	21
Figura 6: Abundancia relativa por zona de pequeños pelágicos en el Mar interior de Chiloé (años 2006 y 2008, abril-mayo).....	28
Figura 7: Estaciones de CTD, oxígeno disuelto e ictioplancton realizadas en la Región de Los Lagos.	30
Figura 8: Estaciones de CTD, oxígeno disuelto e ictioplancton realizadas en la Región de Aysén.....	31
Figura 9: Perfiles verticales de temperatura para la zona 1 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	34
Figura 10: Perfiles verticales de salinidad para la zona 1 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	34
Figura 11: Diagrama T-S, zona 1 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	35
Figura 12: Perfiles verticales de temperatura para la zona 2 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	35
Figura 13: Perfiles verticales de salinidad para la zona 2 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	36
Figura 14: Diagrama T-S para la zona 2 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	36
Figura 15: Perfiles verticales de temperatura para la zona 3 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	37
Figura 16: Perfiles verticales de salinidad para la zona 3 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	37
Figura 17: Diagrama T-S para la zona 3 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.....	38

Figura 18: Perfiles verticales de temperatura para la zona 4 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	38
Figura 19: Perfiles verticales de salinidad para la zona 4 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	39
Figura 20: Diagrama T-S para la zona 4 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	39
Figura 21: Perfiles verticales de temperatura para la zona 5 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	40
Figura 22: Perfiles verticales de salinidad para la zona 5 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	40
Figura 23: Diagrama T-S para la zona 5 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	41
Figura 24: Perfiles verticales de temperatura para la zona 6 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	41
Figura 25: Perfiles verticales de salinidad para la zona 6 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	42
Figura 26: Diagrama T-S para la zona 6 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	42
Figura 27: Perfiles verticales de temperatura para la zona 7 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	43
Figura 28: Perfiles verticales de salinidad para la zona 7 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	43
Figura 29: Diagrama T-S para la zona 7 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	44
Figura 30: Perfiles verticales de temperatura para la zona 8 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	44
Figura 31: Perfiles verticales de salinidad para la zona 8 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	45
Figura 32: Diagrama T-S para la zona 8 (todas las estaciones), Región de Aysén.....	45
Figura 33: Distribución batimétrica de pequeños pelágicos durante el periodo de evaluación realizado en la Región de Los Lagos.....	46
Figura 34: Distribución batimétrica de agregaciones de pequeños pelágicos durante el periodo de evaluación (otoño en Región de Los Lagos y primavera en Región de Aysén). Distribución por zona de análisis. Solo observaciones diurnas.	47
Figura 35: Densidad acústica observada en función de variables oceanográficas medidas en estaciones cercanas (<10 mn). Eje de las ordenadas muestra marcas de clase de las variables oceanográficas discretizadas.....	48
Figura 36: Distribución de los niveles de profundidad, saturación de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura asociados a las agregaciones de sardina austral identificadas en las regiones de Los Lagos y Aysén, durante otoño y primavera de 2008, respectivamente.....	50
Figura 37: Especificaciones técnicas de la red de arrastre de mediagua, red CBL-MWT, utilizada para el muestreo biológico en la Región de Los Lagos.	53
Figura 38: Esquema básico de amarinamiento de red CBL-MWT. (A = cable de cala principal; B=destorcedor central; C=cables de cala; D=grillete; E=portalones; F=estándares; G=red de media agua; H=flotadores; I=sensor-emisor de profundidad.....	61
Figura 39: Equipo acústico usado para detectar profundidad de la red (A=receptor acústico; B=emisor acústico; C=hidrófono direccional ubicado en el extremo inferior del brazo abatible).....	62
Figura 40: Plataforma porta DST-CTD y emisor acústico V22P.....	62

Figura 41: Perfilador oceanográfico DST-CTD (Star-Oddi Ltda):	62
Figura 42: Portalones utilizados para maniobra de pesca red CBL-MWT.....	63
Figura 43: Winches usados en maniobra de pesca. A=winche original con motor eléctrico; B=winche hidráulico modificado.....	63
Figura 44: Distribución de frecuencias de tallas de anchoveta en la Región de Los Lagos (abril-mayo, 2008). Elaborado en base a datos proporcionados por IFOP y datos propios del proyecto.	67
Figura 45: Distribución de frecuencias de tallas de sardina austral en la Región de Los Lagos (abril-mayo, 2008). Elaborado en base a datos proporcionados por IFOP y datos propios del proyecto.	67
Figura 46: Distribución de frecuencias de tallas de sardina común en la Región de Los Lagos (abril-mayo, 2008). Elaborado en base a datos proporcionados por IFOP y datos propios del proyecto.....	68
Figura 47: Longitud total de sardina austral en la Región de Los Lagos (Zona 1) según fuente de datos. BIMAC: datos obtenidos mediante muestreo directo (red CBL-MWT); IFOP: muestreo de desembarques comerciales efectuado por el Instituto de Fomento Pesquero (abril-mayo 2008).....	69
Figura 48: Distribución de frecuencias de talla de sardina austral en la Región de Aysén por zona de análisis (octubre-noviembre, 2008).	70
Figura 49: Relación longitud-peso observada (círculos) y estimada (línea continua) para sardina austral en la Región de Aysén.....	72
Figura 50: Estimación de la talla media y percentil 95 de madurez sexual de sardina austral en la Región de Aysén. Círculos representan proporciones observadas a la talla, indexadas por el número de observaciones correspondiente. Línea continua representa el modelo ajustado.....	72
Figura 51: Mapa de proporción de especies de pequeños pelágicos presentes en el área de estudio basado en los datos de capturas comerciales de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos durante el periodo de estudio.....	74
Figura 52: Mapa de proporción de especies de pequeños pelágicos presentes en el área de estudio basado en la captura con red de arrastre de mediagua en la Región de Los Lagos durante el periodo de estudio.....	75
Figura 53: Mapa de proporción de especies de pequeños pelágicos presentes en el área de estudio basado en la captura con red borlinchera en la Región de Aysén durante el periodo de estudio.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Modificaciones a la propuesta, reuniones de coordinación.....	99
Anexo II: Configuración de ecosondas.....	106
Anexo III: Muestreo oceanográfico, posición de estaciones de CTD.....	109
Anexo IV: Lances de identificación, regiones de Los Lagos y Aysén.....	112
Anexo V: Proporción en número y peso por clase de tallas, especie y zona.....	117

Anexo VI: Personal participante por actividad.....	121
Anexo VII: Cronograma de actividades.....	126
Anexo VIII: Taller de difusión y discusión de resultados.....	128
Anexo IX: Evaluación red de arrastre de mediagua.....	134

ANTECEDENTES

La pesquería artesanal de pequeños pelágicos en la zona centro-sur se desarrolla, principalmente, en la zona costera comprendida entre las regiones del Bío-Bío y Los Lagos, concentrando su esfuerzo histórico en los recursos sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En la última década, una fracción importante de esta pesquería se ha orientado a los pequeños pelágicos del mar interior de Chiloé, donde parte importante de las capturas ha sido registrada, al parecer erróneamente, como sardina común. En los últimos años se ha hecho evidente que una parte significativa de estas capturas habría correspondido a la especie sardina austral *Sprattus fuegensis* (Aranis et al. 2006, Niklitschek et al. 2007).

La sardina austral es una especie pelágica y zooplanctófaga a lo largo de todo su ciclo vital, distribuida en las zonas costeras sur-australes de Chile y Argentina (Sabatini et al. 2001), principalmente en los primeros 50 metros de la columna de agua. Esta especie, también conocida como sardina fueguina, patagónica o quichay, es fácilmente confundida con sardina común por observadores poco entrenados. Existen, no obstante, criterios diagnósticos externos que pueden ser considerados para diferenciar ambas especies con niveles razonablemente altos de certidumbre. Sardina austral, al igual que sardina común y anchoveta, realiza migración vertical día noche. Durante el día presenta agregaciones compactas tipo cardumen a mayor profundidad y durante la noche tienden a dispersarse hacia la superficie, en agregaciones de distintas densidades (Madirolas et al. 2000, Aranís et al. 2006).

Considerando la importancia que posee la captura comercial de sardina austral, sardina común y anchoveta al sur de Puerto Montt, se hace necesario generar series históricas consistentes de evaluaciones directas de la biomasa que den cuenta de la magnitud de los stock explotados y que a su vez puedan ser incorporadas en modelos indirectos de evaluación para asignación de cuotas de captura. De esta manera, se podrá obtener indicadores que permitan a la Subsecretaría de Pesca administrar de mejor forma los recursos antes mencionados. En el contexto precitado, el Consejo de Investigación Pesquera teniendo presente lo informado al efecto por la Subsecretaría de Pesca y la conveniencia de mantener una línea de investigación respecto de la abundancia directa de los stock de los pequeños pelágicos, incluir el proyecto en el programa de investigación pesquera correspondiente al año 2007.

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y caracterizar los stocks de anchoveta, sardina común y la población de sardina austral presentes en las aguas interiores de la X y XI Regiones, durante el período de máxima concentración en el año 2007.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Objetivo 1: Estimar la biomasa (peso), la abundancia (número) y la distribución espacial y batimétrica de las especies en estudio durante los períodos de mayor agregación o disponibilidad.
- Objetivo 2: Determinar la distribución y las principales áreas de concentración de las tres especies en estudio según tamaños y las características geográficas y oceanográficas asociadas.
- Objetivo 3: Estimar la estructura de tallas y la proporción sexual con sus respectivas varianzas, para las especies estudiadas.
- Objetivo 4: Caracterizar y cuantificar la dieta alimenticia de las principales especies demersales eventualmente capturadas con red de cerco, como fauna acompañante de los pequeños pelágicos, en especial de merluza del sur, durante el crucero de evaluación.
- Objetivo 5: Efectuar una recopilación y análisis de la información disponible, generada mediante proyectos BIP o FIP, pescas de investigación y otros.

En el desarrollo del proyecto no hubo captura de fauna acompañante de pequeños pelágicos. En la Región de Los Lagos, utilizado la red de arrastre de mediagua, se obtuvo algunos ejemplares de invertebrados bentónicos (poliquetos, crustáceos, esponjas estrellas, erizos, etc.). En Aysén sólo se capturó algunos crustáceos pelágicos en la red de cerco (borlinche)- En consecuencia, el objetivo 4 no pudo ser desarrollado y se omite del presente informe.

I. Abundancia, biomasa y distribución espacial y batimétrica de pequeños pelágicos en aguas interiores de las regiones de Los Lagos y Aysén (objetivo específico 1).

1. MATERIALES Y MÉTODOS

En atención a las dificultades técnicas y operacionales asociadas al proyecto y discutidas en distintas secciones del presente documento, la oferta técnica fue modificada en sucesivas oportunidades. Para facilitar la lectura del presente documento se ha incluido un resumen de las mismas en Anexo I.

1.1. Área de estudio

El área de estudio correspondió a la zona costera (0-5 millas) de las aguas interiores de las regiones de Los Lagos y Aysén, al norte de la Península de Taitao. En la región de Los Lagos, el recorrido hidroacústico comprendió el Seno y Estuario del Reloncaví; la costa Este de la Isla Grande de Chiloé, hasta Isla San Pedro; y la costa de Palena y Chiloé Continental, desde Bahía Tic-Toc hasta Hualaihué (Figura 1). El área de estudio, así definida, fue comparable y consistente con la considerada en la evaluación efectuada por el mismo grupo de trabajo en abril-mayo de 2006 (Niklitschek et al. 2007), exceptuando la zona de Chaitén que no pudo ser evaluada como resultado del área de exclusión decretada en respuesta a la erupción del Volcán Chaitén.

El crucero en la Región de Aysén comprendió los principales fiordos y canales orientales: Jacaf, Puyuhuapi, Aysén, Quintralco y Cupquelán (Francisco), los grandes canales longitudinales: Moraleda, Costa y estero Elefantes, y un grupo representativo de los canales occidentales: Tuamapu, Perez Norte, King, Ninualac, Vicuña y Chacabuco (Figura 2).

Para fines operacionales y de análisis de resultados, se definió una estratificación *ex-ante*, respondiendo a resultados de estudios anteriores (Niklitschek et al. 2007) y de información oceanográfica y empírica sobre la distribución de recursos y masas de agua en el área de estudio (Silva et al. 1997). Esta estratificación preliminar se revisó a la luz de los nuevos antecedentes biológicos y oceanográficos recopilados durante el estudio y consideró las siguientes ocho zonas (Figuras 1 y 2):

Zona 1: Seno Reloncaví y Chiloé insular al norte de las Islas Desertores.

Zona 2: Chiloé insular al sur de Islas Desertores

Zona 3: Chiloé continental

Zona 4: Canal de Moraleda

Zona 5: Canales Errázuriz, Costa y Estero Elefantes

Zona 6: Fiordos y canales orientales de Aysén al norte de la Isla Meninea

Zona 7: Fiordos y canales orientales de Aysén al sur de Isla Meninea

Zona 8: Canales occidentales de Aysén.

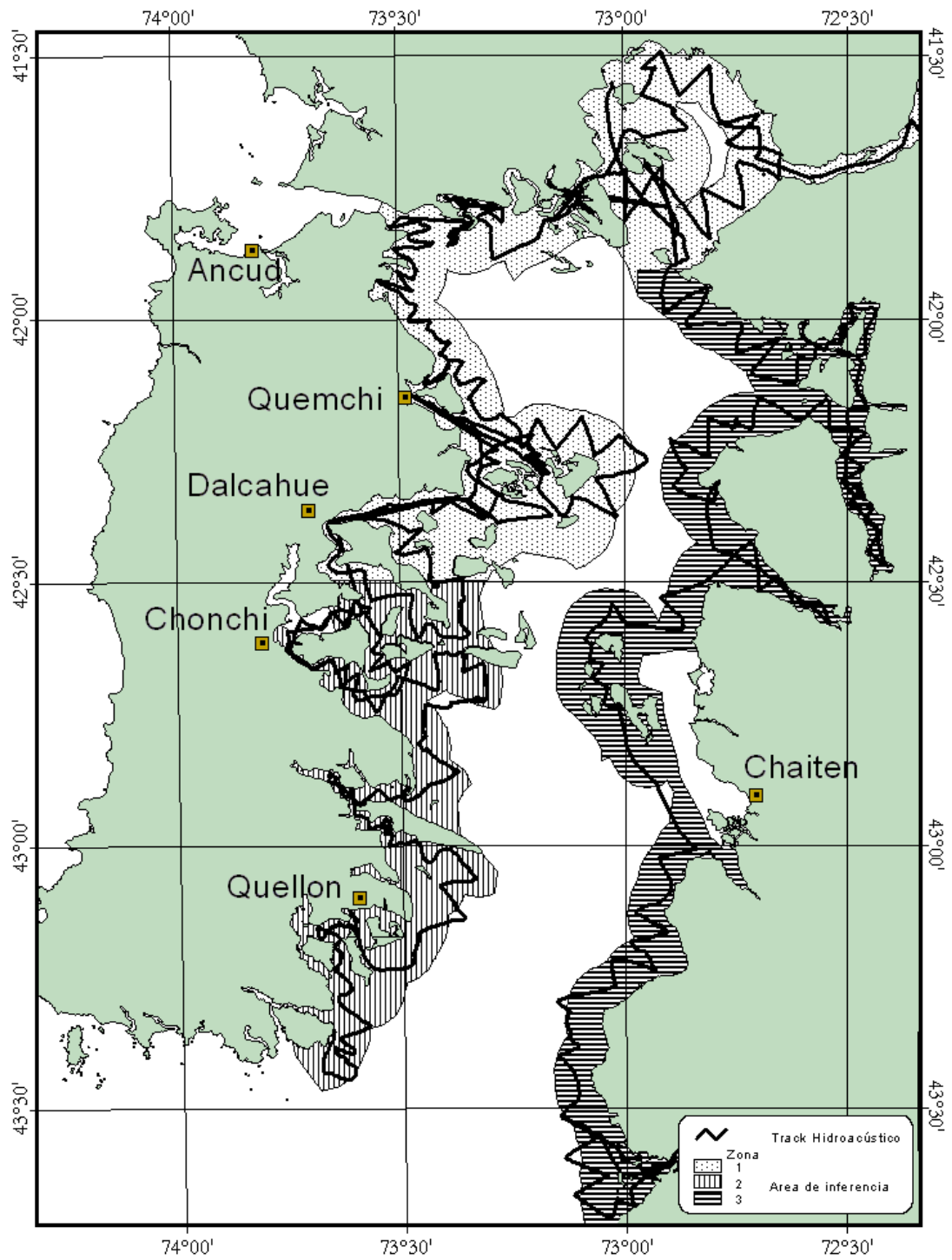


Figura 1: Área de estudio, estratos de análisis (zonas) y distribución de las transectas de muestreo hidroacústico realizadas en la Región de Los Lagos.

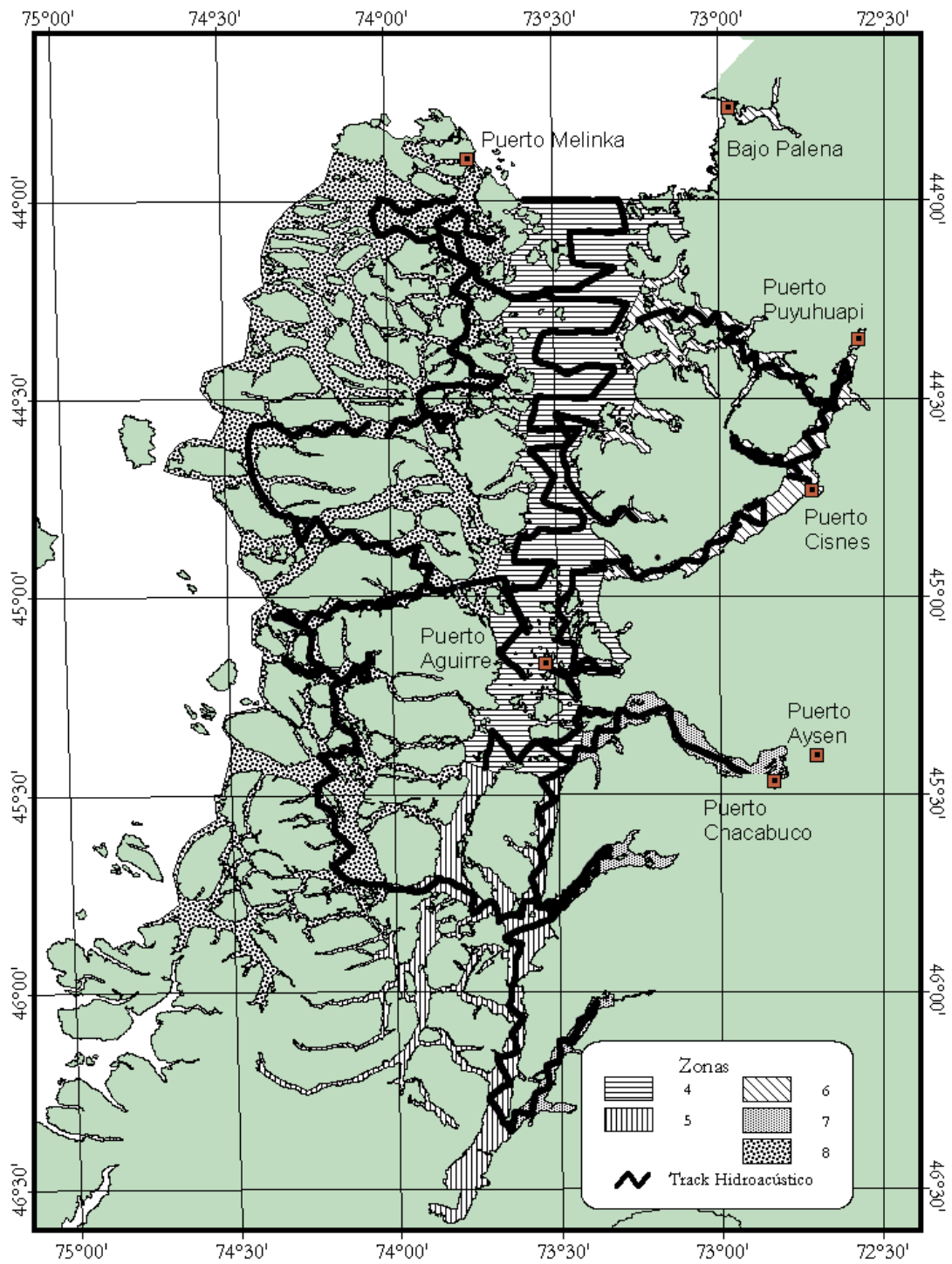


Figura 2: Área de estudio, estratos de análisis (zonas) y recorrido del muestreo hidroacústico realizado en la Región de Aysén.

1.2. Periodo de estudio

En la Región de Los Lagos, el crucero se efectuó en otoño (8 de abril al 12 de mayo de 2008), con una duración de 22 días efectivos de prospección acústica. La prospección acústica se realizó de día (07:00 a 19:00 hrs), mientras que los lances de identificación incluyeron lances ciegos de día y lances dirigidos de noche (ver detalle en Capítulo III), periodo en que los cardúmenes se encuentran más cercanos a la superficie (Madirolas et al. 2000, Aranis et al. 2006, Niklitschek et al. 2007).

En la Región de Aysén el crucero se realizó en primavera, entre el 27 de septiembre y el 4 de noviembre de 2008, con 21 días efectivos de prospección acústica, la prospección acústica fue en su mayoría diurna (07:00 a 19:00 hrs), por consistencia con la Región de Los Lagos y debido a las características topográficas de la zona que ponían en riesgo la seguridad de la embarcación durante la navegación nocturna. Sin embargo, los lances de identificación fueron realizados principalmente de noche, única manera de lograr capturas efectivas de pequeños pelágicos en esta zona.

En promedio, se contó con condiciones climáticas y operacionales favorables durante un 65% de los días de crucero efectuados en la Región de Los Lagos y de un 57% del total de días destinados a terreno en la Región de Aysén. De este modo, para poder cumplir las metas de muestreo hidroacústico planteadas, alcanzando coeficientes de variación muestral inferiores al 25% de la biomasa estimada, fue necesario extender el esfuerzo de terreno a un total de 34 días en Los Lagos y 38 días en Aysén.

1.3. Embarcaciones participantes.

En la Región de Los Lagos, el crucero se realizó a bordo de la L/M “Nautilus V” de 17,79 m de eslora, 5,85 m de manga y 2,50 m de puntal; con un motor de 230 HP y un arqueo bruto de 49,21 ton. Esta lancha fue la que presentó las mejores características técnicas dentro de la oferta existente y factible de utilizar en esa zona. No fue posible contar con naves cerqueras las que desistieron aduciendo excesivos costos de oportunidad.

En la Región de Aysén se efectuó un llamado público para licitar las naves que participarían en el crucero: una nave principal para equipos y plataforma de muestreo hidroacústico y una nave auxiliar de menores dimensiones necesaria para realizar los lances de identificación en esta zona. Las embarcaciones que presentaron las mejores características y la mejor oferta fueron la L/M “Don Francisco S”(eslora: 14,9 m; manga: 5,45 m; puntal: 2,45 m; arqueo bruto: 37,9 t; motor: 411 HP) y el B/M “Sur Weste II” (eslora: 7,6 m) perteneciente al Sindicato de trabajadores independientes (STI) Archipiélago de Melinka, Región de Aysén.

En su momento, cada embarcación principal (L/M Nautilus V y L/M Don Francisco S) fue acondicionada para satisfacer los requerimientos técnicos del proyecto. Esto incluyó un ecosonda científico SIMRAD EK60, compuesto de dos transductores de haz dividido ES38B de 38 kHz y ES120-7C de 120 kHz. Estos transductores fueron instalados por la banda de babor, a una profundidad nominal de 1,9 m en Los Lagos y de 1,5 m en Aysén. Para este fin, se utilizó un brazo desmontable de acero inoxidable (3 m de largo × 10 mm de diámetro × 6 mm de espesor), el cual sustentó un dispositivo hidrodinámico sobre el cual fueron montados ambos transductores (Figura 3). Tanto el brazo como el dispositivo hidrodinámico fueron diseñados e instalados bajo la supervisión de Fisheries Resource Surveys (Ciudad del Cabo, Sudáfrica).

Los ecosondas fueron administrados mediante el software de SIMRAD ER60 (versión 2.1.2) e inter-conectados a un GPS, permitiendo la obtención de información geo-referenciada. El registro y post-proceso de datos acústicos se efectuó con los software de Sonardata Pty. (Australia) Echolog© (versión 4.40.64.11098) y Echoview© (versión 4.40.64.11098), respectivamente (configuración de ecosondas en Anexo II). Durante los cruceros se dispuso de un inclinómetro magnético digital que registró continuamente la oscilación de la nave y de un perfilador oceanográfico de conductividad, temperatura y oxígeno disuelto (Star-Oddi DST), montado junto a los transductores, el que permitió registrar de manera semi-continua la profundidad efectiva de los equipos y las condiciones de salinidad y temperatura de las aguas insonificadas.



Figura 3: Parte del brazo y dispositivo de montaje de los transductores de 38 kHz y 120 kHz.

1.4. Muestreo hidroacústico

Se utilizó un diseño de transectas en zigzag que permitió acomodarse a la geografía del área de estudio, caracterizada por la presencia de canales, fiordos e islas de borde costero muy irregular (Rivoirard et al. 2000, Simmonds & MacLennan 2005). En la Región de Los Lagos, estas transectas unieron la costa (15 m de profundidad), con una línea paralela imaginaria definida 5 millas mar adentro (Figura 1). La distancia entre vértices a lo largo de las paralelas fue también de aproximadamente cinco millas, lo que arrojó una distancia promedio entre transectas de 2,5 millas. En los canales se cruzó diagonalmente a una distancia ≤ 5 mn entre vértices alineados, dependiendo de la topografía local. El diseño general fue ajustándose de acuerdo a la geografía de la zona, presencia de centros de cultivo, condiciones meteorológicas y otras limitantes operacionales y/o físicas. No fue posible obtener información cuantitativa de calidad en el Golfo de Corcovado debido a las condiciones climáticas imperantes; la zona de Chaitén no pudo ser evaluada debido a la existencia de una zona de exclusión decretada por la Armada a propósito de la erupción del volcán Chaitén. El recorrido total en esta región fue aproximadamente de 2.380 km.

En la Región de Aysén (Figura 2), el diseño de las transectas fue también en zigzag, aunque tendió a ser más irregular que en la zona de Los Lagos, dada la mayor complejidad de la topografía local y la estrechez relativa de los fiordos y canales. En general, se cruzó diagonalmente los cuerpos de agua muestreados, manteniendo una distancia ≤ 5 m entre vértices alineados. En la zona del Canal de Moraleda, se optó por transectas paralelas que cruzaron completamente el canal y buscaron optimizar la disponibilidad de días de buen tiempo. El recorrido hidroacústico total en esta región fue de aproximadamente 1.930 km.

1.5. Calibración de los equipos

Cada sistema fue cuidadosamente configurado y calibrado al menos una vez durante cada crucero. La calibración de los ecosondas se realizó siguiendo la metodología descrita por Foote (1982) y los procedimientos indicados por el fabricante. Este método se basa en la determinación de los ajustes a la ganancia y a la señal de ecointegración (NASC), necesarios para igualar las intensidades observadas y esperadas del eco producido por un blanco estándar (esfera de carburo de tungsteno de 38,1 mm) de fuerza de blanco conocida ($TS \approx -42,4$ dB para frecuencia de 38 kHz y $TS \approx -39,54$ dB para frecuencia 120 kHz). Este blanco fue posicionado entre 13 y 16 m bajo los transductores por medio de tres líneas de mono-filamento, controladas por un sistema de carretes electrónicos. Los carretes electrónicos fueron montados sobre una base extensible en la borda de la embarcación y comandados desde el puente. Para evitar interferencia en la recepción del eco, todos los sistemas eléctricos no esenciales de la embarcación fueron apagados durante la calibración.

1.6. Post-proceso de datos acústicos

El post-proceso se ajustó al siguiente protocolo de trabajo:

- Estrato batimétrico de análisis: 5 - 200 m
- Intervalo básico de muestreo: 50 m
- Delineación de ecotrazos: semi-automática con ayuda del módulo SHAPES de Sonardata Inc.
 - Longitud mínima total: 0,5 m
 - Altura mínima total: 0,5 m
 - Longitud mínima del ecotrazo candidato: 1,0 m
 - Altura mínima del ecotrazo candidato: 1,0 m
 - Máxima distancia de enlace vertical: 10,0 m
 - Máxima distancia de enlace horizontal: 10,0 m
- Filtro Sv para delineación de ecotrazos: -70 dB
- Filtro Sv para ecointegración: -65 dB

1.7. Econtegración

Los ecotrazos fueron identificados mediante la inspección visual de los ecogramas e integrados en base a intervalos básicos (longitudinales) de muestreo de 50 m, utilizando las siguientes relaciones básicas:

1.7.1. Intensidad del eco dispersado por unidad de volumen (S_v) por pulso transmitido

$$S_v = P_r + 20 \cdot \log r + 2\alpha \cdot r - 10 \cdot \log \left(\frac{P_t \cdot G_0^2 \cdot r_0^2 \cdot \lambda^2 \cdot c \cdot \tau \cdot \Psi}{32 \cdot \pi^2} \right) - 2 \cdot CF \text{ dB re } 1 \text{ m}^{-1}$$

donde,

- P_r : potencia recibida (dB re 1 W).
- r : rango (m).
- α : coeficiente de absorción (dB m^{-1}).
- P_t : potencia transmitida (W).
- G_0 : constante del ecosonda (sin dimensión).
- r_0 : rango de referencia (m).
- λ : longitud de onda (m).
- c : velocidad del sonido (m s^{-1}).
- τ : duración del pulso (s).
- Ψ : ángulo equivalente dos vías (esteradianes).
- CF : factor de calibración (dB re 1 m^{-1}).

1.7.2. Intensidad promedio del eco retro-dispersado por unidad de área (S_{A_k}) en la región k

$$S_{A_k} = \sum_{p=1}^m \delta \sum_{d=1}^{\frac{h}{\delta}} 10^{\frac{S_{V_{dp}}}{10}} \cdot \pi \cdot 1.852^2 \cdot fcp_{k,l} \cdot fci_l \cdot fca_l \cdot fcd_{k,l} \cdot fczc_{k,l} \quad (\text{m}^2 \text{ nm}^{-2})$$

donde,

- m : número de pulsos (p) en el intervalo k
- δ : altura de los quanta digitalizados (d)
- h : altura de la ecoregión.
- $S_{V_{dp}}$: intensidad del eco por unidad de volumen del quanta d en el pulso p .
- $fcp_{k,l}$: factor de corrección por pulsos emitidos y no recepcionados o considerados defectuosos en la región k del ecotrazo l .
- fci_l : factor de corrección para el eco incidental asociado al ecotrazo l .

- fca_l : factor de corrección por diferencia entre absorción nominal y efectiva en el ecotrazo l .
- $fdc_{k,l}$: factor de corrección para el efecto de atenuación por densidad del cardumen en la zona k del ecotrazo l .
- $fczc_{k,l}$: factor de corrección asociado a la zona ciega superficial para la región k del ecotrazo l .

1.7.3. Control y corrección de fuentes conocidas de sesgo:

Siguiendo un proceso equivalente al empleado por Niklitschek et al. (2007), se aplicaron los siguientes factores de corrección:

i. Pulsos perdidos y defectuosos:

Los pulsos perdidos fueron eliminados automáticamente del ecograma usando como referencia la distribución de intensidades de la señal de fondo siguiendo un procedimiento implementado por el grupo de trabajo en el módulo de ecogramas virtuales de Echoview (Sonardata Pty, Australia). Las espigas de alta intensidad (ruido) derivadas de burbujeo y/o interferencia¹ fueron eliminados manualmente. En ambos casos, la sub-estimación causada por la omisión de tales señales se corrigió por el factor $fcP_{k,l}$ calculado a partir de la relación:

$$fcP_{k,l} = \frac{n_k}{n_k - bp_k}$$

donde,

n_k : total de pulsos emitidos sobre la región k

bp_k : número de pulsos no recepcionados o defectuosos emitidos en la región k

ii. Eco incidental

El eco dispersado por los organismos nectónicos presentes en la columna de agua (“eco incidental”), fue estimado para cada ecotrazo, integrando el eco retrodispersado por una celda inmediatamente contigua, de altura igual a la altura media del ecotrazo analizado y de un largo de 30 pulsos hidroacústicos. Asumiendo igual concentración de organismos nectónicos dentro y fuera de cada agregación, el factor de corrección por eco incidental se calculó como,

$$fci_k = \frac{S_{A_{uk}} - S_{A_{ik}}}{S_{A_{uk}}}$$

donde,

$S_{A_{uk}}$: intensidad promedio no corregida del eco retrodispersado por región k .

¹ En general asociados a malas condiciones climáticas

$S_{A_{ik}}$: intensidad promedio del eco retrodispersado por la celda de referencia, adyacente a la región k .

iii. *Absorción del sonido*

Esta corrección se aplicó para reducir el sesgo originado por la diferencia entre el coeficiente de absorción pre-definido en el ecointegrador (α_{set}) y el coeficiente estimado α_t , a partir de la temperatura y salinidad medidas *in situ* y la profundidad de cada marca (z_l), siguiendo la expresión:

$$fca_l = 10^{(\alpha_t - \alpha_{set}) \cdot 2z_l}$$

donde (Doonan et al. 2003),

$$\alpha_t = \frac{A_2 \cdot P_2 \cdot f_2 \cdot f^2}{c(f_2^2 + f^2)} + A_3 \cdot P_3 \cdot f^2$$

f : frecuencia (Hz)

$$A_2 = 22,19 \cdot S(1 + 0,017 \cdot T)$$

S : salinidad (psu)

T : temperatura (°C)

$$f_2 = 1,8 \cdot 10^7 \cdot e^{\frac{-1518}{(T+273,1)}}$$

$$P_2 = e^{-1,76 \cdot 10^{-4} \cdot z_l}$$

$$A_3 = 4,937 \cdot 10^{-4} - 2,59 \cdot 10^{-5} \cdot T + 9,11 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 - 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$$

$$P_3 = 1 - 3,83 \cdot 10^{-5} \cdot z_l + 4,9 \cdot 10^{-10} \cdot z_l^2$$

iv. *Atenuación del sonido por efecto de densidad del cardumen*

La experiencia de Niklitschek et al. (2007) indica un posible sesgo de hasta -20% causado por la atenuación del sonido producto de la alta densidad y extensión vertical de los cardúmenes observados en la zona. Este factor de corrección se obtuvo basado en el método de Zhao & Ona (2003) que asume una regresión lineal entre el coeficiente de dispersión (S_A) del ecotrazo de interés y el de la señal de fondo correspondiente a la zona inmediatamente abajo de éste. La señal de fondo se integró en un estrato definido entre -0,5 y -2 m desde la línea de fondo. El factor de corrección se calculó usando la expresión:

$$fcd_k = \frac{1}{K \gamma \cdot \tilde{S}_A} \cdot \ln \frac{1}{1 - K \gamma \cdot \tilde{S}_A}$$

donde,

$$K : \frac{2}{1.852^2}$$

$$\gamma : -1.852^2 \cdot \frac{b}{2a}$$

\tilde{S}_A : coeficiente de dispersión por unidad de área aparente
 $a y b$: intercepto y pendiente de la relación entre el S_A aparente de la agregación y el S_A de la marca bajo la misma.

v. *Zona ciega superior*

La utilización de ecosondas verticales implica la existencia de una capa superficial “no-observable” (zona ciega superior), producto del efecto combinado de la inmersión del transductor (2-3 m) y de sus limitaciones físicas, que i) no permiten observaciones en los primeros 2 m del rango acústico y ii) no permiten observaciones cuantitativamente adecuadas en los primeros 5 m (efecto del campo cercano). Para estimar la densidad del recurso en dicha zona ciega, se asumió para cada ecotrazo con presencia del recurso en el estrato horizontal de 2 a 5 m, un coeficiente de dispersión acústica S_A igual al observado entre los 5 y 10 de profundidad correspondientes al mismo intervalo básico de muestreo

vi. *Inclinación del transductor.*

Durante la realización de ambos cruceros de evaluación se utilizó un inclinómetro digital para medir el efecto potencial que la inclinación de la embarcación (y por ende de los transductores adosados a babor de la embarcación durante el estudio) sobre las estimaciones de abundancia y biomasa. El análisis de los resultados mostró un error despreciable por lo que se decidió dejar fuera del análisis este factor de corrección.

Los factores de corrección empleados en los estimados de abundancia y biomasa para la Región de Los Lagos se resumen en las Tablas 1 y 2, mientras que los factores de corrección empleados para la Región de Aysén se muestran en la Tabla 3.

Tabla 1: Factores de corrección utilizados para el stock de anchoveta presente en la Región de Los Lagos.

Zona	N° de ecotrazos utilizados	Factor de corrección			
		Absorción del sonido	Atenuación del sonido	Zona ciega superior	Eco incidental
1	22	0,994	1,038	1,217	0,983
2	-	-	-	-	-
3	4	0,990	1,009	1,000	1,000

Tabla 2: Factores de corrección utilizados para el ensamble sardina austral - sardina común presentes en la Región de Los Lagos.

Zona	N° de ecotrazos utilizados	Factor de corrección			
		Absorción del sonido	Atenuación del sonido	Zona ciega superior	Eco incidental
1	57	0,979	1,117	1,082	0,999
2	30	0,987	1,035	1,000	1,000
3	31	0,969	1,027	1,000	0,989

Tabla 3: Factores de corrección utilizados para el stock de sardina austral presente en la Región de Aysén.

Zona	N° de ecotrazos utilizados	Factor de corrección			
		Absorción del sonido	Atenuación del sonido	Zona ciega superior	Eco incidental
4	6	1.007	1.008	1.000	0.935
5	5	0.997	1.002	1.000	0.956
6	4	1.004	1.003	1.000	0.924
7	3	1.015	1.001	1.001	0.934
8	6	1.005	1.010	1.000	0.950

1.8. Estimación de la abundancia

La abundancia se estimó utilizando el método geo-estadístico basado en máxima verosimilitud desarrollado por Roa-Ureta & Niklitschek (2007). Este método corresponde a una extensión geo-estadística de la aproximación de Aitchison (1955) y Pennington (1983), donde la totalidad de las observaciones nulas son empleadas para el ajuste de un modelo binomial, espacialmente explícito, de presencia/ausencia, mientras que el subset de observaciones positivas ($S_A > 0$) fue tratado separadamente para estimar el valor medio de la variable respuesta en aquellas áreas donde se encuentra presente el stock. Este método comprende los siguientes pasos analíticos:

- i. Estimación del coeficiente medio de dispersión acústica por unidad de área, atribuible a la especie sp en la zona m ($\hat{S}_{A(m,sp)}$)
- ii. Estimación de la densidad numérica de la especie sp a partir de ($\hat{S}_{A(m,sp)}$) y de su respectivo coeficiente medio de retro-dispersión individual ($\bar{\sigma}_{sp}$).

- iii. Estimación del área de distribución efectiva del stock de la especie sp (fracción del área de estudio en que la especie sp se encuentra presente)
- iv. Estimación de la abundancia como el producto entre la densidad numérica y el área de distribución efectiva del stock de cada especie.

Las estimaciones correspondientes a los pasos i. y iii. se basan en la modelación geo-estadística de la correlación espacial existente a lo largo de ejes latitudinal y longitudinal, tanto de la variable continua S_A (condicional a $S_A > 0$) como de la variable dicotómica presencia/ausencia del stock. Para tales efectos, se asumió estacionaridad de segundo orden, es decir: i) un valor esperado de la variable respuesta (\bar{z}) igual para todas las locaciones (x, y), y ii) valores idénticos de covarianza para todos los pares equidistantes ($\bar{z}_{t(i+h)}, \bar{z}_{t_i}$). La variabilidad media observada para cada sub-conjunto de observaciones dispuestas a una misma distancia h se ajustó por máxima verosimilitud, asumiendo un modelo de correlación espacial de tipo gaussiano (Whittle 1954).

1.8.1. Coeficiente medio de dispersión acústica por unidad de área en la zona o estrato m (\hat{S}_{A_m})

Para la estimación de la media geo-estadística de este coeficiente, se utilizó una distribución log-gamma de los errores que, de acuerdo a la experiencia de los ejecutores, se ajusta razonablemente bien a datos hidroacústicos y evita sesgos de sub-estimación propios de la distribución log-normal. Esta aproximación implicó transformar logarítmicamente la variable respuesta, por lo que fue necesario retro-transformar a unidades naturales la media y varianza estimadas por el modelo. Para ello, se aplicó un procedimiento Montecarlo (5.000 iteraciones) aplicando la función de enlace inverso (exponencial) a los valores obtenidos desde la función de distribución de probabilidad normal con media y desviación estándar iguales a las estimadas por el modelo geo-estadístico para la variable transformada.

1.8.2. Asignación del coeficiente medio de dispersión entre especies

El coeficiente medio de dispersión estimado para cada zona m se asignó fraccionalmente a cada especie presente (pequeños pelágicos) en la zona m , siguiendo la relación:

$$S_{A(sp,m)} = \bar{S}_{A_m} \cdot \frac{F_{sp} \cdot \sigma_{sp}}{\sum_{sp=1}^p (\sigma_{sp} \cdot F_{sp})}$$

donde,

$$\sigma_{sp} : 4 \cdot \pi \cdot 10^{\frac{TS_{sp}}{10}}$$

F_{sp} : proporción de la especie sp en la captura total

p : número de especies (sp)

TS_{sp} : fuerza de blanco promedio de la especie sp (dB)

1.8.3. Composición de especies en el área de estudio.

Para ambos cruceros se consideró verificados aquellos ecotrazos validados directamente por lances de identificación. Los lances restantes fueron clasificados mediante juicio experto, considerando su forma, tamaño, densidad acústica y profundidad, en las siguientes categorías (códigos):

- Ensable sardina austral/sardina común verificado (93)
- Posible ensable sardina austral/sardina común (93,1)
- Anchoqueta verificado (114)
- Posible anchoqueta (114,1)
- Otras especies (-9999)

La composición de especies atribuida a los ecotrazos no confirmados (93,1 y 114,1) fue asumida equivalente a la composición media de especies estimada a partir de la capturas comerciales y/o científicas obtenidas en cada área, estrato y período de estudio (ver Capítulo III). Dentro del post-proceso, se estandarizó un criterio de exclusión de pequeñas agregaciones de incierta identidad, descartando agregaciones cuya altura media fuera inferior a 3,5 m y cuya densidad acústica media (S_A) fuera inferior a 500 $\text{m}^2 \text{mn}^{-2}$.

1.8.4. Densidad media por especie y zona

La densidad media se calculó a partir de la fracción del coeficiente de dispersión asignada a cada especie sp , en cada zona m , y del coeficiente medio de retro-dispersión individual estimado para cada especie y zona ($\bar{\sigma}_{(m, sp)}$), siguiendo la ecuación:

$$\hat{d}_{(m, sp)} = \frac{S_{A(m, sp)}}{\bar{\sigma}_{(m, sp)}}$$

1.8.5. Área de distribución efectiva del stock sp en la zona m ($\hat{\alpha}_m$)

Se estimó como el producto entre la fracción del área total de inferencia en la zona m (A_m) y el estimador de la probabilidad de observar agregaciones de pequeños pelágicos en una unidad muestral cualquiera (x, y) dentro de m (\hat{p}_m). De esta manera,

$$\hat{\alpha}_m = \hat{p}_m \cdot A_m$$

cuya varianza se estimó siguiendo la ecuación:

$$V(\hat{\alpha}_m) = A_m^2 \cdot V(\hat{p}_m)$$

El valor estimado (\hat{p}_m) se obtuvo mediante un modelo lineal general, espacialmente explícito (geo-estadístico), análogo al empleado para estimar $S_{A(m)}$, pero basado en la transformación logit de la variable observada $I=1$ cuando $S_A > 0$, e $I=0$ cuando $S_A = 0$. De este modo,

$$E(Y) = \beta_0 = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

Acorde con la naturaleza dicotómica de la variable respuesta, la distribución del error se asumió binomial, con media 0. El estimado de máxima verosimilitud de p , se obtuvo mediante la ecuación,

$$\hat{p} = \frac{e^{\hat{\beta}_0}}{1 + e^{\hat{\beta}_0}}$$

La varianza de \hat{p} se aproximó por series de Taylor a partir de la varianza del estimado de β_0 ($V(\beta_0)$), de acuerdo a la relación,

$$V(\hat{p}) = \left(\frac{e^{\hat{\beta}_0}}{(1 + e^{\hat{\beta}_0})^2}\right)^2 V(\hat{\beta}_0)$$

1.8.6. Abundancia total por especie y zona (\hat{N}_{sp})

La abundancia total de cada especie sp en cada zona m se obtuvo multiplicando la densidad media estimada (\hat{d}_{sp}) por el área efectiva de distribución de pequeños pelágicos dentro de la zona m ($\hat{\alpha}_m$), es decir,

$$\hat{N}_{sp} = \hat{d}_{sp} \cdot \hat{\alpha}_m$$

1.8.7. Varianza muestral de la abundancia total de la prospección s , $V(\hat{N}_{sp})$

Se calculó por series de Taylor, considerando que las estimaciones de (\hat{d}_{sp}) y ($\hat{\alpha}_m$) son independientes por construcción. De esta manera:

$$V(\hat{N}) = \alpha_m^2 \cdot v(\hat{d}_{sp}) + \hat{d}_{sp}^2 \cdot v(\hat{\alpha}_m) - v(\hat{d}_{sp}) \cdot v(\hat{\alpha}_m)$$

1.9. Estimación de la biomasa

1.9.1. Biomasa estimada de cada especie en cada zona m \hat{B}_{sp} :

$$\hat{B}_{sp} = \hat{N}_{sp} \cdot \hat{w}_{sp} \text{ (toneladas)}$$

donde,

\hat{w}_{sp} : promedio ponderado del peso de la especie sp .

1.9.2. Varianza muestral de la biomasa estimada de cada especie-objetivo en cada zona m :

$$\hat{V}(\hat{B}) = [\hat{V}(\hat{w}_{sp}) \cdot \hat{N}_{sp}^2 + \hat{w}_{sp}^2 \cdot \hat{V}(\hat{N}_{sp}) - \hat{V}(\hat{w}_{sp}) \cdot \hat{V}(\hat{N}_{sp})]$$

1.9.3. Fuerza de blanco (TS)

Como resultado del presente estudio (Addendum en preparación), fue posible obtener una primera estimación *in situ* del intercepto de la relación fuerza de blanco-talla para sardina austral en Chile. Esta relación fue definida por la ecuación,

$$TS = 20 \cdot \log(LT) - 67,8 \text{ (dB)}$$

El intercepto estimado para esta relación, resulta 4,6 dB mayor que el estimado por Castillo et al. (2005) para sardina común, mientras que coincide con el valor estimado por Didrikas & Hansson (2004) para el congénere *Sprattus sprattus* y resulta incluso inferior al valor estimado, también para *S. sprattus*, por Fassler & Gorska (2009). La consecuencia directa de esta diferencia en TS, es una reducción de 66% en las abundancias y biomasa estimadas anteriormente para sardina austral en aguas interiores (Castillo & Espejo 2003, Niklitschek et al. 2007, Castillo 2008).

Por otro lado, existen sólidas evidencias que indican una relación inversa entre TS y profundidad (Ona 2003, Fassler & Gorska 2009). En el presente informe, aplicamos una corrección lineal derivada del trabajo de Fassler & Gorska (2009), quienes estimaron una reducción del intercepto en 2 dB por cada 100 m. De esta manera se obtuvo un intercepto ajustado para cada ecotrazo, los que fueron luego promediados por zona, ponderándose estas medias por la densidad acústica de cada agregación (Tabla 4). Por consistencia con anteriores estudios y anteriores informes del presente proyecto, se estimó y reportó también valores de abundancia y biomasa obtenidos con la relación TS-talla reportada por Castillo et al. (2005) para sardina común.

Para anchoveta y sardina común, se utilizó las relaciones longitud total (LT) - fuerza de blanco empleadas por Castillo et al. (2005), definidas mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Anchoveta:} \quad TS = 20 \cdot \log(LT) - 73,277 \text{ (dB)}$$

$$\text{Sardina común:} \quad TS = 20 \cdot \log(LT) - 72,485 \text{ (dB)}$$

En la Región de Los Lagos, los valores medios de longitud total log-transformada (Tabla 5) fueron obtenidos a partir del muestreo aleatorio de tallas en desembarques comerciales realizado por IFOP, complementados por los datos obtenidos a partir de lances de media agua efectuados en el presente proyecto. En la Región de Aysén, tales valores fueron calculados a

partir de los lances de cerco pelágico desarrollados como parte del presente proyecto (Tabla 6). La relación longitud-peso de sardina austral fue obtenida a partir de los lances de media agua y pelágicos del proyecto, mientras que para anchoveta y sardina común se utilizó las relaciones informadas por Niklitschek et al. (2007).

Tabla 4. Interceptos ajustados para la relación fuerza de blanco-longitud total utilizados para la estimación de abundancia de sardina austral en cada zona de estudio.

Zona	Intercepto ajustado (dB)
1	-68,94
2	-69,00
3	-69,17
4	-69.11
5	-68.68
6	-68.73
7	-68.37
8	-69.04

Tabla 5. Valores estimados y errores estándar (EE) de parámetros biológicos usados para el cálculo de abundancia y biomasa de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos. LT=longitud total.

Especie	Zona	$\log_{10}(LT)$	EE $\log_{10}(LT)$	Peso total (g)	EE Peso total
Sardina común	1	1,028	0,0013	13,3	0,16
	2	1,143	0,0031	27,8	0,62
	3	1,029	0,0014	13,4	0,16
Sardina austral	1	1,066	0,0020	15,8	0,17
	2	1,1956	0,00079	27,8	0,12
	3	1,101	0,0017	19,0	0,15
Anchoveta	1	1,111	0,0028	27,3	0,48
	2	1,111	0,0028	27,3	0,48
	3	1,111	0,0028	27,3	0,48

2. RESULTADOS

La distribución espacial de los ecotrazos atribuidos al ensamble sardina común-sardina austral para la Región de Los Lagos coincidió con las áreas de máxima captura de la flota artesanal, a partir de la cual se obtuvo los datos de composición de especies y tallas (datos proporcionados por IFOP) existiendo una gran coincidencia entre los centroides de distribución de las capturas

y la densidad acústica observada. En términos generales, la distribución del recurso en Los Lagos se caracterizó por un número relativamente bajo de grandes agregaciones concentradas principalmente en el área del Golfo de Ancud y el Estero de Reloncaví (Figura 4).

En la Región de Aysén la distribución espacial de los ecotrazos atribuidos a sardina austral se presentó con una gran dispersión, en mayor número y menor concentración media que la observada en Los Lagos. Un gran número de pequeñas agregaciones caracterizó los fiordos y canales más estrechos donde el S_A no superó los $120.000 \text{ m}^2 \cdot \text{nm}^{-2}$ en la mayoría de los ecotrazos (Figura 5). Las mayores concentraciones fueron observadas en el Canal de Moraleda y en canales transversales ubicados al oeste del Moraleda.

2.1. Anchoqueta

Sólo fue posible observar cardúmenes discretos de anchoqueta en la Región de Los Lagos, donde se estimó la presencia de esta especie en un 0,2% del área de estudio (Tabla 7), con una densidad acústica media de $55.080 \text{ m}^2 \cdot \text{nm}^{-2} \pm 33.097$ (EE) y una abundancia relativa de $115.060 \text{ m}^2 \pm 83.360$ (EE). Estas cifras podrían ser interpretadas, en términos de abundancia y biomasa, como equivalentes a valores totales de 1.170×10^6 individuos $\pm 72\%$ (CV) y 31.940 toneladas $\pm 72\%$ (CV), respectivamente (Tabla 8). En la Región de Aysén la presencia fue esporádica y se limitó a las zonas 6 y 8. Al expandir la proporción de los individuos encontrados en los muestreos de composición de especies, fue posible estimar una abundancia de $16,7 \times 10^6$ individuos y una biomasa de 28,4 ton, con un coeficiente de variación de 13% (Tabla 8).

Tabla 6. Valores estimados y errores estándar (EE) de parámetros biológicos usados para el cálculo de abundancia y biomasa de pequeños pelágicos en la Región de Aysén. LT=longitud total. *n.d.* sin datos disponibles/no aplicable.

Especie	Zona	\log_{10} talla (cm)	EE \log_{10} talla promedio	Peso promedio (g)	EE Peso promedio
Sardina austral	4	0,90	0.034	3,3	0,26
	5	0,88	0.012	2,7	0,21
	6	0,91	0.024	3,5	0,28
	7	0,81	0.017	1,7	0,13
	8	1,06	0.012	10,4	0,89
Anchoqueta	4	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
	5	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
	6	1,01	0.010	7,6	0,21
	7	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
	8	1,07	0.010	12,2	0,21

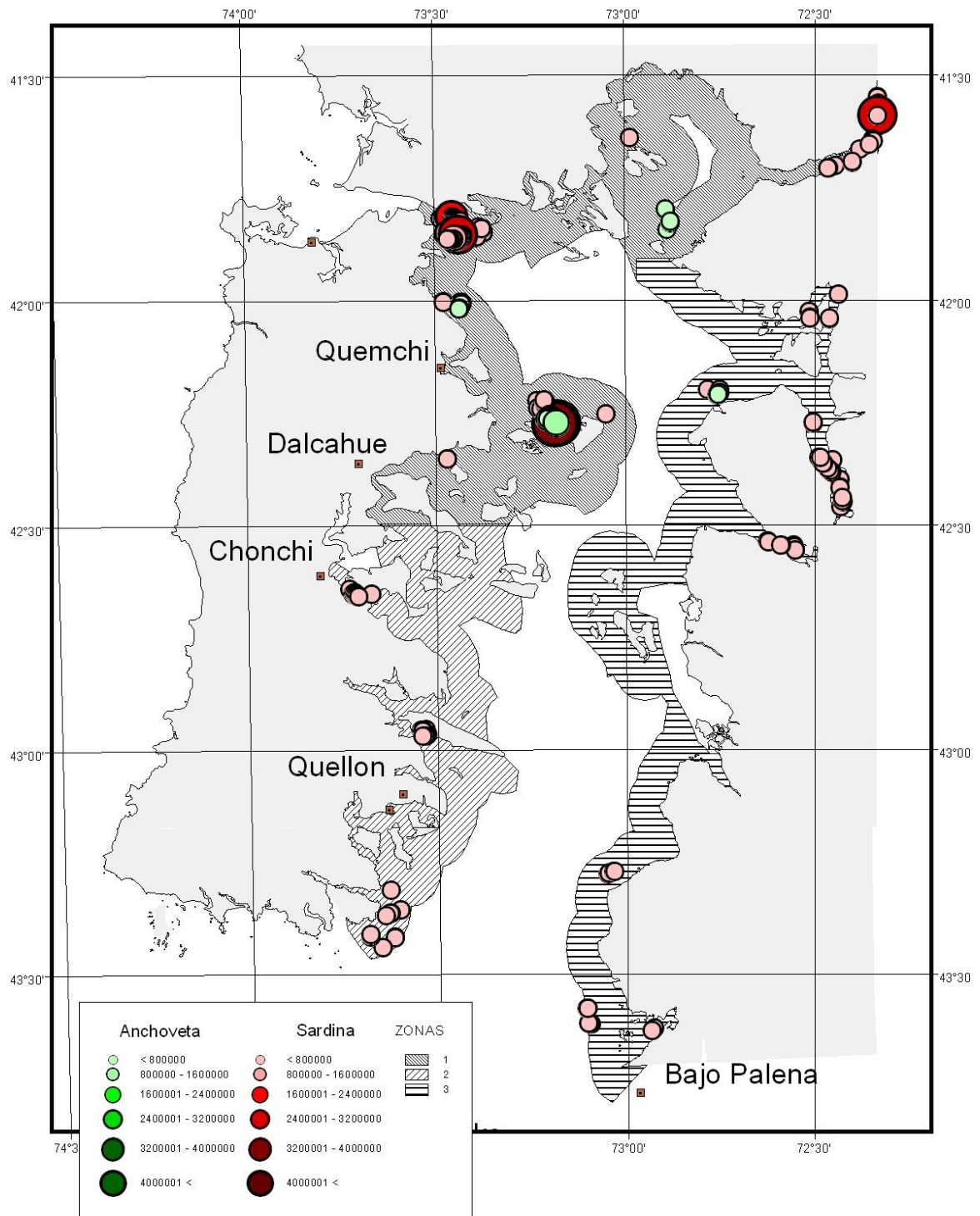


Figura 4: Distribución espacial de ecotrazos asignados al ensamble sardina austral-sardina común en la Región de Los Lagos (abril-mayo 2008).

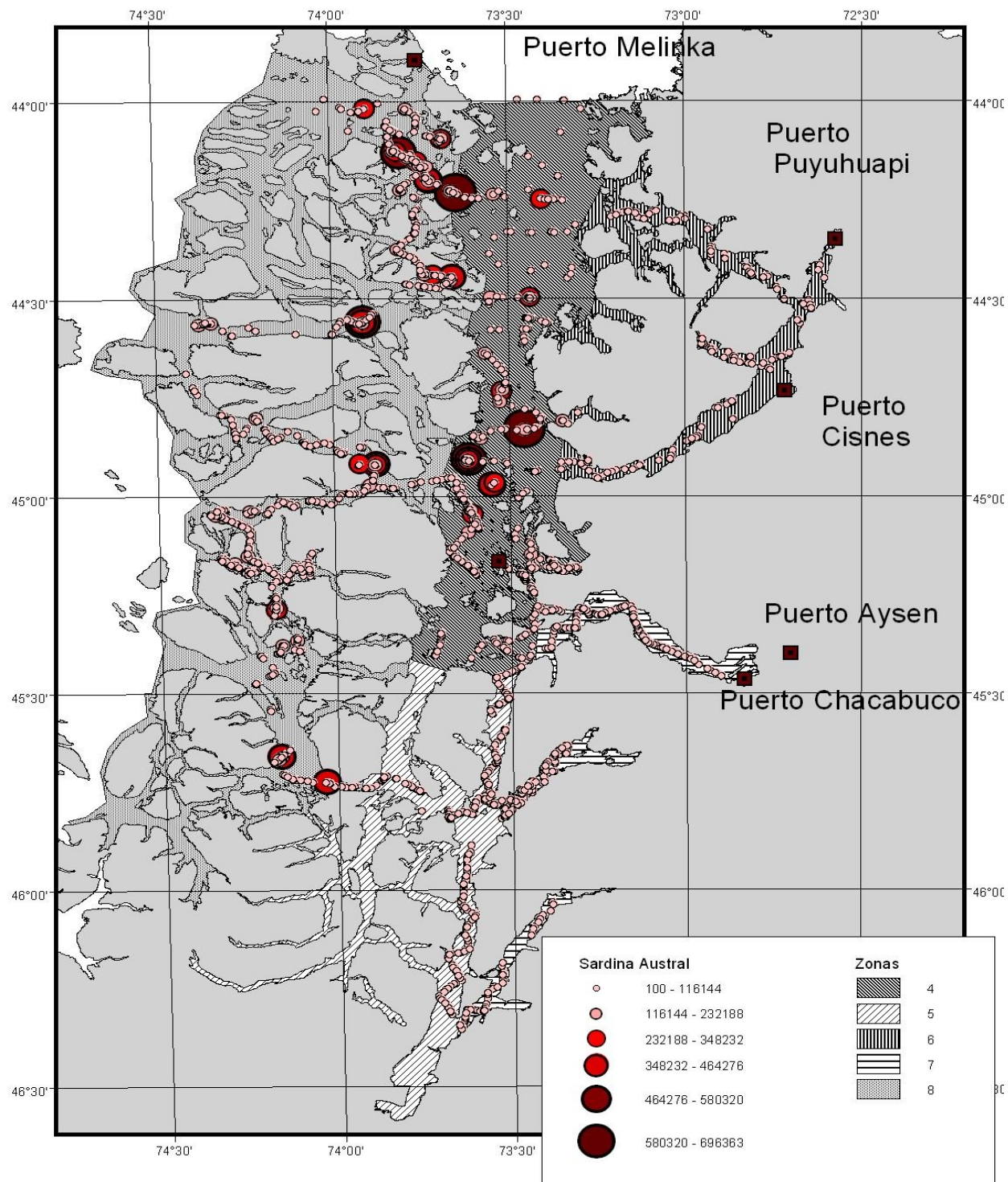


Figura 5: Distribución espacial de ecotrazos asignados a sardina austral en la Región de Aysén (octubre-noviembre 2008).

Tabla 7: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(S_A > 0)$, área efectiva de distribución ($\hat{\alpha}$), coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A), y abundancia relativa ($\hat{\phi}$) de anchoveta en el área y período de estudio, por zona y región.

Zona	Área estudio km ²	$p(S_A > 0)$	EE $p(S_A > 0)$	$\hat{\alpha}$ km ²	EE $\hat{\alpha}$	\hat{S}_A $m^2 \cdot nm^{-2}$	EE \hat{S}_A	$\hat{\phi}$ (m ²) $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$	EE $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$
Zona 1	1.614	0,004	0,0010	5,7	1,57	64.765	48.287	108.544	83.301
Zona 2	1.312	-	-	-	-	-	-	-	-
Zona 3	2.401	0,0010	0,00030	1,4	0,63	15.777	3.273	6.516	3.127
Sub-total Los Lagos	5.327	0,0020	0,00040	7,2	1,69	55.080	33.097	115.060	83.360
Zona 4	3.433	0	-	0	-	0	-	0	-
Zona 5	707	0	-	0	-	0	-	0	-
Zona 6	869	0,048	0,0064	41,9	5,56	5,99	1,59	73	6,3
Zona 7	584	0	-	0	-	0	-	0	-
Zona 8	2.587	0,122	0,0099	314,8	25,6	3,34	0,32	307	11
Sub-total Aysén	8.180	0,103	0,0072	785,8	46,2	1,87	0,32	380	23

Tabla 8: Valores estimados de densidad numérica, \hat{d} , abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción del stock de anchoveta presente en el área y período de estudio por zona y región.

Zona	\hat{d} $ind \cdot m^{-2}$	EE \hat{d}	\hat{N} (10 ⁶ ind)	EE \hat{N}	\hat{B} (ton)	EE \hat{B}	CV
Zona 1	192	143.1	1100	846.8	30130	23128	0.77
Zona 2	-	-	-	-	-	-	-
Zona 3	47	9.7	70	31.8	1810	869	0.48
Sub-total Los Lagos	163	98.1	1170	847.4	31940	23145	0.72
Zona 4	0	-	0	-	0	-	-
Zona 5	0	-	0	-	0	-	-
Zona 6	0.09	0,025	3,9	1,17	8,8	2,74	0,31
Zona 7	0	-	0	-	0	-	-
Zona 8	0.04	0.0039	12,8	1,61	19,6	2,94	0,15
Sub-total Aysén	0.02	0.0040	16,7	2,17	28,4	3,70	0,13

2.2. Sardina austral.

El área estimada de distribución efectiva del stock de sardina austral en el período de estudio alcanzó a 53 km² en la Región de Los Lagos y a 640 km² en la Región de Aysén (Tabla 9).

Utilizando la relación de TS estimada *in situ* en el presente estudio para sardina austral, el coeficiente medio de dispersión acústica estimado (\hat{S}_A) para esta especie en la Región de Los Lagos fue de 132.912 m²·nm⁻² y de 19.884 m²·nm⁻² para la Región de Aysén. La abundancia relativa fue estimada en 2.053.803 m² en la Región de Los Lagos y 3.710.678 m² en la Región de Aysén (Tabla 9). La abundancia fue estimada en 6.836 ×10⁶ individuos para la Región de Los Lagos y 29.203,6×10⁶ individuos en la Región de Aysén; la biomasa fue estimada en 114.640 ton para la Región de Los Lagos y 150.685 ton para la Región de Aysén con coeficientes de variación de 22% y 13% respectivamente (Tabla 10).

Si se utilizara la relación de TS empleada en trabajos anteriores por Castillo et al. (2005) y Niklitschek et al. (2007), el coeficiente medio de dispersión acústica estimado (\hat{S}_A) para sardina austral en la Región de Los Lagos sería de 119.370 m²·nm⁻² y para la Región de Aysén sería de 17.220 m²·nm⁻². La abundancia relativa hubiese sido estimada en 1.844.588 m² en la Región de Los Lagos y de 3.945.197 m² en la Región de Aysén (Tabla 11). La abundancia total en la Región de Los Lagos sería de 18.000×10⁶ individuos y de 68.714×10⁶ individuos en la Región de Aysén; mientras que la biomasa se estimaría en 302.720 ton para la Región de Los Lagos y en 354.333 ton para la Región de Aysén, con coeficientes de variación de 22% y de 13%, respectivamente (Tabla 12).

Tabla 9: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(S_A > 0)$, área efectiva de distribución ($\hat{\alpha}$), coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A), y abundancia relativa ($\hat{\phi}$) de sardina austral en el período de estudio, por zona y región. Asignación del S_A utilizando relación talla-TS *in situ* estimados en el presente proyecto.

Zona	Área estudio km ²	$p(S_A > 0)$	EE $p(S_A > 0)$	$\hat{\alpha}$ km ²	EE $\hat{\alpha}$	\hat{S}_A m ² ·nm ⁻²	EE \hat{S}_A	$\hat{\phi}$ (m ²) $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$	EE $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$
Zona 1	1.614	0,002	0,0044	32	7,1	177,651	25,816	1,676,395	437,365
Zona 2	1.312	0,008	0,0014	10	1,9	73,595	25,138	218,709	83,751
Zona 3	2.401	0,004	0,0010	10	2,4	51,710	15,423	156,845	57,728
Sub-total Los Lagos	5.327	0,010	0,0016	53	7,7	132,912	13,065	2,053,803	360,336
Zona 4	3.433	0.058	0.0085	200.7	29.27	29844	5724	1745956	417853
Zona 5	707	0.121	0.0124	85.8	8.75	5377	1032	134449	29099
Zona 6	869	0.043	0.0056	37.3	4.91	11406	3912	124118	45240
Zona 7	584	0.089	0.0148	51.9	8.61	4885	1116	73974	20694
Zona 8	2.587	0.102	0.0089	264.4	23.08	21174	1980	1632181	208364
Sub-total Aysén	8.180	0.078	0.0045	640.1	39.55	19884	2016	3710678	470466

Tabla 10: Valores estimados de densidad numérica, \hat{d} , abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción del stock de sardina austral presente en el área y período de estudio por zona y región. Escalamiento a densidad numérica en base a relación talla-TS *in situ* estimada en el presente proyecto.

Zona	\hat{d} $ind \cdot m^{-2}$	EE \hat{d}	\hat{N} $(10^6 ind)$	EE \hat{N}	\hat{B} (ton)	EE \hat{B}	CV
Zona 1	183	27	5938	1560	93816	24665	0.26
Zona 2	42	14	426	165	11852	4600	0.39
Zona 3	45	14	472	177	8972	3358	0.37
Sub-total Los Lagos	129	11	6836	1578	114640	25314	0.22
Zona 4	88.53	16.979	17764.6	4251.52	58237	14661	0,25
Zona 5	16.32	3.132	1399.8	302.96	3770	868	0,23
Zona 6	29.53	10.126	1102.1	401.71	3908	1458	0,37
Zona 7	18.34	4.189	952.4	266.43	1625	471	0,29
Zona 8	30.2	2.824	7984.7	1019.33	83145	12769	0,15
Sub-total Aysén	45.63	5.149	29203.6	4408.93	150685	19522	0,13

Tabla 11: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(S_A > 0)$, área efectiva de distribución ($\hat{\alpha}$), coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A), y abundancia relativa ($\hat{\phi}$) de sardina austral en el área y período de estudio, por zona y región. Asignación del S_A utilizando relación talla-TS *in situ* de sardina común (Castillo et al. 2005).

Zona	Área estudio km ²	$p(S_A > 0)$	EE $p(S_A > 0)$	$\hat{\alpha}$ km ²	EE $\hat{\alpha}$	\hat{S}_A $m^2 \cdot nm^{-2}$	EE \hat{S}_A	$\hat{\phi}$ (m ²) $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$	EE $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$
Zona 1	1.614	0,002	0,0044	32,4	7,09	157.680	25.158	1.489.489	403.382
Zona 2	1.312	0,008	0,0014	10,2	1,88	71.490	24.9523	212.609	83.918
Zona 3	2.401	0,004	0,0010	10,4	2,35	46.990	15.102	142.490	55.977
Sub-total Los Lagos	5.327	0,010	0,0015	53,0	7,70	119.370	16.382	1.844.588	368.646
Zona 4	3.433	0,069	0,0095	235,4	32.49	27.527	5070	1.888.955	432.094
Zona 5	707	0,157	0,016	110,9	11.3	4.057	572	131.194	22.740
Zona 6	869	0,048	0,0064	41,9	5.56	8.784	2331	107.220	31.594
Zona 7	584	0,142	0,028	82,8	16.33	3.162	861	76.349	25.343
Zona 8	2.587	0,122	0,0099	314,8	25.6	18.972	1831	1.741.479	219.322
Sub-total Aysén	8.180	0.096	0,0064	785,8	46.22	17.220	1643	3.945.197	486.790

Tabla 12: Valores estimados de densidad numérica, \hat{d} , abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción del stock de sardina austral presente en el área y período de estudio por zona y región. Escalamiento a densidad numérica en base a relación talla-TS *in situ* de sardina común (Castillo et al. 2005)

Zona	\hat{d} <i>ind</i> · <i>m</i> ⁻²	EE \hat{d}	\hat{N} (10 ⁶ <i>ind</i>)	EE \hat{N}	\hat{B} (ton)	EE \hat{B}	CV
Zona 1	479	76.5	15.520	4.204	244.820	66.349	0.27
Zona 2	119	41.7	1.220	480	33.870	13.368	0.39
Zona 3	121	39.1	1.260	496	24.030	9.443	0.39
Sub-total Los Lagos	340	45	18.000	4.261	302.720	68.338	0.23
Zona 4	178	32.7	41.806	9.563	137.052	33.128	0.24
Zona 5	30	4.2	3.280	569	8.836	1.680	0.19
Zona 6	54	14.3	2.260	666	8.016	2.446	0.31
Zona 7	31	8.3	2.535	842	4.326	1.473	0.34
Zona 8	60	5.8	18.833	2.378	196.103	29.837	0.15
Sub-total Aysén	88	9.3	68.714	9.928	354.333	44.707	0.13

2.3. Sardina común

La presencia de sardina común se limitó a la Región de Los Lagos, donde fue encontrada formando agregaciones de similar forma y profundidad a las de sardina austral. En la práctica, esta especie no fue diferenciada acústicamente de sardina austral, por lo que sus estimados de distribución espacial son idénticos (Tabla 13), descontada la asignación del S_A entre especies, lo que fue realizado de manera proporcional al coeficiente de dispersión individual estimado para cada especie y a su participación porcentual en las capturas artesanales de pequeños pelágicos en el área y zona de estudio. A partir de estos resultados fue posible estimar valores de abundancia y biomasa de 4.150×10^6 individuos \pm 18% CV y 56.200 toneladas \pm 18% CV, respectivamente (Tabla 14).

3. DISCUSIÓN

Sardina austral fue la especie dominante en las capturas en la región de Los Lagos representando un 76% del recurso en el área y periodo de estudio, esta predominancia de sardina austral también fue observada por Aranís et al. (2006), Castillo et al. (2008) y Niklitschek et al. (2007) en estudios anteriores realizados en el Mar interior de Chiloé. En Aysén, sardina austral fue la especie casi exclusiva representando un 99,98% en el área y periodo de estudio, donde se constató la presencia de anchoveta sólo en dos de 34 lances. Sardina común no fue observada en Aysén en este estudio. Esta evaluación de pequeños pelágicos corresponde a la primera evaluación que se realiza en la Región de Aysén.

Tabla 13: Área prospectada y estimados correspondientes a proporción del área ocupada por el stock $p(S_A > 0)$, área efectiva de distribución ($\hat{\alpha}$), coeficiente medio de dispersión acústica (\hat{S}_A), y abundancia relativa ($\hat{\phi}$) de sardina común en el área y período de estudio, por zona y región.

Zona	Área estudio km ²	$p(S_A > 0)$	EE $p(S_A > 0)$	$\hat{\alpha}$ km ²	EE $\hat{\alpha}$	\hat{S}_A $m^2 \cdot nm^{-2}$	EE \hat{S}_A	$\hat{\phi}$ (m ²) $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$	EE $\hat{\alpha} \cdot \hat{S}_A$
Zona 1	1.614	0.02	0,0044	32	7.1	12,435	1,807	117,342	30,614
Zona 2	1.312	0.01	0,0014	10	1.9	1,055	360	3,135	1,200
Zona 3	2.401	0.004	0,0010	10	2.4	2,843	848	8,624	3,174
Sub-total Los lagos	5.327	0.01	0,0016	53	7.7	8,363	676	129,223	21,490
Zona 4	3.433	0		0		0		0	
Zona 5	707	0		0		0		0	
Zona 6	869	0		0		0		0	
Zona 7	584	0		0		0		0	
Zona 8	2.587	0		0		0		0	
Sub-total Aysén	8.180	0		0		0		0	

Tabla 14: Valores estimados de densidad numérica, \hat{d} , abundancia, \hat{N} , y biomasa, \hat{B} , correspondientes a la fracción del stock de sardina común presente en el área y período de estudio por zona y región.

Zona	\hat{d} $ind \cdot m^{-2}$	EE \hat{d}	\hat{N} (10 ⁶ ind)	EE \hat{N}	\hat{B} (ton)	EE \hat{B}	CV
Zona 1	45	7	1,456	382	19,366	5,093	0.26
Zona 2	2	1	23	9	637	247	0.39
Zona 3	10	3	106	40	1,426	534	0.37
Sub-total Los Lagos	30	2	1,585	385	21,428	5,126	0,24
Zona 4	0		0		0		0
Zona 5	0		0		0		0
Zona 6	0		0		0		0
Zona 7	0		0		0		0
Zona 8	0		0		0		0
Sub-total Aysén	0		0		0		0

La combinación de muestreo acústico diurno (necesario por seguridad en la navegación en canales y fiordos) con muestreo biológico nocturno (disponibilidad del recurso al arte de pesca utilizado) se ajustó a un diseño común, pero no exento de dificultades, donde se debe asumir que la composición de especies permanece inalterada por el ritmo circadiano. La mayor limitante es, sin embargo, que no se puede realizar la identificación directa de ecotrazos de interés, lo que limita el aprendizaje del evaluador que enfrenta un nuevo recurso en un ecosistema desconocido.

La estimación de densidad acústica y abundancia relativa fue exitosa y efectuada de acuerdo a lo propuesto en ambas regiones, sin embargo la conversión a abundancia y biomasa absoluta enfrentó dificultades asociadas a la baja eficacia del arte de media-agua elegido en Los Lagos. La gran coincidencia entre las áreas de mayor concentración de los ecotrazos atribuidos a pequeños pelágicos y las áreas de captura comercial a partir de las cuales se estimó la composición de pesos y tallas permite suponer una adecuada representación del stock presente en la zona 1 (Seno de Reloncaví – Norte de Chiloé insular). Esta zona concentró el 83% de la señal acústica atribuida a pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos. Por el contrario, la ausencia de capturas comerciales y muestreo directo en la zona 3 impone un muy alto nivel de incertidumbre a los estimados de abundancia y biomasa correspondientes a esta zona. Afortunadamente ella representa sólo el 7% de la señal acústica de Los Lagos.

En términos generales, la distribución del recurso en Los Lagos se caracterizó por presentar agregaciones relativamente grandes, dispersas en el espacio de manera muy heterogénea. En Aysén, en cambio, se observó un patrón de distribución mucho más homogéneo, con agregaciones más pequeñas y menos densas distribuidas extensamente en el área de estudio (Figura 4 y Figura 5). Es así como el área estimada de distribución efectiva del stock de sardina austral en el período de estudio en Los Lagos es casi un décimo parte del área estimada para la Aysén, sin embargo, esta situación fue contrarrestada por tendencias inversas en términos de concentración del recurso, reflejado en un valor de S_A (densidad acústica) casi 10 veces mayor en Los Lagos. Este contraste podría estar relacionado con el predominio de tallas juveniles en la Región de Aysén, especialmente en sus zonas más orientales (zonas 4, 5, 6 y 7).

Al realizar una comparación de la abundancia relativa del recurso con la evaluación realizada en el Mar interior de Chiloé en el mismo periodo (abril – mayo) en el año 2006 (Niklitschek et al. 2007), se observó fluctuaciones positivas y negativas en la abundancia relativa entre zonas. Sin embargo, la abundancia relativa general de la región se mantuvo más o menos estable, observándose una disminución nominal de un 4% entre 2006 y 2008. Al considerar los coeficientes de variación de ambas evaluaciones se puede establecer que no existen diferencias significativas entre ambos años (Figura 6).

Al analizar los estimados aquí entregados para las regiones de Los Lagos y Aysén, se debe considerar que corresponden a dos estaciones distintas del año (otoño y primavera respectivamente), se desconoce aún el grado de sobreposición y dinámica espacial del stock entre ambas zonas. Cabe acotar, no obstante, que en octubre-noviembre de 2008 (evaluación en Aysén) se desarrollaba ya alguna actividad comercial del recurso en el Mar interior de Chiloé.

En el presente estudio se identificó tres fuentes principales de incerteza y posible sesgo a las estimaciones de abundancia y biomasa: i) composición de tallas y/o especies, ii) estimación del área de inferencia y iii) relación talla-fuerza de blanco. El posible sesgo en las estimaciones de la composición de tallas de la población evaluada afectaría más fuertemente los estimados de abundancia que de biomasa, la cual tiende a compensar el mayor o menor número de individuos estimados como consecuencias de cambios en la talla media, con un mayor o menor peso asociado a esta misma talla.

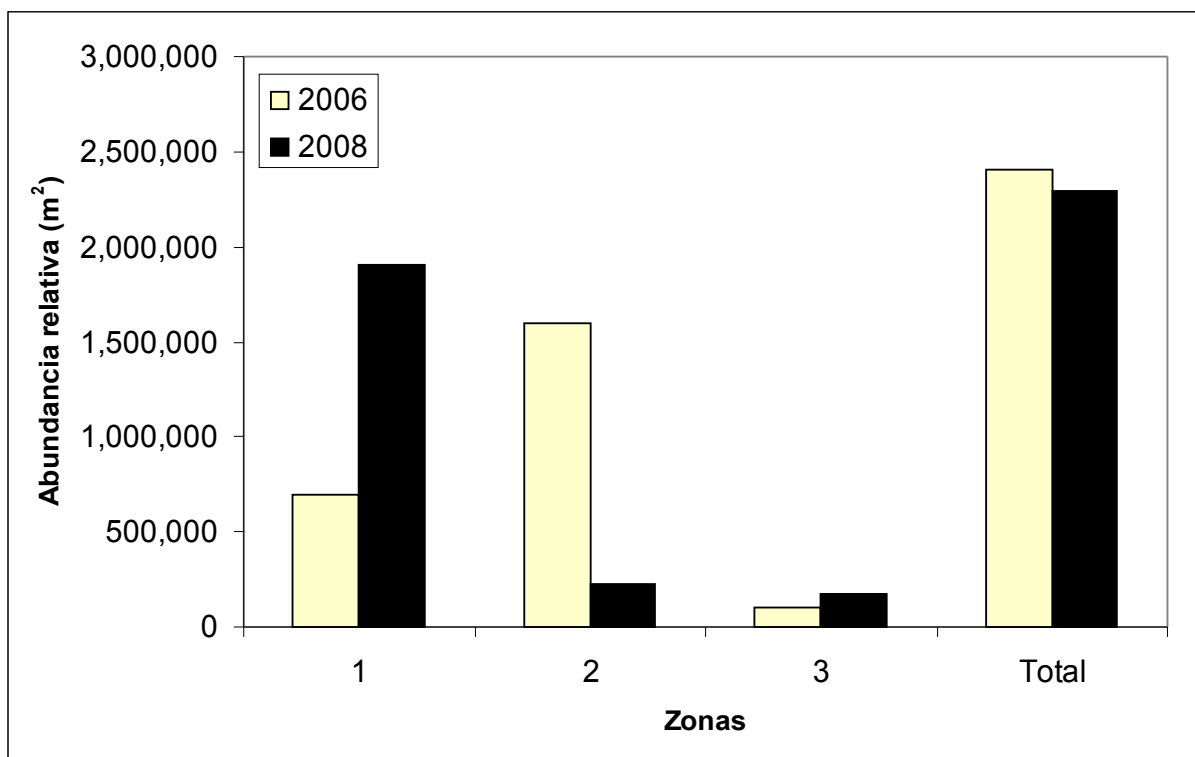


Figura 6: Abundancia relativa por zona de pequeños pelágicos en el Mar interior de Chiloé (años 2006 y 2008, abril-mayo).

La estimación del área de inferencia, por su parte, está lejos de ser un problema trivial cuando se trata de contornos batimétricos y líneas de costa altamente irregulares, cuya extensión obliga a seguir una estrategia de muestreo donde se hace prácticamente imposible recorrer la totalidad de los fiordos, canales y bahías de las dos regiones. En el presente proyecto se adoptó una estrategia semi-conservadora, donde se consideró como área de inferencia aquella área definida entre 0 y 5 millas de la costa, en su estrato batimétrico de 15 a 180 m, perteneciente a un cuerpo de agua (fiordo, canal o bahía principal) por donde efectivamente pasó el track acústico. La expansión de esta área a toda la zona comprendida entre 0 y 5 millas de la costa implicaría un aumento notable de los estimados de abundancia o biomasa, mientras que lo contrario ocurriría si el área de inferencia fuera restringida al polígono formado por los vértices de las transectas hidroacústicas.

La aplicación de los nuevos estimados de la relación talla-TS de sardina austral, obtenidos en el marco del presente proyecto, implicó una reducción de hasta un 64% en los estimados de abundancia y biomasa obtenidos en anteriores evaluaciones en esta especie, incluido nuestro propio informe de avance. Aunque estos resultados se sustentan en la calidad de los datos obtenidos y en su consistencia con estudios similares sobre *Sprattus sprattus* (Didrikas & Hansson 2004, Fassler & Gorska 2009), el enorme impacto de estos resultados debe llamar a la cautela, especialmente al utilizar el presente y anteriores estimados como índices de abundancia o biomasa absolutos. Recomendamos privilegiar su uso como índices relativos y priorizar o estimular el desarrollo de nuevos estudios destinados a validar la relación talla-TS, bajo condiciones de profundidad y comportamiento equivalentes a las que presentan las agregaciones durante el periodo de evaluación directa.

II. Distribución de las principales áreas de concentración de las tres especies en estudio y su relación con características geográficas y oceanográficas asociadas (objetivo específico 2).

1. INTRODUCCIÓN.

La información disponible sobre la ecología de sardina austral y otros pelágicos pequeños en las aguas interiores del sur de Chile es notoriamente escasa (Aranis et al. 2007). Recién comenzamos a conocer sus patrones de distribución y abundancia en la zona, estando más lejos aún de conocer los factores biológicos y físico-químicos que le determinan. El presente estudio abarca una fracción más bien modesta del rango de distribución de sardina austral, que se extiende a las aguas costeras de Chile, Argentina e Islas Malvinas, al sur de los 40°S (Whitehead 1985). En este contexto, la presente sección apunta tanto a documentar algunos elementos del conocimiento pesquero ya existente (e.g. migración nictimeral), como a aportar nueva información sobre la ecología de los pequeños pelágicos, particularmente sardina austral, en las aguas interiores de la Patagonia Nor-occidental.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Muestreo oceanográfico.

El muestreo de la columna de agua se realizó utilizando un perfilador oceanográfico (CTD) Seabird modelo Seacat 19+, equipado con sensores de presión, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto. Se realizó un total de 17 perfiles en la Región de Los Lagos (Figura 10, Tabla 45 en Anexo III) y 50 perfiles en la Región de Aysén (Figura 8, Tabla 46 en Anexo III). Se alcanzó un mínimo de cinco estaciones dentro de cada uno de los ocho estratos ya definidos. El muestreo oceanográfico incluyó estaciones fijas y variables. Las primeras fueron definidas *ex-ante* tomando como base las redes de estaciones correspondientes a los cruceros CIMAR-Fiordos 10 (Región de Los Lagos) y 11 (Región de Aysén). Las segundas fueron definidas *in situ*, en la proximidad de zonas de alta densidad de las especies de interés y/o en las cabezas o bocas de los estuarios evaluados. Los perfiles correspondieron al resultado de arrastres verticales ascendentes, a una velocidad nominal de 1 m/s desde el fondo (o desde un máximo de 200 m cuando la profundidad del fondo fue mayor) hasta la superficie. Los muestreos se realizaron dentro de los cruceros hidroacústicos efectuados entre abril y mayo de 2008, en la Región de Los Lagos, y entre septiembre y noviembre de 2008, en la Región de Aysén.

En 43 de las 67 estaciones oceanográficas se efectuó arrastres verticales de zooplancton, empleando una red cónica de 60 cm de diámetro, 250 cm de largo y 300 μm de trama, dotada de un flujómetro mecánico General Oceanics. Las muestras fueron analizadas como parte del desarrollo del programa COPAS-Sur Austral de la Universidad de Concepción. En el presente proyecto se explora la relación entre densidad acústica y biovolumen de zooplancton (en $\text{ml} \cdot 1000 \text{ m}^{-3}$).

2.2. Relación entre distribución del recurso y variables oceanográficas.

El análisis de las posibles relaciones entre la distribución de las agregaciones de pequeños pelágicos y las variables oceanográficas medidas se efectuó mediante aproximaciones gráficas y

estadísticas, destinadas a visualizar y cuantificar posibles relaciones explicativas, con particular énfasis en sardina austral. Para estos efectos se analizó la variabilidad vertical y horizontal de la densidad acústica (S_A o coeficiente de retro-dispersión), seleccionando las observaciones acústicas obtenidas en un rango de hasta 10 millas respecto de cada estación oceanográfica.

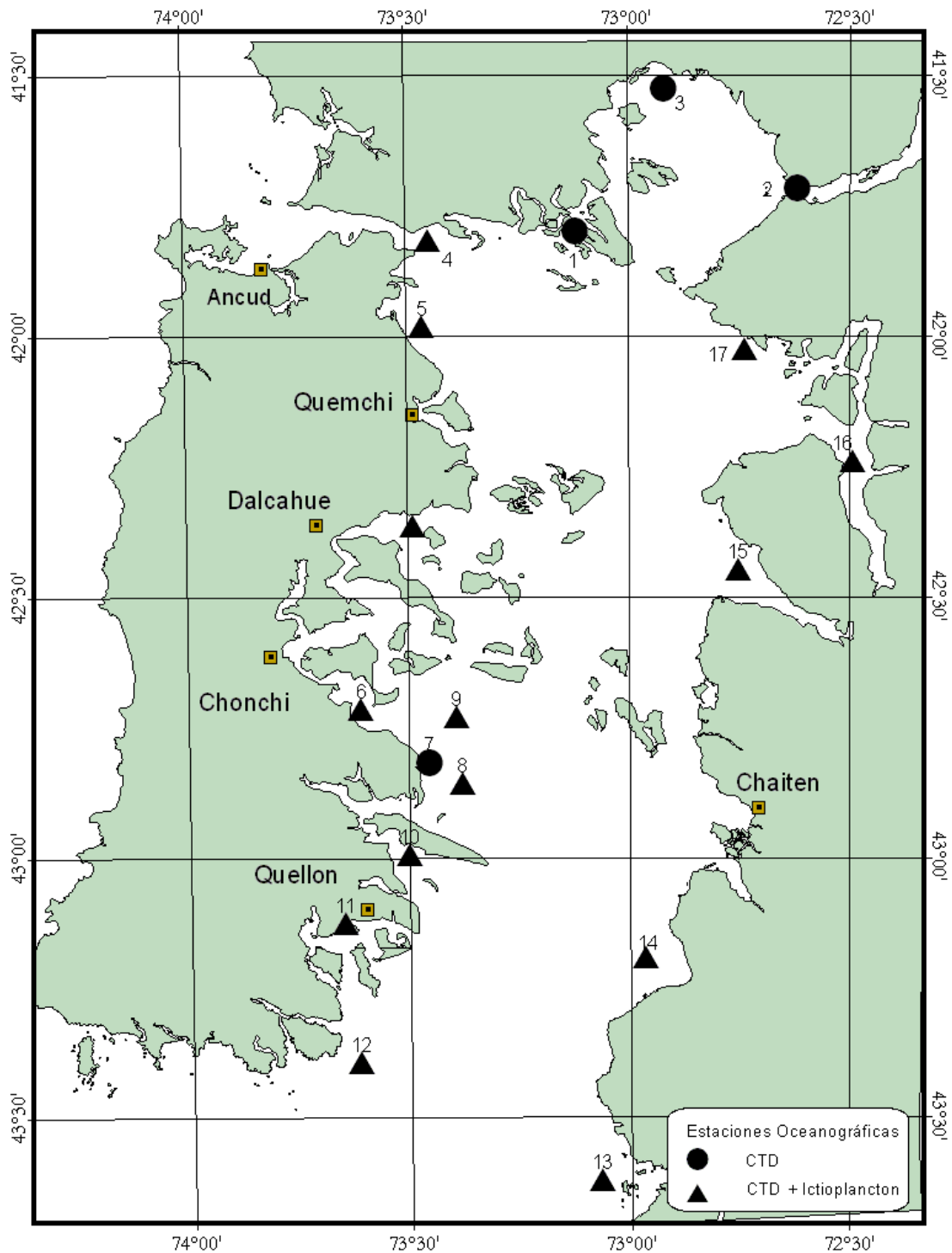


Figura 7: Estaciones de CTD, oxígeno disuelto e ictioplancton realizadas en la Región de Los Lagos.

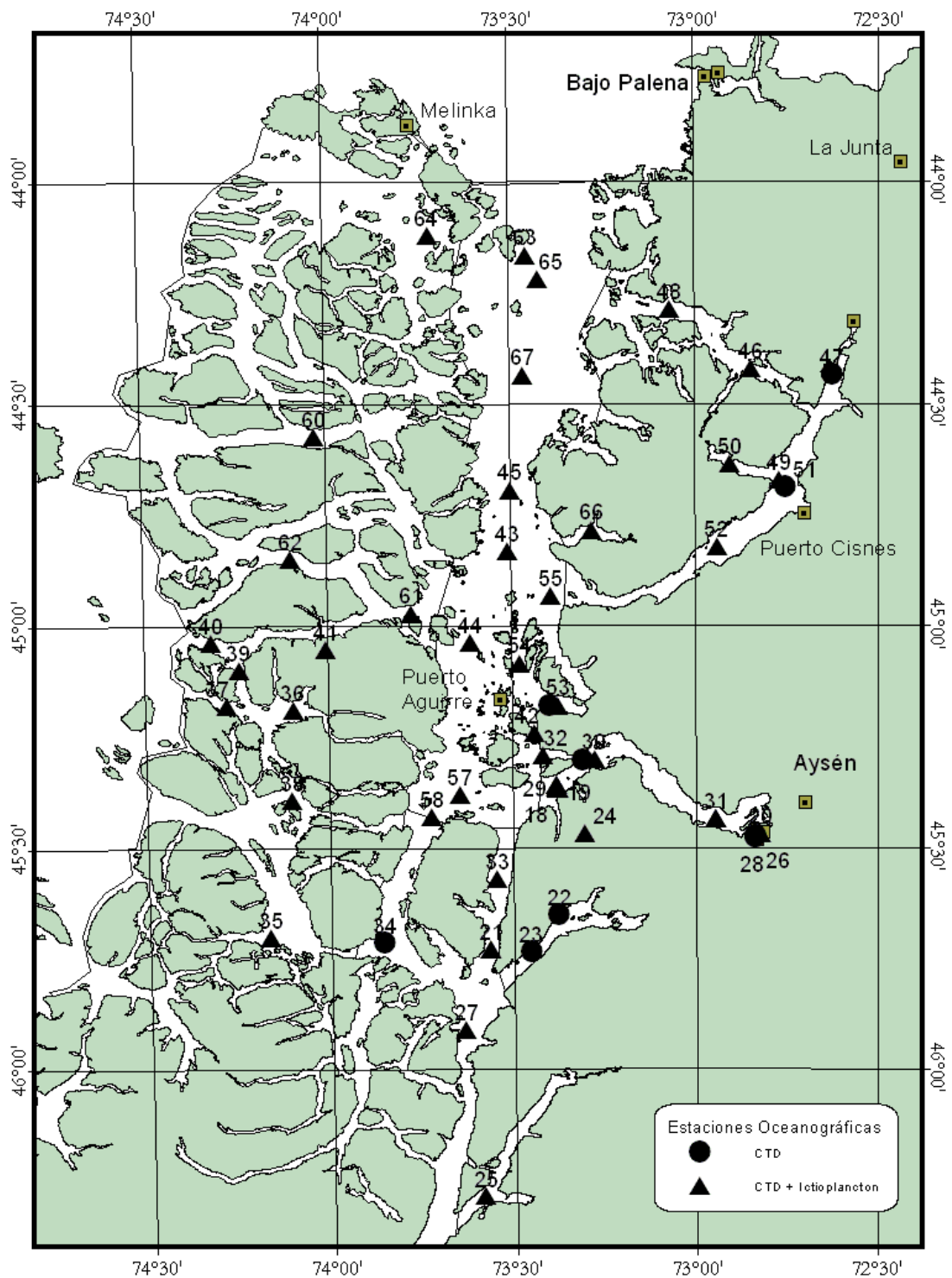


Figura 8: Estaciones de CTD, oxígeno disuelto e ictioplancton realizadas en la Región de Aysén.

2.2.1. Distribución vertical

Nuestro enfoque de análisis apuntó a evaluar el poder predictivo del factor zona y de las variables oceanográficas sobre la variabilidad observada en el patrón de distribución vertical del recurso. Se caracterizó primero el patrón de distribución vertical de sardina austral, el que fue comparado entre zonas utilizando un modelo lineal general de tipo logístico acumulativo para categorías ordenadas (McCullagh 1980, Allison 1999). Este modelo define un conjunto de $j-1$ ecuaciones que indican la probabilidad de un individuo de pertenecer a cada una de las $j-1$ categorías dicotómicas posibles de definir dados j intervalos batimétricos, y puede ser expresado como,

$$\log\left(\frac{F_{ij}}{1-F_{ij}}\right) = \alpha_j + \mathbf{X} \beta$$

donde

- F_{ij} : probabilidad de un individuo de pertenecer a la categoría $j=J-1$ o inferior
- α_j : intercepto de la ecuación j
- \mathbf{X} : Matriz de diseño (zona)
- β : Vector de coeficientes

En una segunda fase, se adicionó otras variables explicativas a la matriz de diseño, incorporando los efectos lineales y cuadráticos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, para realizar luego un procedimiento de selección “hacia atrás”, con un criterio de significancia del 5%. Con el fin de reducir la colinearidad entre variables relacionadas, todas las variables explicativas fueron centradas por sustracción de sus respectivas medias.

2.2.2. Distribución horizontal

Este análisis se orientó a evaluar el poder predictivo de las variables oceanográficas físico-químicas y del biovolumen de zooplancton sobre la variabilidad observada en el patrón de distribución horizontal del recurso. Con el fin de reducir el efecto del patrón de distribución vertical del recurso, se seleccionó los datos oceanográficos y de densidad acústica contenidos en el estrato batimétrico de 35 a 75 m, correspondiente a los cuartiles 25 y 75 de la distribución batimétrica de sardina austral. Para cancelar el efecto de la diferencia estacional y otros factores que pudieran causar correlación dentro de cruceros, se utilizó una aproximación basada en modelos lineales de tipo mixto (Searle 1987, Littell et al. 1996). Por simplicidad, y para los efectos de este análisis exploratorio, asumimos ausencia de correlación espacial entre observaciones acústicas asignadas a distintas estaciones oceanográficas. De este modo, el modelo de análisis correspondió a,

$$\log(\hat{S}_A) = \mathbf{X} \cdot \beta + \mathbf{Z} \cdot u + e$$

donde

$\log(\hat{S}_A)$: Densidad acústica media en el área de influencia de la estación oceanográfica.
\mathbf{X}	: Matriz de diseño (zona, efectos lineales y cuadráticos de salinidad, temperatura y saturación de oxígeno disuelto)
β	: Vector de coeficientes de los efectos fijos.
\mathbf{Z}	: Matriz de efectos aleatorios (crucero-región)
u	: Vector de coeficientes de los efectos aleatorios $\sim N(0, \mathbf{G})$
e	: Vector de errores aleatorios $\sim N(0, \mathbf{R})$

De manera análoga al análisis de distribución vertical, el análisis de distribución horizontal consideró tanto el efecto del factor zona, como los efectos lineales y cuadráticos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (variables centradas respecto a su media). Se efectuó, igualmente, un procedimiento de selección “hacia atrás”, con un criterio de significancia del 5%.

3. RESULTADOS

3.1. Muestreo oceanográfico.

Aunque todos los perfiles oceanográficos realizados correspondieron a aguas interiores de Los Lagos y Aysén, fue posible observar importantes diferencias oceanográficas entre las 8 zonas analizadas. Fue posible discriminar un grupo de zonas altamente estratificadas, asociadas o influenciadas por los grandes fiordos del área de estudio: zonas 1 (Figuras 9-11), 3 (Figuras 15-17), 4 (Figuras 18-20), 6 (Figuras 24-26) y 7 (Figuras 27-29). Estas zonas se caracterizaron por la existencia de picnoclinas, termoclinas y oxiclina en torno a los 50 m, con rangos de temperatura ($>2^{\circ}\text{C}$), salinidad (5-24) y saturación de oxígeno ($>50\%$) notablemente mayores que las otras zonas.

Un segundo grupo correspondió al sur de Chiloé Continental (zona 2, Figuras 12-14) y los canales de los Archipiélagos de Las Guaitecas y Los Chonos (zona 8, 30-32), donde se observó una columna de agua escasamente estratificada, con limitados rangos de temperatura ($<1^{\circ}\text{C}$), salinidad (<2) y oxígeno disuelto ($<35\%$). La zona 5, correspondiente a los canales Costa, Errázuriz y Estero Elefantes (Figuras 21-23), presentó una situación intermedia, con evidencia de estratificación, aunque menos pronunciada que en el primero de los grupos antes descritos, con diferencias importantes entre sus márgenes Este y Oeste. Tanto en otoño como en primavera, la temperatura superficial tendió a ser superior en superficie, situación que tendería a invertirse durante el invierno. La mayoría de las zonas con aguas estratificadas mostraron sobre-saturación de oxígeno en superficie y niveles relativamente bajos de oxígeno en la proximidad del fondo (33-56% de saturación). Las zonas con mayores niveles de mezcla, por su parte, presentaron niveles medios de saturación de oxígeno por sobre el 70%.

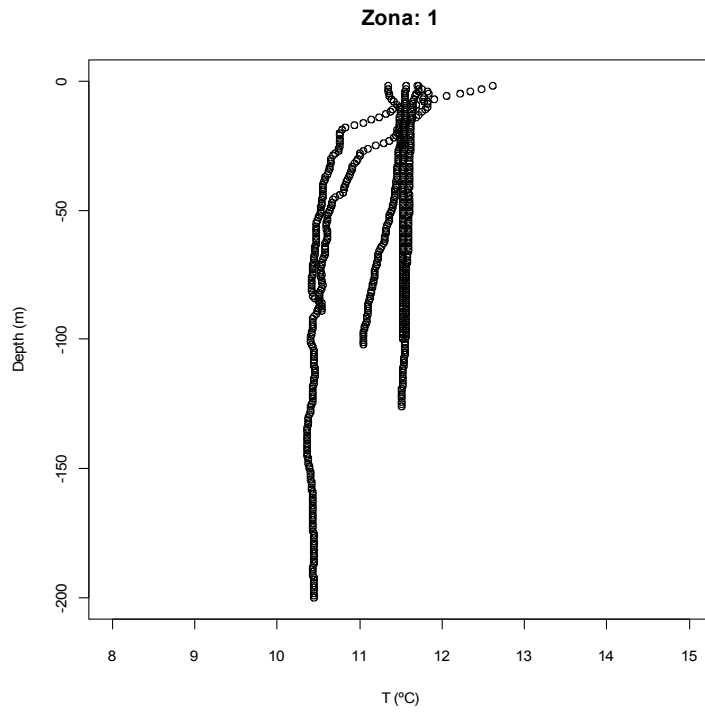


Figura 9: Perfiles verticales de temperatura para la zona 1 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

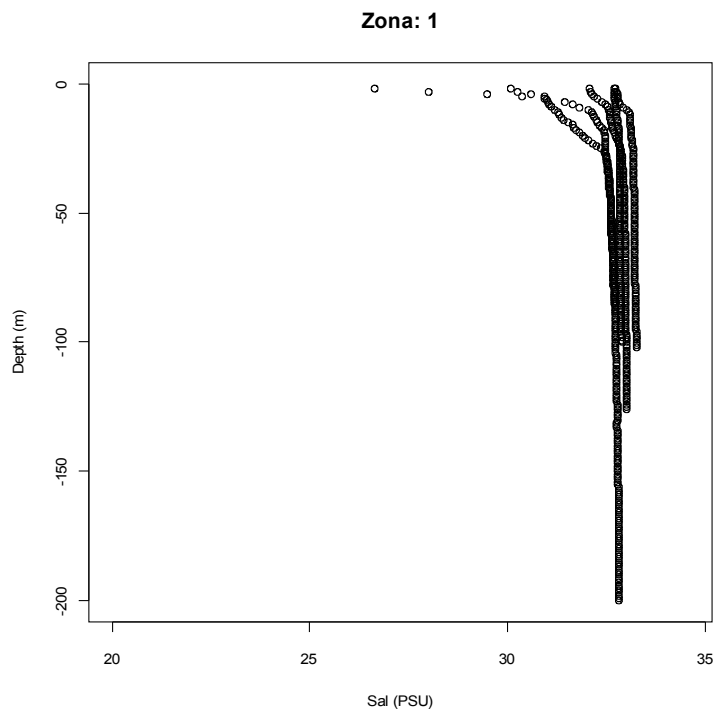


Figura 10: Perfiles verticales de salinidad para la zona 1 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

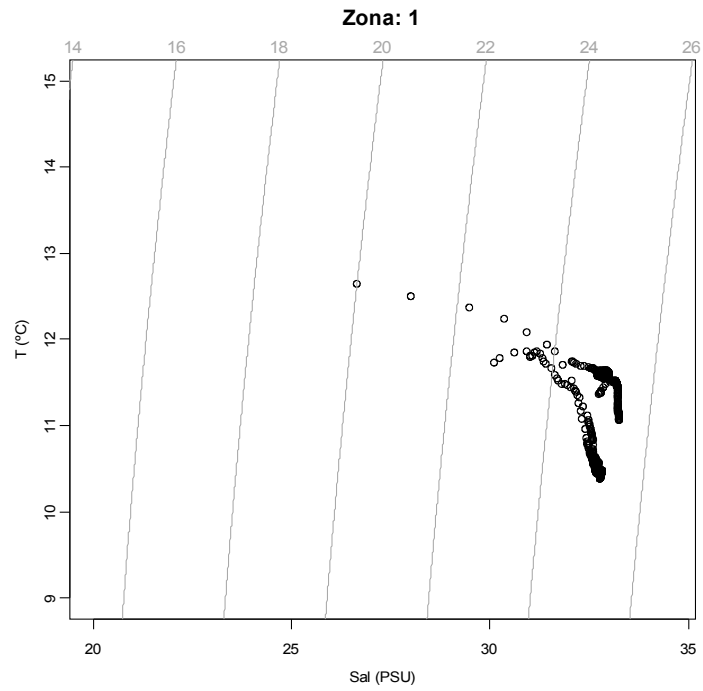


Figura 11: Diagrama T-S, zona 1 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

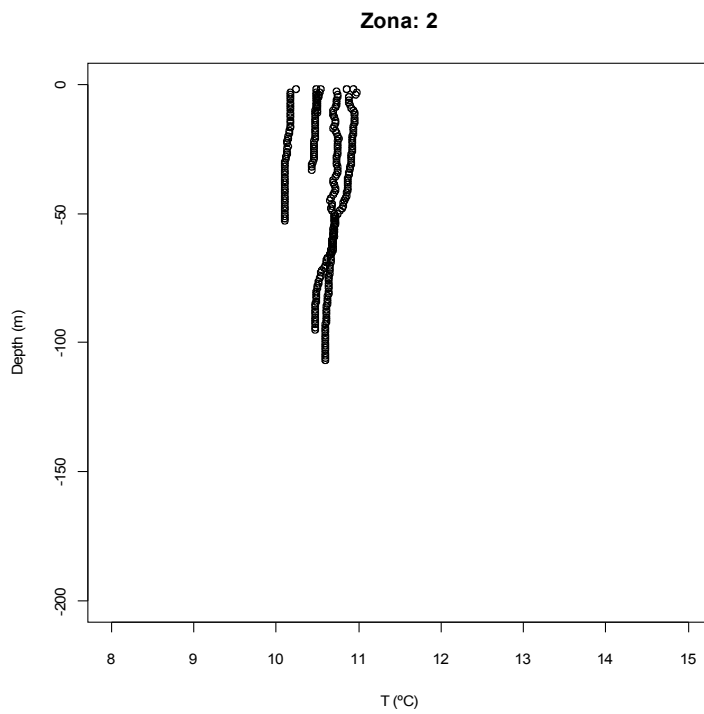


Figura 12: Perfiles verticales de temperatura para la zona 2 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

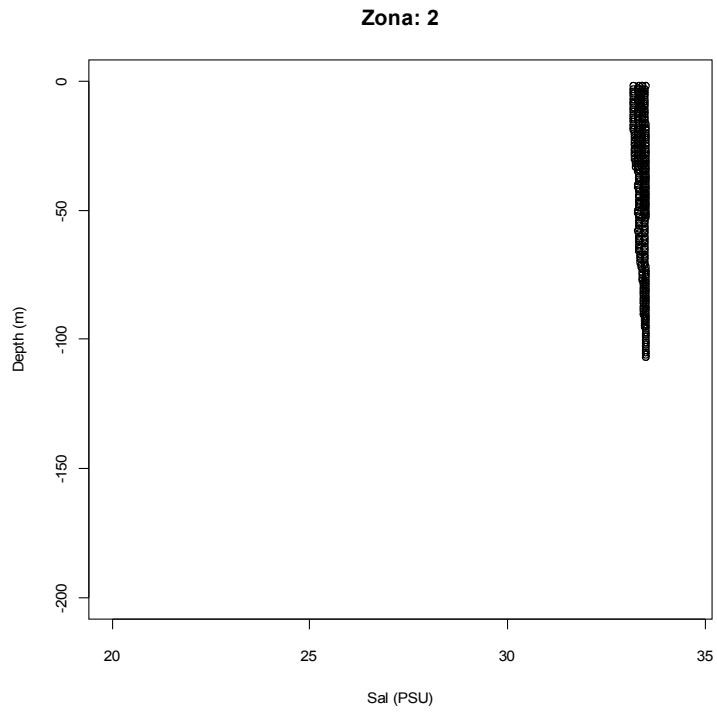


Figura 13: Perfiles verticales de salinidad para la zona 2 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

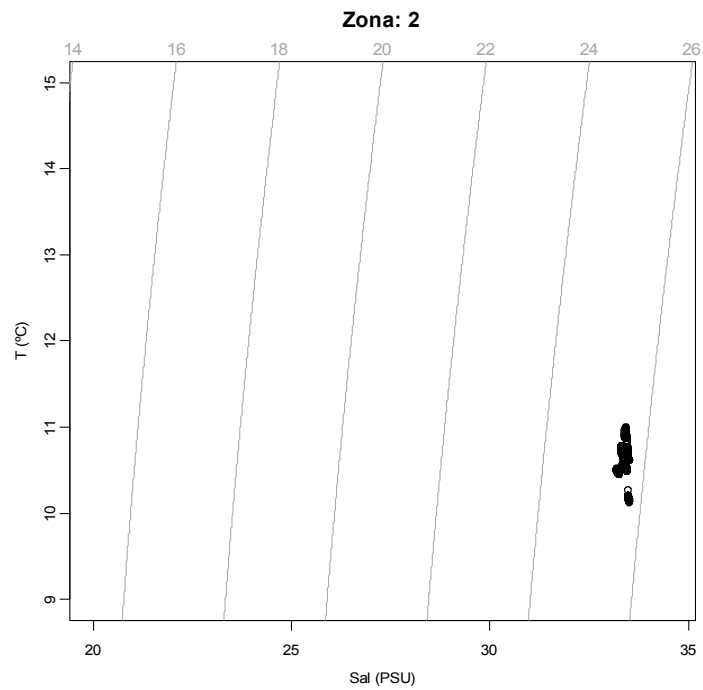


Figura 14: Diagrama T-S para la zona 2 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

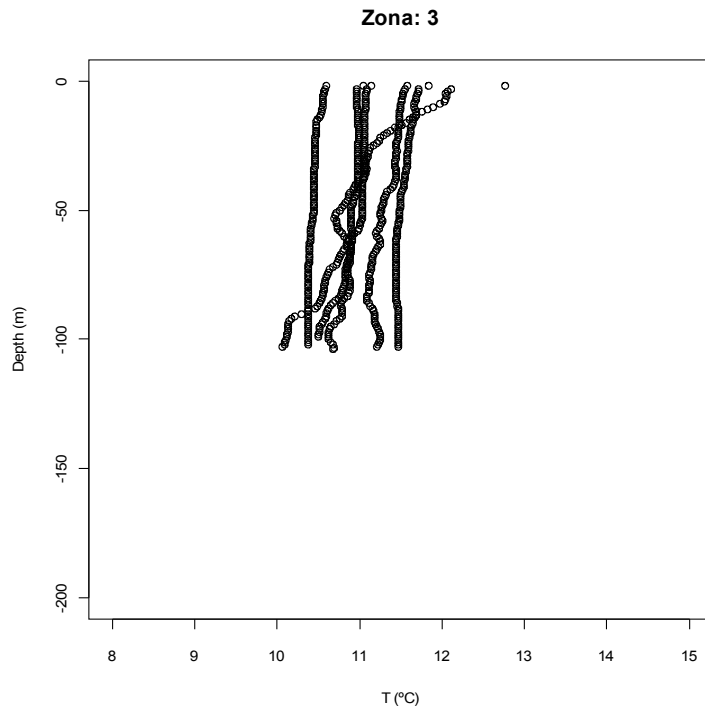


Figura 15: Perfiles verticales de temperatura para la zona 3 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

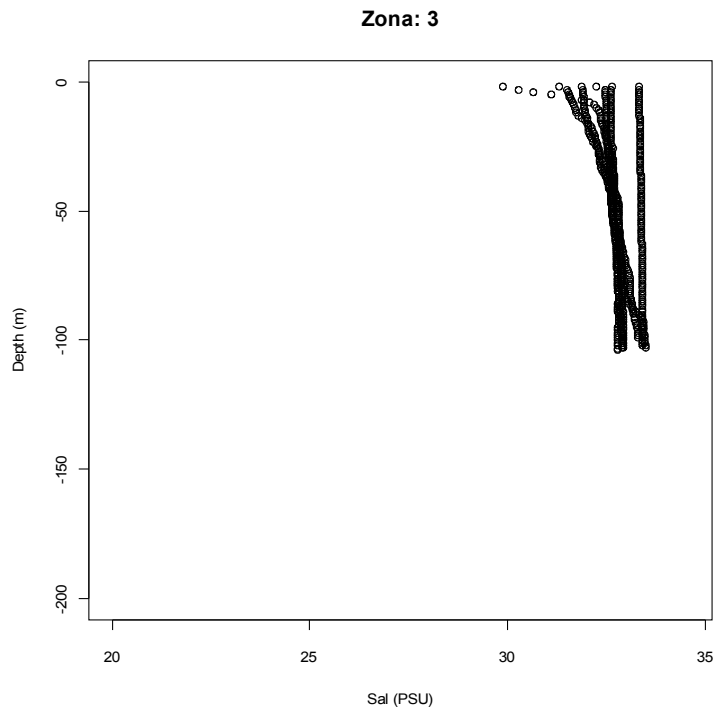


Figura 16: Perfiles verticales de salinidad para la zona 3 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

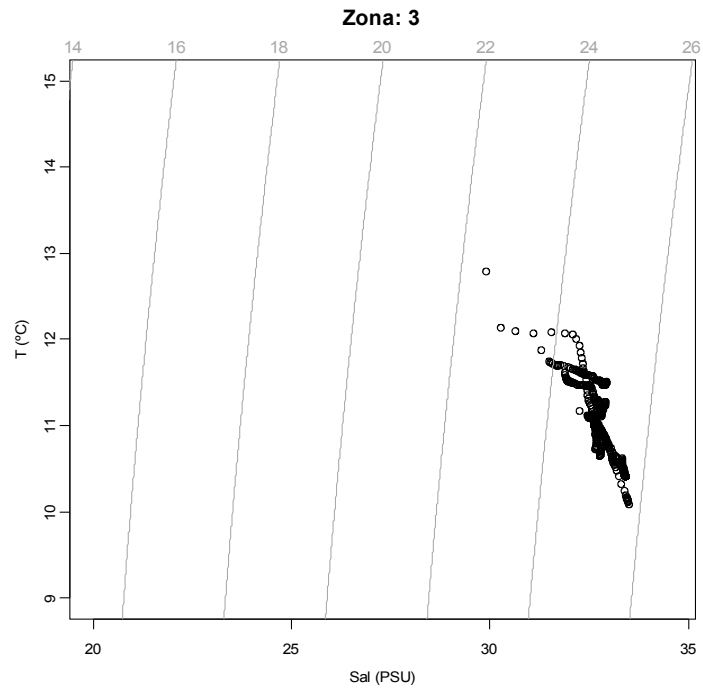


Figura 17: Diagrama T-S para la zona 3 (todas las estaciones), Región de Los Lagos.

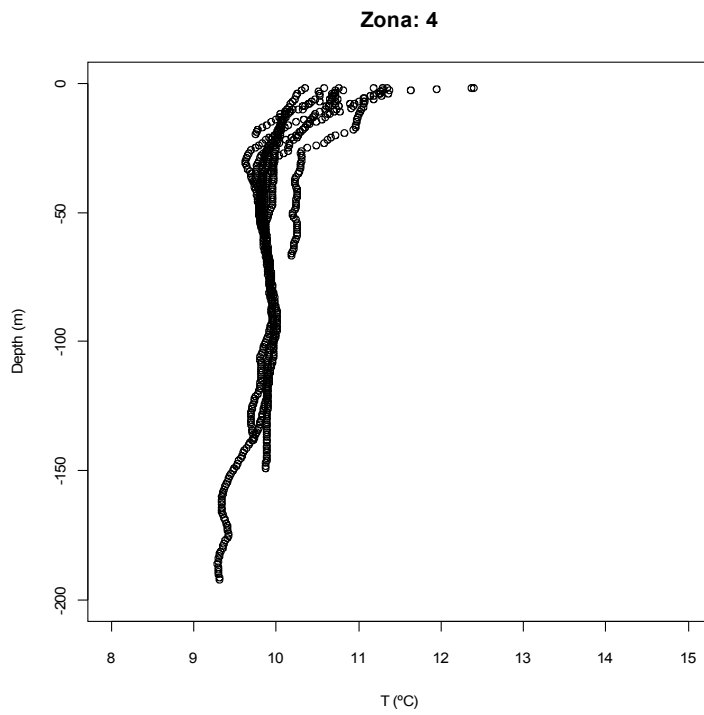


Figura 18: Perfiles verticales de temperatura para la zona 4 (todas las estaciones), Región de Aysén.

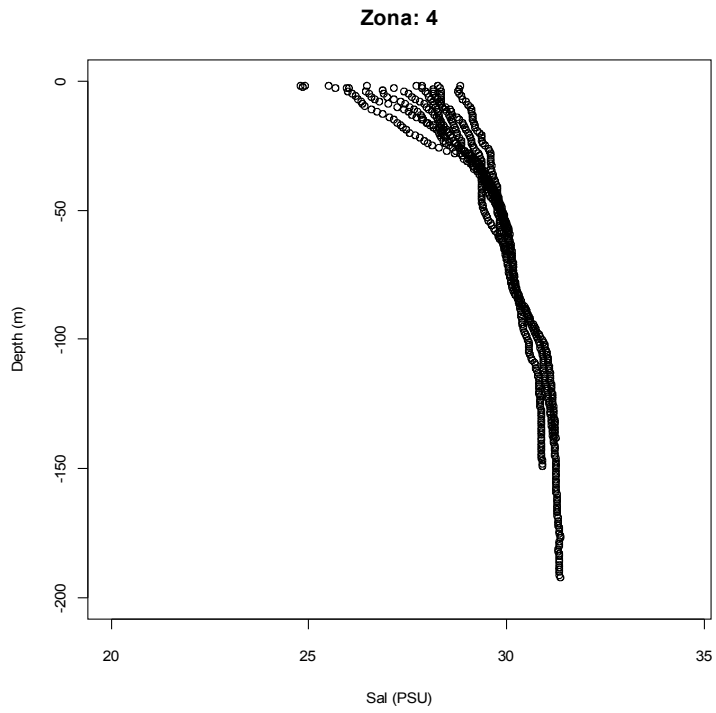


Figura 19: Perfiles verticales de salinidad para la zona 4 (todas las estaciones), Región de Aysén.

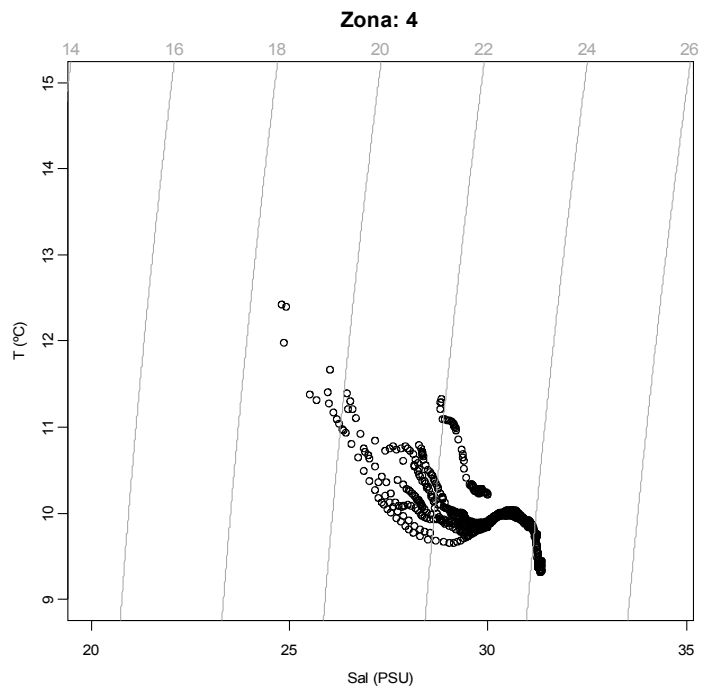


Figura 20: Diagrama T-S para la zona 4 (todas las estaciones), Región de Aysén.

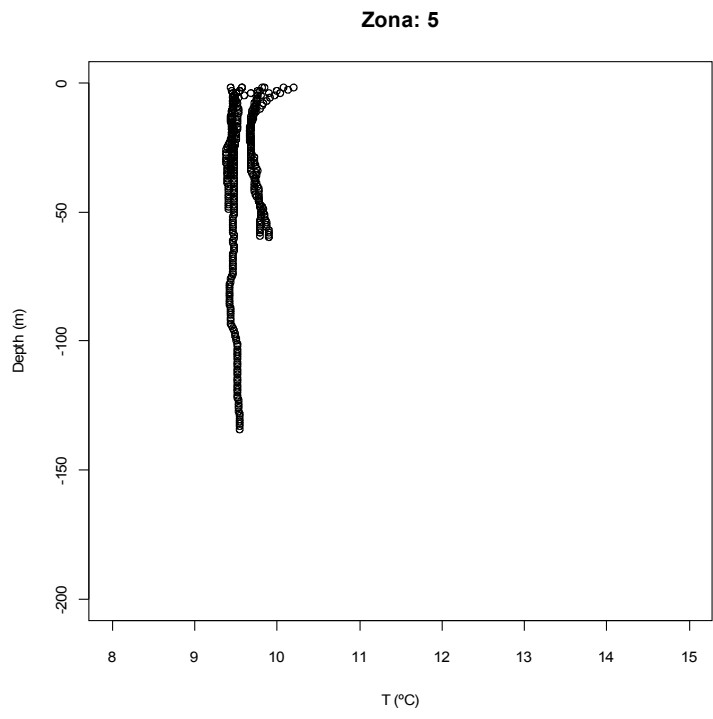


Figura 21: Perfiles verticales de temperatura para la zona 5 (todas las estaciones), Región de Aysén.

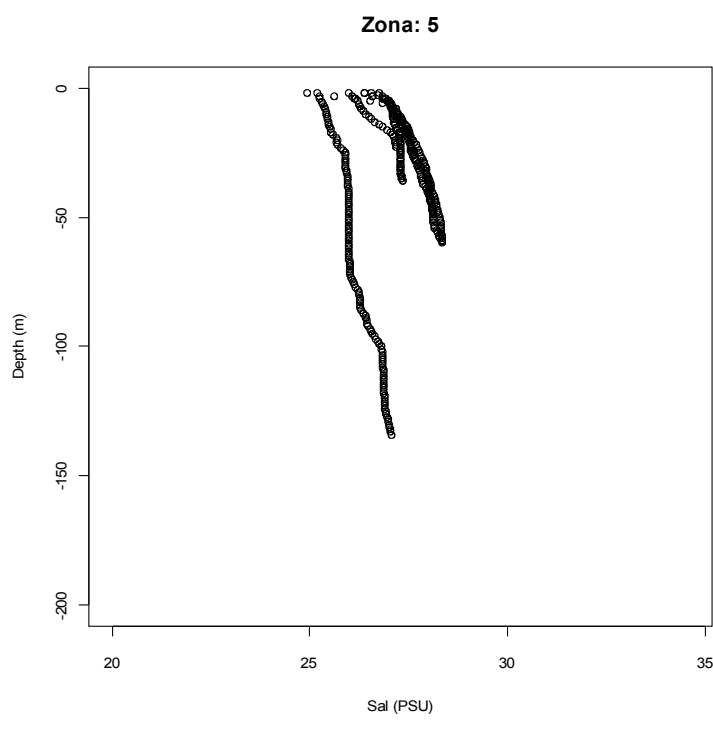


Figura 22: Perfiles verticales de salinidad para la zona 5 (todas las estaciones), Región de Aysén.

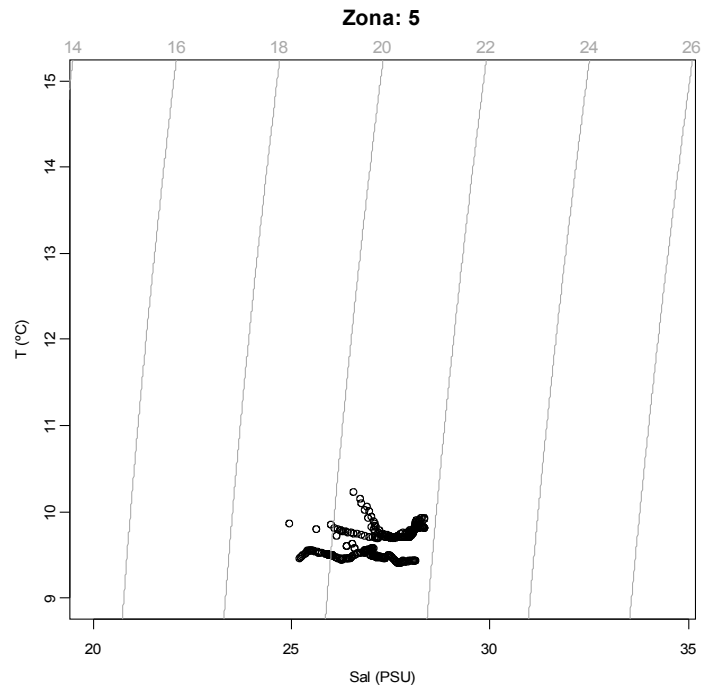


Figura 23: Diagrama T-S para la zona 5 (todas las estaciones), Región de Aysén.

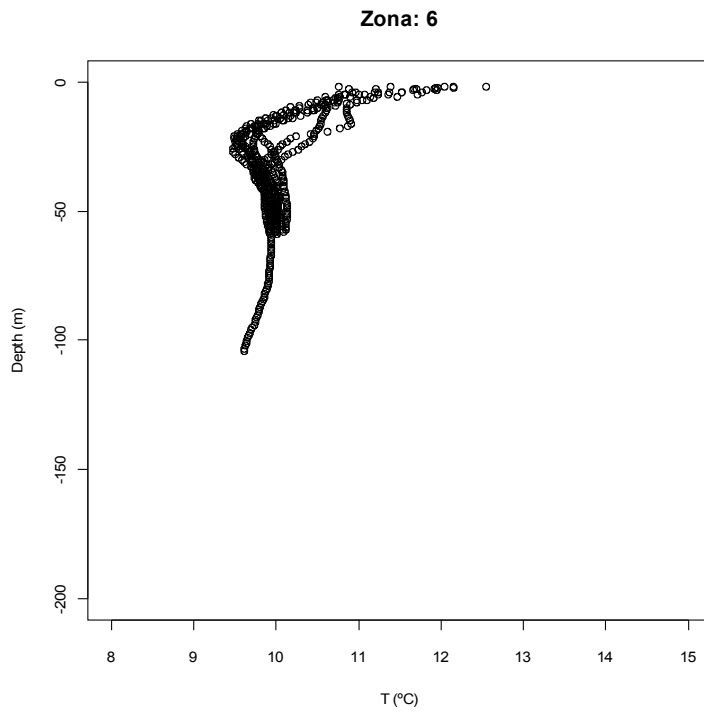


Figura 24: Perfiles verticales de temperatura para la zona 6 (todas las estaciones), Región de Aysén.

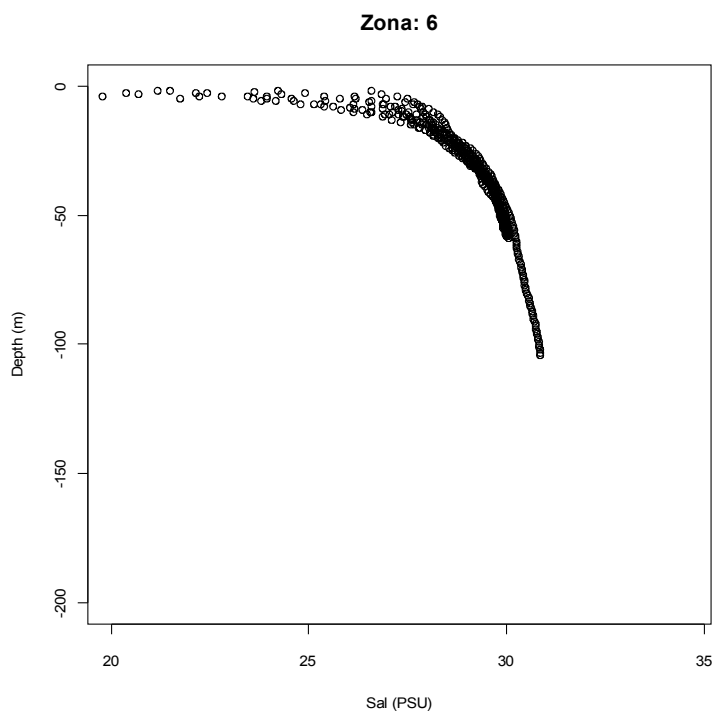


Figura 25: Perfiles verticales de salinidad para la zona 6 (todas las estaciones), Región de Aysén.

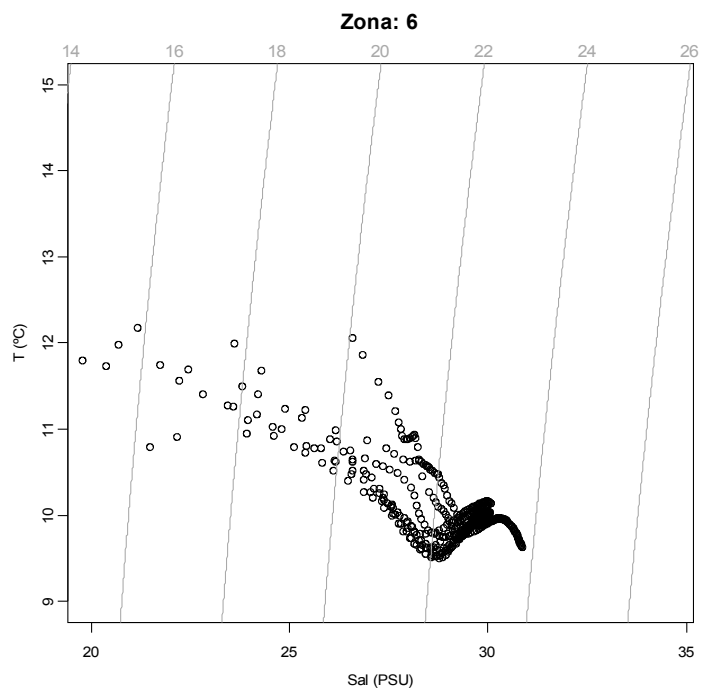


Figura 26: Diagrama T-S para la zona 6 (todas las estaciones), Región de Aysén.

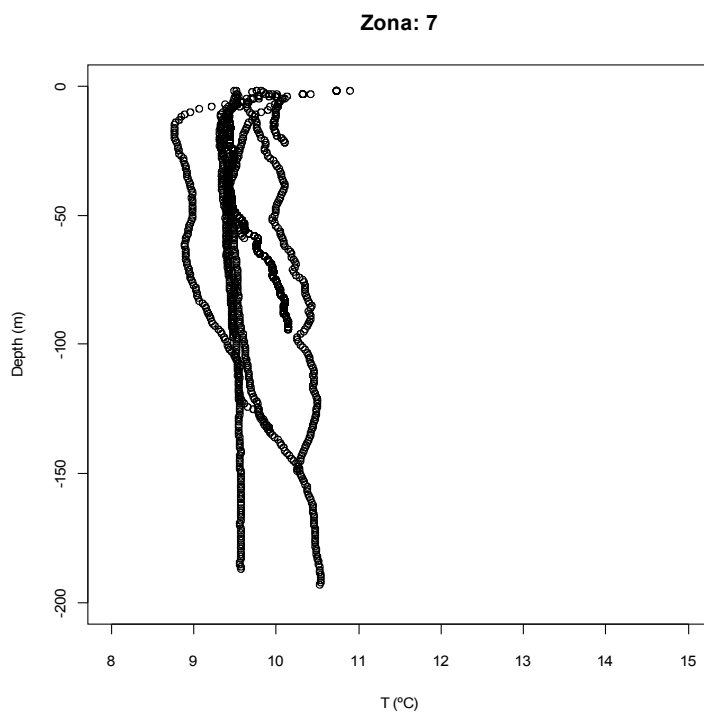


Figura 27: Perfiles verticales de temperatura para la zona 7 (todas las estaciones), Región de Aysén.

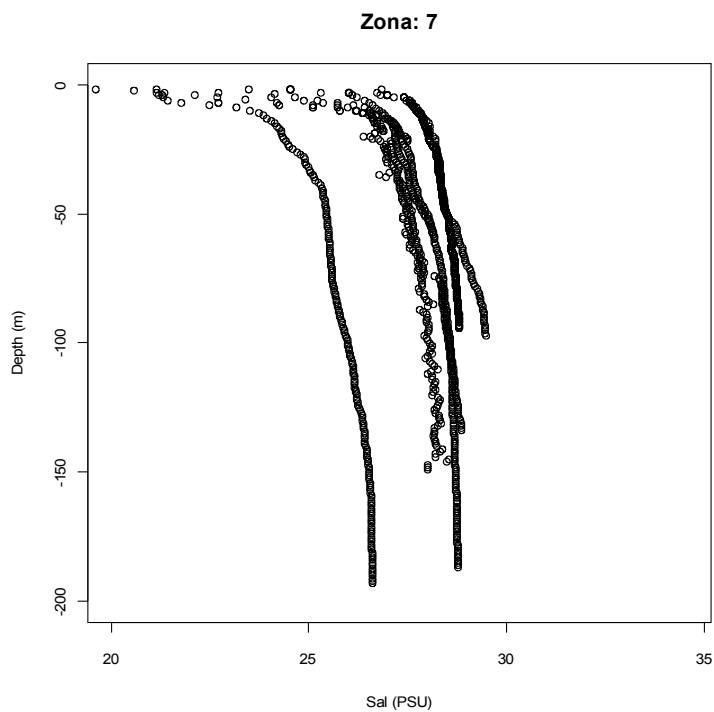


Figura 28: Perfiles verticales de salinidad para la zona 7 (todas las estaciones), Región de Aysén

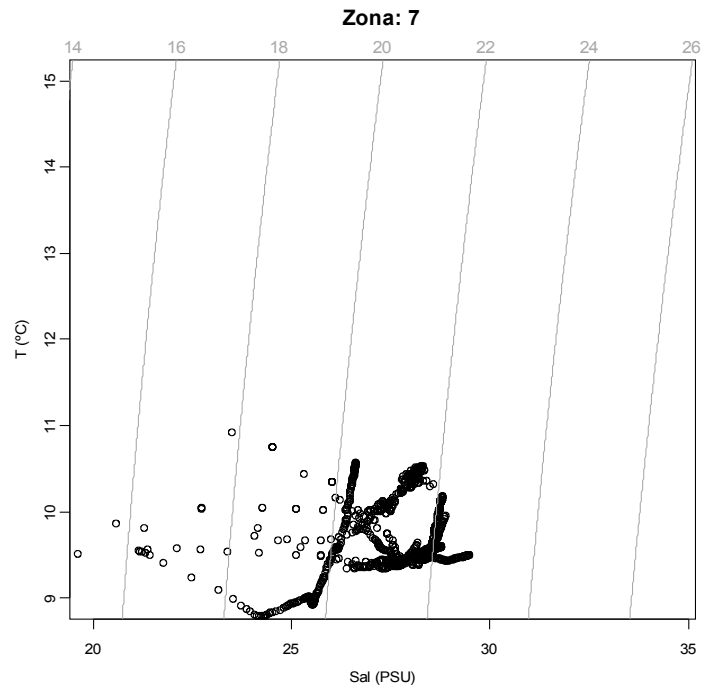


Figura 29: Diagrama T-S para la zona 7 (todas las estaciones), Región de Aysén

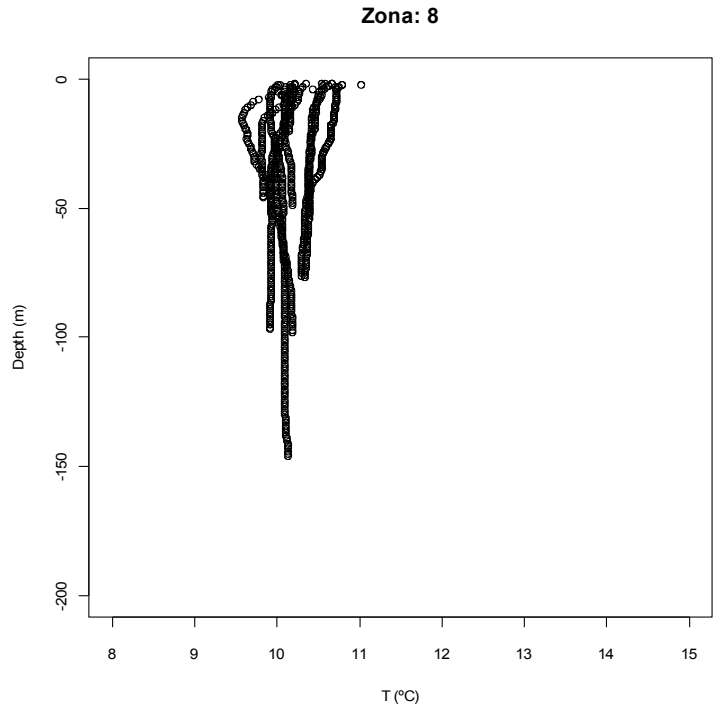


Figura 30: Perfiles verticales de temperatura para la zona 8 (todas las estaciones), Región de Aysén

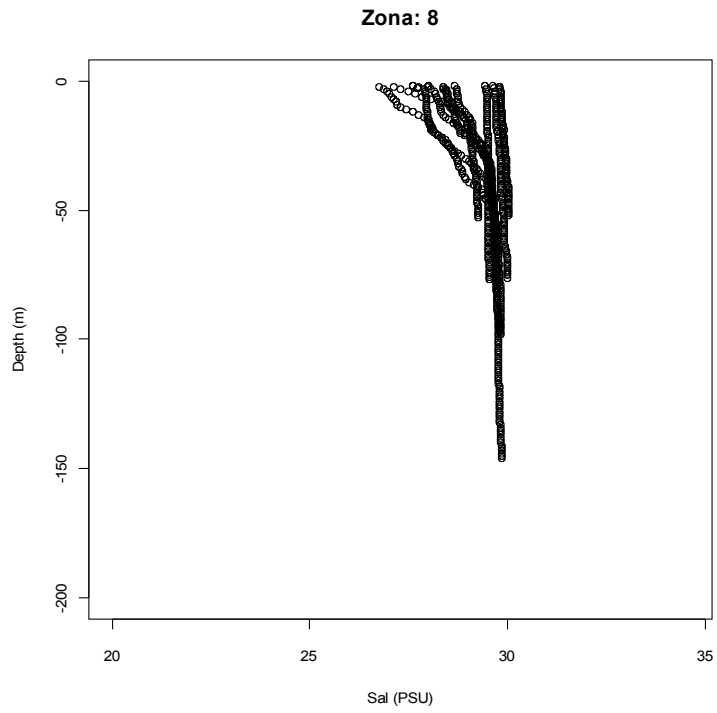


Figura 31: Perfiles verticales de salinidad para la zona 8 (todas las estaciones), Región de Aysén.

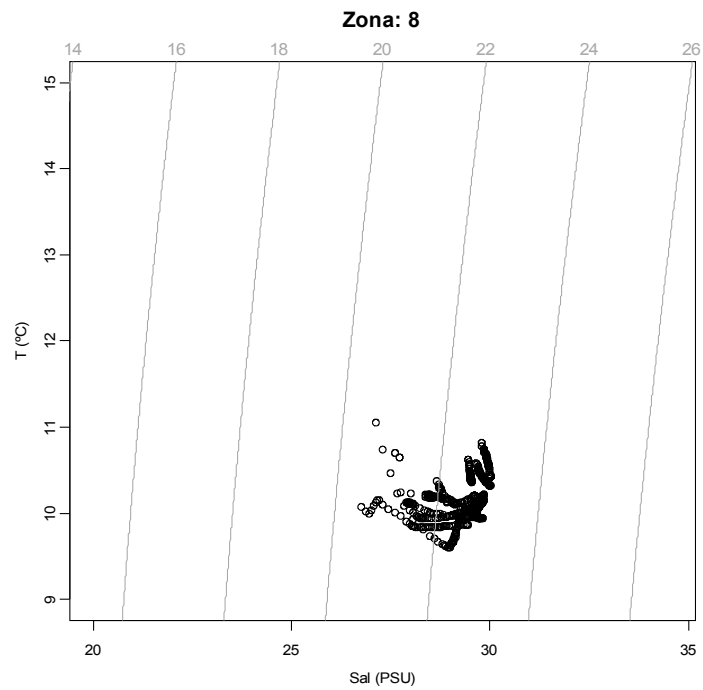


Figura 32: Diagrama T-S para la zona 8 (todas las estaciones), Región de Aysén.

3.2. Distribución vertical de los ecotrazos.

En la Región de Los Lagos, se realizó transectas acústicas de día y de noche por lo que fue posible comparar la distribución batimétrica de los ecotrazos en ambos periodos (Figura 19). La profundidad media a que se encontró ecotrazos atribuibles al ensamble sardina austral-sardina común correspondió a $56 \pm 2,7$ (EE) m durante el día, significativamente mayor que la media de $27,4 \pm 1,6$ (EE) m estimada durante la noche. Los ecotrazos atribuibles a anchoveta fueron encontrados a una profundidad media de 17,2 m y 14,3 m durante el día y la noche, respectivamente. Estas últimas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En la Región de Aysén, no se observó presencia de sardina común, ni agregaciones mono-específicas atribuibles a anchoveta. La profundidad media de las agregaciones de sardina austral fue equivalente a la observada en la Región de Los Lagos ($56,0 \text{ m} \pm 0,94 \text{ EE}$). Al ponderar estas medias por la densidad acústica media de las agregaciones analizadas se evidenció una distribución significativamente más superficial en Los Lagos ($48 \text{ m} \pm 2,0 \text{ EE}$) que en Aysén ($64 \text{ m} \pm 0,86 \text{ EE}$).

Al comparar los 8 estratos de análisis, se observó diferencias significativas entre zonas (Figura 22). Mientras que la distribución batimétrica del recurso presentó un amplio rango que incluyó desde la superficie hasta los 150 m, la zona 7 (Canales Jacaf y Puyuhuapi) presentó la distribución media más superficial ($34 \text{ m} \pm 1,2 \text{ EE}$). En el otro extremo, la mayor profundidad media de los ecotrazos fue observada en la zona 3, donde alcanzó a $68 \text{ m} \pm 4,4 \text{ (EE)}$.

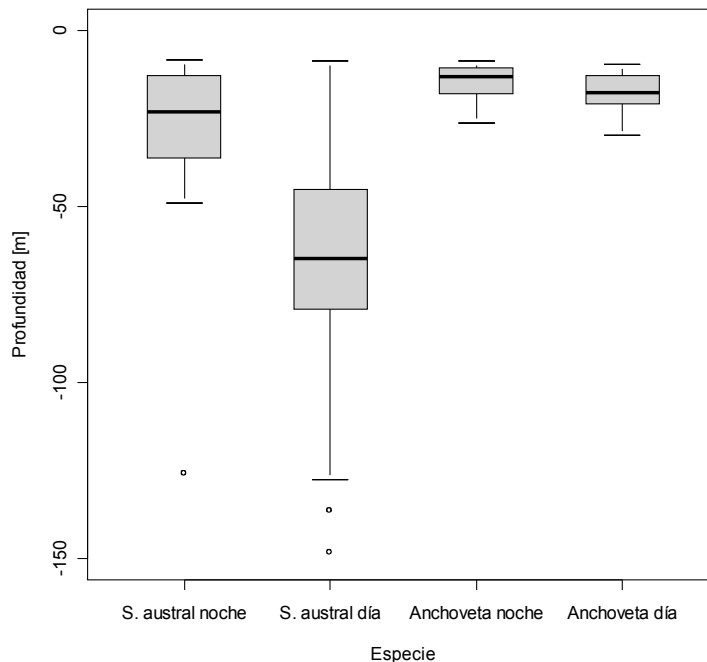


Figura 33: Distribución batimétrica de pequeños pelágicos durante el periodo de evaluación realizado en la Región de Los Lagos.

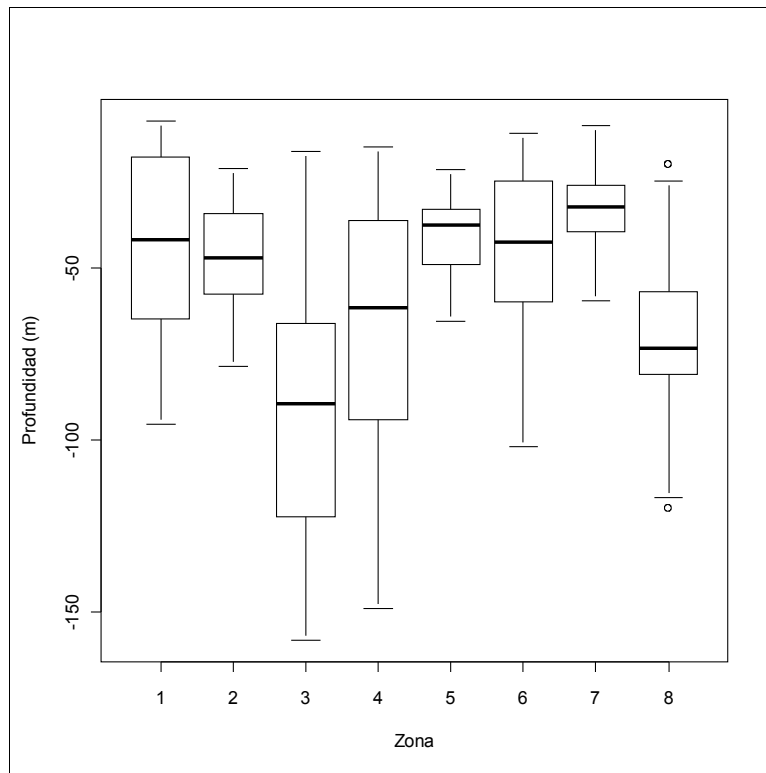


Figura 34: Distribución batimétrica de agregaciones de pequeños pelágicos durante el periodo de evaluación (otoño en Región de Los Lagos y primavera en Región de Aysén). Distribución por zona de análisis. Solo observaciones diurnas.

Al explorar las posibles relaciones entre la distribución vertical de sardina austral y las variables oceanográficas medidas en el área y período de estudio, fue posible observar que las mayores densidades acústicas estuvieron asociadas a condiciones de profundidad >50 m, saturación de oxígeno en torno a 70%, salinidad >30 y temperatura $>10^{\circ}\text{C}$ (Figura 23). Considerando el alto grado de asociación vertical entre estas variables, es difícil inferir directamente el peso relativo de cada una de ellas. En el análisis logístico multinomial acumulativo, sin embargo, la distribución batimétrica pasa a ser la variable respuesta, lo que permite inferir más adecuadamente el peso explicativo de las variables restantes. Este análisis indicó, primeramente, diferencias significativas entre zonas ($p < 0.001$) y regiones ($p < 0.001$), con una mayor presencia de agregaciones de sardina austral en estratos más profundos (bajo los 50 m) para las tres zonas de la Región de Los Lagos.

No se encontró evidencia que sustentara un efecto significativo de la temperatura sobre el patrón de distribución vertical de sardina austral. Lo contrario ocurrió respecto a las variables salinidad y oxígeno, tanto en sus dimensiones lineales como cuadráticas (Tabla 15). El sentido y magnitud de estos coeficientes implica que las agregaciones de sardina austral tienden a hacerse más superficiales a mayores salinidades, lo que sugiere cierta preferencia por aguas de salinidad intermedia a alta. De acuerdo a este modelo, la distribución más superficial de sardina austral se alcanzaría a una salinidad de 26. Una situación inversa ocurre con la saturación de oxígeno disuelto, cuyo efecto lineal positivo implica que la distribución de sardina austral se extiende a mayores profundidades cuando los niveles de saturación de oxígeno son más altos. El componente cuadrático, por su parte, indica que esta profundización es máxima a niveles de saturación del 65%.

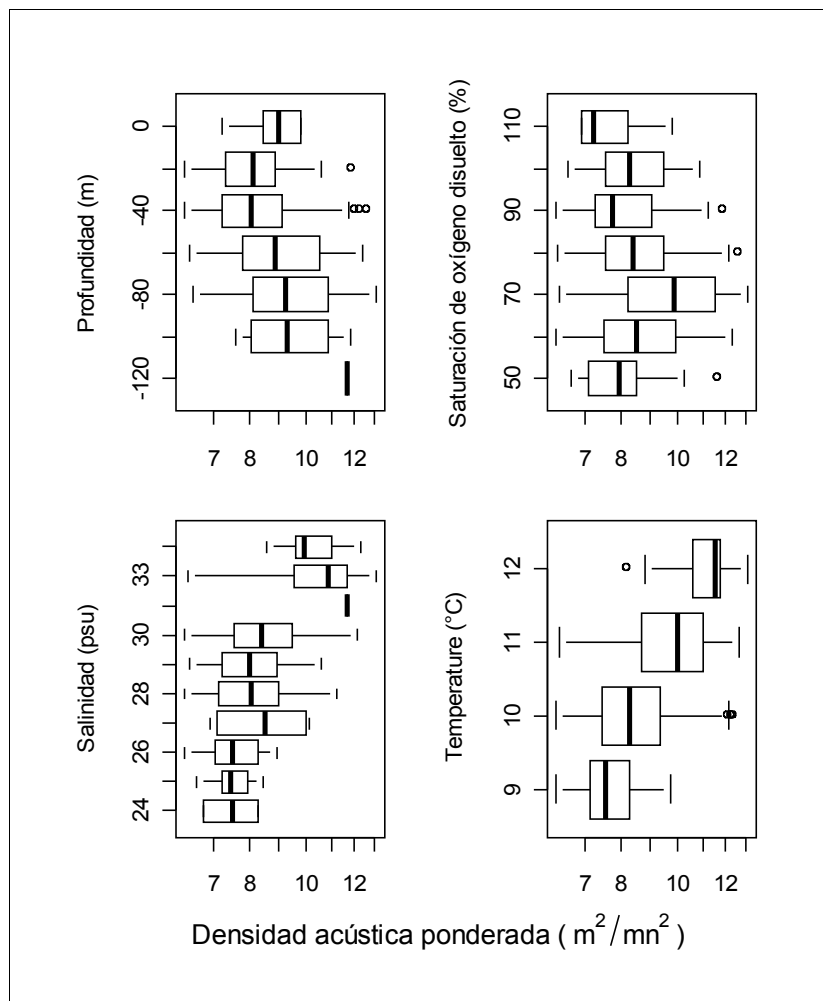


Figura 35: Densidad acústica observada en función de variables oceanográficas medidas en estaciones cercanas (<10 mn). Eje de las ordenadas muestra marcas de clase de las variables oceanográficas discretizadas.

3.3. Distribución horizontal de las agregaciones y su posible relación con variables oceanográficas.

La distribución horizontal de agregaciones de sardina austral a lo largo del gradiente observado de variables oceanográficas mostró diferencias significativas entre las dos regiones/ períodos de estudio (Figura 25). En general, se observó mayores valores medios de salinidad y temperatura en la Región de Los Lagos, y mayores niveles de saturación de oxígeno en la Región de Aysén. Los rangos de estas variables, sin embargo, fueron similares entre ambas regiones.

En el análisis combinado de los efectos del factor zona y de las variables oceanográficas asociadas, el factor zona resultó ser un predictor suficiente de la variabilidad de los resultados. De este modo, absorbió los efectos, inherentemente confundidos, de las variables oceanográficas, que fueron evaluadas como no significativas. Al excluir el factor zona, fue

evidente el efecto (significativo) de las dimensiones lineales de las variables salinidad ($p < 0.001$) y saturación de oxígeno disuelto ($p < 0.05$). El signo positivo de ambos coeficientes (Tabla 16) podría indicar tanto una preferencia de sardina austral por aguas de mayor salinidad y más oxigenadas o, lo que no es necesariamente equivalente, una tendencia a evitar aguas demasiado dulces y pobres en oxígeno. Al incorporar el biovolumen de zooplancton en este análisis, no se observó efectos significativos de la nueva variable, al que fue descartada del modelo explicativo.

Tabla 15: Valores estimados para los coeficientes del modelo multinomial de tipo logístico acumulativo utilizado para evaluar el efecto lineal y cuadrático de salinidad y oxígeno disuelto sobre la distribución batimétrica de las agregaciones de sardina austral en el área y período de estudio. Efectos de temperatura excluidos del modelo bajo un criterio de significancia del 5%.

Efecto	Profundidad (m)	Estimado	Error estándar
Intercepto	-100	598,04	41,078
	-95	598,96	41,077
	-90	599,77	41,080
	-85	600,48	41,084
	-80	601,71	41,093
	-75	602,44	41,099
	-70	603,02	41,105
	-65	603,38	41,111
	-60	604,06	41,119
	-55	604,87	41,133
	-50	606,02	41,154
	-45	606,67	41,165
	-40	607,7	41,181
	-35	609,31	41,205
	-30	610,63	41,229
Variables oceanográficas	Salinidad	-47,6015	3,056
	DO _%	0,4772	0,078
	Salinidad ²	0,9061	0,0566
	DO _% ²	-0,00368	0,00055
Zona	1	-35,3479	2,077
	2	-44,7228	2,439
	3	-31,5753	1,919
	4	-5,6515	0,386
	5	2,835	0,424
	6	-6,8233	0,459
	7	2,781	0,482
	8	0	.

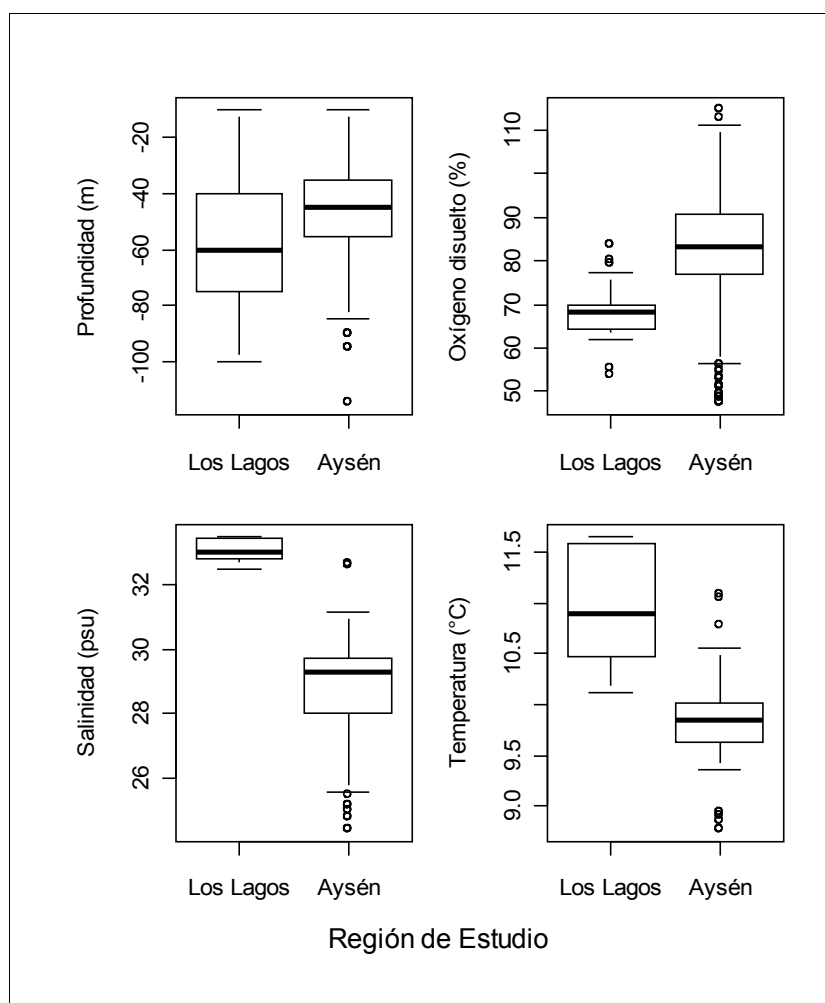


Figura 36: Distribución de los niveles de profundidad, saturación de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura asociados a las agregaciones de sardina austral identificadas en las regiones de Los Lagos y Aysén, durante otoño y primavera de 2008, respectivamente.

Tabla 16: Valores estimados para los coeficientes del modelo lineal general mixto empleado para analizar la relación entre densidad acústica (\log_e -transformada) y variables oceanográficas observadas en el área y período de estudio. Efectos no significativos fueron previamente excluidos del modelo con un criterio de significancia del 5%.

Efecto	Estimado	Error estándar	Grados de libertad	Valor t	$p > t $
Intercepto	9,1	0,11	105	77,77	<0.0001
Salinidad	0,65	0,074	105	8,81	<0.0001
Oxígeno disuelto	0,02	0,011	105	2,24	<0.05

4. DISCUSIÓN

Sardina austral presentó una distribución espacial y batimétrica dinámica y heterogénea entre regiones y zonas. Las mayores biomásas del recurso fueron observadas en la zona del Golfo de Ancud y al oeste del Canal de Moraleda (ver capítulo I), áreas relativamente menos estratificadas, donde se reduce la influencia de aguas dulces y aumenta la influencia oceánica. En este último sentido, se debe destacar, que son estas áreas intermedias y no las más próximas al océano (Zona 2 y sección occidental de la Zona 8), las que concentran las mayores abundancias y biomásas de sardina austral. Esta observación es coherente con los resultados del análisis de distribución vertical y horizontal de las agregaciones, el cual indica que, controlados otros factores, sardina austral tiende a preferir salinidades altas.

La concentración de oxígeno disuelto y, particularmente, su nivel de saturación constituye un importante factor limitante que condiciona la fisiología (Fry 1971, van Dam & Pauly 1995) y, subsecuentemente, la distribución espacial de los organismos marinos (Niklitschek & Secor 2005). Aunque existe un amplio rango de tolerancia entre distintas especies, el inicio de la respuesta fisiológica se encontraría en torno a umbrales de 50 - 70% de saturación son comunes en peces óseos (Secor & Niklitschek 2002). De este modo, estuarios altamente estratificados podrían imponer una barrera inferior a la distribución vertical de sardina austral, lo que parece verse sustentado por el análisis exploratorio de los datos acústicos y oceanográficos del presente proyecto. La capa de agua dulce superficial podría imponer, a su vez, un límite superior a dicha distribución, habida cuenta de la información disponible sobre el género *Sprattus* que indica una gran capacidad eurihalina.

La ausencia aparente de un efecto de la temperatura sobre la distribución vertical y horizontal de sardina austral podría estar relacionada con el limitado rango de temperatura observado en el área de estudio, así como también con la alta correlación entre profundidad, salinidad y oxígeno disuelto, lo que dificulta el aislamiento de variables explicativas individuales. La temperatura ha sido descrita como el principal factor controlador de procesos fisiológicos en peces (Fry 1971) y ha de tener un rol central en la distribución de esta especie. Siendo Puerto Montt el límite norte de la distribución conocida de la especie en Chile, es previsible que la temperatura juegue algún rol limitante de la distribución estival del recurso.

Mientras las generalizaciones anteriores se aplican al conjunto de edades y tallas presentes en el área y período de estudio, parecen no representar adecuadamente la realidad de la fracción juvenil del stock, que tendió a predominar en fiordos con mayor influencia de agua dulce, especialmente en la Región de Aysén (ver sección III). Esta situación podría reflejar reproducción, transporte pasivo de huevos y larvas, o migración de los juveniles. Considerando el conocimiento disponible de la especie en el Atlántico (Sanchez et al. 1995, Madirolas et al. 2000) y la biología e historia de vida de *Sprattus sprattus* en el hemisferio norte (Nilsson et al. 2003), con la cual existen importantes coincidencias, es posible especular que las concentraciones de juveniles en los fiordos podrían corresponder al remanente de migraciones invernales propias de estos grupos etéreos. Esta hipótesis se vería también sustentada por la presencia simultánea de individuos con gónadas maduras, en aguas más oceánicas y de huevos y larvas en aguas oceánicas del Océano Atlántico (Sanchez et al. 1995).

III. Estructura de tallas y proporción sexual con sus respectivas varianzas, para las especies estudiadas (objetivo específico 3).

En esta sección se analiza la composición de tallas, proporción sexual y relación longitud peso de las especies de pequeños pelágicos observadas durante el desarrollo de los cruceros realizados en otoño y en primavera en las regiones de Los Lagos y Aysén respectivamente. En la Región de Los Lagos, este análisis se realizó a partir del muestreo realizado por IFOP en el marco del proyecto de seguimiento de la pesquería de pequeños pelágicos en aguas interiores de la Región de Los Lagos y complementado con el muestreo directo realizado en el presente proyecto. En la Región de Aysén, el análisis se realizó a partir del muestreo biológico obtenido de nuestros propios lances de identificación.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Áreas y periodo de estudio

Descritos en el **Capítulo I** del presente informe.

1.2. Muestreo biológico

El muestreo biológico se orientó al logro de los objetivos 1, 2, 3 y 4 de este informe. La información de captura se registró en una bitácora de pesca que detalló fecha, hora, ubicación, profundidad, temperatura de fondo, captura, tipo y dimensiones de la red utilizada, hora efectiva de inicio y término de cada arrastre o cerco (borlinche).

1.2.1. Sistema de muestreo y arte de pesca

i. Región de Los Lagos

El muestreo biológico destinado a estimar la composición de especies, talla, peso y proporción sexual de pequeños pelágicos se realizó a bordo de la L/M “Nautilus V” con una red de arrastre de mediagua (CBL-MWT; Figura 37) utilizada rutinariamente en este tipo de estudios en la Bahía de Chesapeake, Estados Unidos (Wang & Houde 1995, Jung & Houde 2005). La red fue construida siguiendo las especificaciones de los autores (Wang & Houde 1995, Jung & Houde 2005) por la empresa Nylon Net Company (Memphis, Estados Unidos), misma empresa que ha fabricado las redes utilizadas en Chesapeake.

El muestreo se inició con un diseño basado en tres lances ciegos por día, realizados en horas del día seleccionadas aleatoriamente, con probabilidad uniforme entre las 7:00 y las 19:00 horas, y una restricción de intervalo mínimo entre lances de 1 hora. Estos lances correspondieron a 17 arrastres oblicuos, desde el fondo o 100 m (cifra mayor) a la superficie, con una velocidad entre 2,5 y 5 nudos y una duración media de 17 min.

Dada la completa ausencia de capturas de pequeños pelágicos en estos lances (Tabla 17), se procedió a incluir lances “dirigidos” a capturar agregaciones identificadas acústicamente, realizando múltiples ajustes en los arreglos y operación del aparejo de

pesca, contando para ello con el apoyo de personal técnico de Pescachile S.A. y del Laboratorio de Biología de Chesapeake (Tabla 21). En total, se realizó 31 de estos lances dirigidos, a profundidad variable y a una velocidad de arrastre entre 2,5 a 6 nudos (Anexo IV). A pesar del esfuerzo realizado, sólo en tres de estos lances se obtuvo capturas, las que fueron escasas (25-5500 g) (Tabla 17). En la búsqueda de soluciones para la operación futura de la red, ésta fue enviada a una evaluación externa por parte de un grupo especializado en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (TECPES), cuyo informe se incluye en Anexo IX.

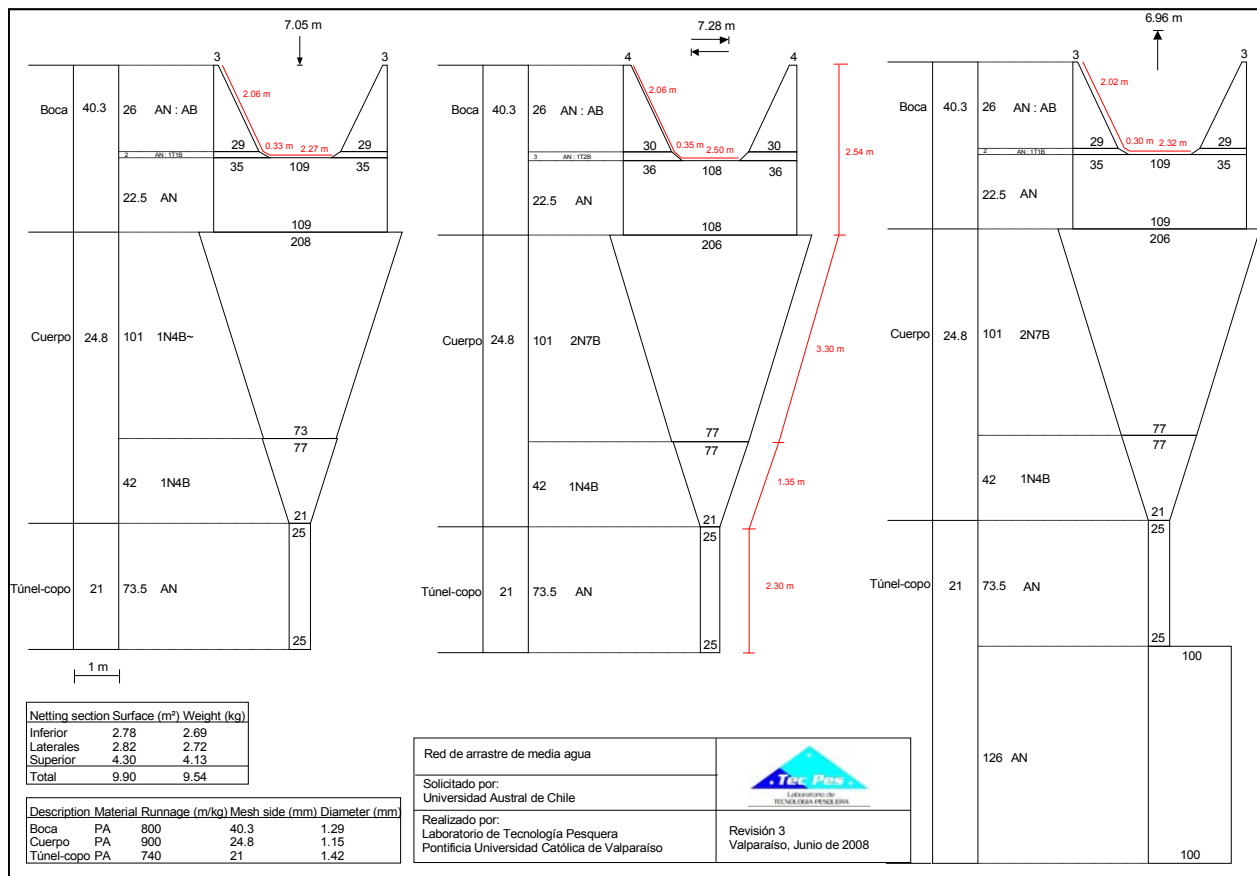


Figura 37: Especificaciones técnicas de la red de arrastre de mediagua, red CBL-MWT, utilizada para el muestreo biológico en la Región de Los Lagos.

Tabla 17: Resumen de lances efectuados en la Región de los Lagos con la red CBL-MWT, por tipo de lance y especie capturada (detalles en Anexo IV)

Tipo de lance	Número lances	Número lances con captura	Capturas totales			
			Sardina austral (g)	Sardina común (g)	Anchoveta (g)	Otras especies (número)
Ciego	18	2	0	0	0	2
Dirigido	31	4	4600	935	120	4

Ante la ausencia de datos de composición de especies y talla suficientes en número y procedencia para la interpretación de la información acústica obtenida, a los datos biológicos obtenidos con la red de mediagua se les adicionó los datos de desembarque de pequeños pelágicos, correspondientes a las embarcaciones que operaron en el Seno de Reloncaví y Mar Interior de Chiloé, entre el 16 de abril y el 18 de mayo de 2008. Tales datos, recolectados y proporcionados por el Instituto de Fomento Pesquero a través de la Subsecretaría de Pesca, fueron obtenidos en el marco del proyecto de seguimiento de las pesquerías de pequeños pelágicos en aguas interiores de la Región de Los Lagos.

ii. *Región de Aysén*

Frente a la experiencia obtenida en la Región de Los Lagos y el desconocimiento de las zonas de distribución de las especies-objetivo en la Región de Aysén, se contempló la participación de dos embarcaciones y dos artes de pesca de distinto tamaño y características operacionales. La primera de estas embarcaciones correspondió a la lancha principal L/M “Don Francisco S” (Objetivo I, sección 1.3), donde se instaló los ecosondas científicos. Esta nave fue equipada con una red de cerco, de paño anchovetero de 30 m de alto por 250 m de largo, operada hidráulicamente. La segunda de ellas, correspondió al bote a motor “Sur Weste II” (Objetivo I, sección 1.3), equipado con una red de cerco más pequeña de 14 m de alto por 150 m de largo, confeccionado con paño anchovetero, representativo del borlinche artesanal usado para la captura de pequeños pelágicos en Aysén.

La experiencia de campo indicó un fuerte patrón circadiano de comportamiento de la sardina austral, concentrándose las agregaciones por debajo de los 40 m durante el día, para migrar a aguas marcadamente superficiales y costeras durante la noche. Estas concentraciones nocturnas tendieron a presentarse en sectores rocosos, lugares sombríos (luz lunar) y pendientes relativamente suaves, lo que impidió una operación segura de la nave principal tanto para fines de hidroacústica como de muestreo biológico. La embarcación menor, en cambio mostró ser altamente efectiva. Así, dentro de un total de 34 lances nocturnos de identificación realizados, se obtuvo captura en 30 de ellos (Anexo IV, Tabla 48).

Los intentos de captura sobre agregaciones detectadas ocasionalmente en superficie durante el día fracasaron tanto para la red de cerco mayor (dos lances) como para la red más pequeña. La ausencia de métodos efectivos para la pesca de las especies-objetivos durante el día y la incapacidad de acceder con la nave mayor a las zonas de concentración durante la noche, obligaron a desfasar el crucero hidroacústico del muestreo biológico, realizándose el primero de día y el segundo de noche.

La distribución espacial de los lances, siguió aproximadamente la distribución del crucero hidroacústico, definiéndose una meta de tres lances por noche, localizados a distancias nominales de -5,0 y +5,0 millas náuticas relativas al punto de finalización y dirección del track hidroacústico del día anterior. Las distancias nominales fueron ajustadas según la presencia del recurso y la topografía y/o condiciones de iluminación de cada sitio.

Después de cerrar el cerco, se obtuvo cinco sub-muestras desde desde distintas áreas y profundidades del cerco, con la ayuda de un chingueo manual. De la misma manera, se obtuvo una contra-muestra complementaria, en un balde de 10 l. Luego, se realizó una inspección manual del cerco, con ayuda de linternas, en busca de otras especies. A pesar del esfuerzo indicado, no se observó la presencia de otras especies a lo largo del desarrollo de la fase de campo del proyecto en esta zona.

A partir de los ejemplares colectados en sub-muestras y contra-muestra, se efectuó cuatro tipos de muestreos, los que fueron llevados a cabo preferentemente de día, para incrementar la calidad y precisión de las mediciones y reducir el riesgo del trabajo a bordo:

- *Muestreo de composición de especies:* se procedió a la identificación y conteo de un grupo de 200 peces obtenido aleatoriamente desde cada una de las cinco sub-muestras. Para la identificación de las especies presentes, se utilizó personal ya entrenado en el año 2006 (Niklitschek et al. 2007), claves diagnósticas internacionales y nacionales y los trabajos de Aranís et al. (2006, 2007)
- *Muestreo de composición de tallas:* luego del muestreo de composición de especies, se recombinó los ejemplares pertenecientes a una misma especie y se obtuvo una nueva muestra de al menos 120 ejemplares de la especie dominante (*S. fuegensis*), los que fueron medidos (largo total) con un ictiómetro convencional (precisión=1 mm). No fue posible lograr la meta muestral de al menos 60 ejemplares por lance para las restantes especies de pequeños pelágicos, ya que la presencia de las mismas en aguas de la Región de Aysén fue extremadamente rara y limitada a algunos ejemplares de anchoveta en dos de los 30 lances efectivos obtenidos.
- *Muestreo de talla, peso y proporción sexual:* grupos de 60 individuos por cada especie y lance, representativos del rango de tallas presente en la muestra, fueron congelados y, posteriormente, medidos (precisión 1 mm), pesados (precisión $1 \cdot 10^{-4}$ g) y sexados en laboratorio. Esto a fin de poder estimar relación talla-peso, peso medio, proporción sexual, y distribución de estadios de madurez gonadal para las especies presentes. La madurez gonadal fue determinada utilizando la escala de Simpson & Gil (1967), empleada en estudios similares por Castillo et al. (2005, Tablas 18 y 19). Una fracción de estos individuos fue previamente medidos (precisión 1 mm) y pesados a bordo (precisión 1 g), de manera previa a su congelamiento, con el fin de estimar un índice de corrección para ajustar posibles diferencias, en talla o peso, entre la muestra fresca (procesada en terreno) y la muestra congelada (procesada en laboratorio).
- *Muestreo de fauna acompañante:* este muestreo no fue aplicado dada la ausencia de fauna acompañante en los lances realizados.

Tabla 18: Escala macroscópica de madurez sexual para hembras de sardina común y anchoveta (Simpson & Gil. 1967).

<i>Fase</i>	<i>Estado</i>	<i>Características</i>
I	Inmaduro	Ovarios tubulares, muy delgados, de aspecto brillante y coloración amarillenta pálida. No se observa óvulos. Se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral, inmediatamente detrás del intestino y sobre la vejiga natatoria. Corresponden a ejemplares de longitud entre 7,5 y 10,0 cm.
II	Virginal en maduración o adultos en recuperación	Más anchos, voluminosos y turgentes que en estado I. Coloración más acentuada en tono amarillo-anaranjado. Aumenta desarrollo arterial, que se ve, a simple vista, como una red. En el interior, se puede observar una masa formada por septos ováricos que nacen de la membrana y se dirigen hacia el lumen. Los tabiques se hallan bien adheridos entre sí y contienen ovocitos de distintos tamaños y fases de desarrollo.
III	Maduro	Aumenta de tamaño conservando una forma aproximadamente cilíndrica aunque son aplanados lateralmente y bastante turgentes. Se incrementa suministro arterial. Color naranja intenso. Se observa óvulos grandes, de forma ovalada y color blanquecino-opaco, separados en sus septos ováricos.
IV	Hidratado	Ovarios han aumentado considerablemente de tamaño; ocupan gran parte de la cavidad visceral, forma globosa. El diámetro sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. Color anaranjado mas intenso; óvulos translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o sueltos en cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en las paredes de la gónada. Es difícil encontrar ejemplares en este estado, ya que se considera que el tiempo que separa este estado del siguiente es muy breve.
V	Desovando	Gónadas han alcanzado su máximo desarrollo cubriendo en parte el intestino. Coloración varía del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento, ocasionando por la rotura de los septos ováricos, luego de alcanzar los óvulos su maduración total. Ocurre a veces que las gónadas pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovados y con óvulos en pleno desarrollo.
VI	Desovado	Ovarios se tornan flácidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vacías. Color anaranjado violáceo. La longitud está visiblemente reducida. El interior de la pared ovárica presenta un aspecto hemorrágico y los septos ováricos contienen ovocitos y óvulos grandes y opacos en vías de deformación y reabsorción. A esta fase de recuperación sigue el estado de reposo, después del cual se reinicia un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.

Tabla 19: Escala macroscópica de madurez sexual para machos de sardina común y anchoveta (Simpson & Gil. 1967).

<i>Fase</i>	<i>Estado</i>	<i>Características</i>
I	Inmaduro	Testículos muy pequeños, cristalinos e incoloros, de forma foliacea –bicelada; bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral; Medidos “ <i>in situ</i> ” tiene de 1 a 3 mm de ancho y de 6 a 8 mm de largo. Ejemplares juveniles cuya longitud total es de 7,5 y 10,0 cm.
II	Virginal, en maduración o adultos en recuperación	El desarrollo se incrementa, en ancho y largo. Promedio de 5 mm de ancho y de 8 a 15 mm de largo. Color es blanco rosáceo y se pueden observar, a simple vista, las arterias en la parte anterior de la gónada. Ejemplares cuya longitud total es mayor de 10,0 cm.
III	Maduro	Han aumentado considerablemente en ancho y largo; la coloración se ha tornado a un blanco lechoso y se observa muy tenuamente una coloración rosada. Las arterias cubren toda la superficie de la gónada. Se observa también pequeñas zonas turgentes sobre la superficie.
IV	Hidratado	Ocupan ahora gran parte de la cavidad visceral, pues han avanzado tanto hacia delante como hacia tras. Coloración completa mente cremosa. Presión suave induce expulsión de esperma.
V	Desovando	Han alcanzado un máximo desarrollo e incluso se encuentran cubriendo parcialmente el intestino, la liberación de esperma es casi espontánea. Se puede observar en la parte caudal de la gónada una coloración rojo vinoso ocasionada por hemorragia interna por ruptura de las arterias que la irrigan
VI	Desovado	Los testículos se observan completamente flácidos, similares a dos bolsas vacías y su color es rojo oscuro. Se han reducido tanto en largo como en ancho. Este estado es el de reversión testicular y reposo

1.3. Ponderación de las observaciones de talla y proporción sexual

Considerando que el muestreo se orientó a conocer la composición de tallas, proporción sexual y de especies en la naturaleza y no en las capturas, se optó por no ponderar las observaciones.

1.4. Proporción del número de ejemplares de la talla k (p_k)

La proporción de ejemplares de la talla k fue estimada como:

$$p_k = \frac{n_{dk}}{n_d} \cdot FP$$

donde,

n_{dk} : número de ejemplares de talla k en el día d

n_d : número de ejemplares muestreados en el día d

Las frecuencias de tallas obtenidas a partir de los lances, para las distintas especies y zonas, fueron analizadas y comparadas utilizando un modelo logístico acumulativo multinomial para categorías ordenadas (McCullagh 1980, Allison 1999). Este modelo, define un conjunto de $J-1$ ecuaciones que representan la probabilidad de un individuo de pertenecer a cada una de las $J-1$ categorías dicotómicas posibles de definir dado J intervalos de talla y puede ser expresado como,

$$\log\left(\frac{F_{ij}}{1-F_{ij}}\right) = \alpha_i + \mathbf{X} \beta$$

donde

- F_{ij} : probabilidad de un individuo de pertenecer a la categoría $j=J-1$ o inferior
- α_j : intercepto de la ecuación j
- \mathbf{X} : Matriz de diseño (zona)
- β : Vector de coeficientes

1.5. Proporción sexual

La proporción sexual para cada especie fue estimada para cada zona de análisis, a través de un modelo lineal general mixto de tipo logístico, definido como,

$$\log_e \frac{P_{sj}}{(1-P_{sj})} = \mathbf{X} \beta + \mathbf{Z} \mu + e$$

donde,

$$\hat{P}_{sj} = \frac{n_{sj}}{n_{asj}} \cdot FP$$

- n_{asj} : número de ejemplares de ambos sexos en lance j
- n_{sj} : número de ejemplares del sexo s en lance j
- \mathbf{X} : matriz de diseño de efectos fijos (zona)
- β : vector de parámetros de los efectos fijos.
- \mathbf{Z} : matriz de efectos aleatorios (nave, lance)
- μ : vector de parámetros de los efectos aleatorios, $MVN(0, \mathbf{G})$
- e : vector de errores, $MVN(0, \mathbf{R})$

1.6. Relación longitud peso:

La relación longitud-peso fue modelada asumiendo la relación alométrica de crecimiento,

$$W = a \cdot L^b$$

Los parámetros a y b y sus correspondientes errores estándar fueron estimados mediante un modelo mixto de regresión no lineal (Littel et al. 1996), que permitió considerar los efectos de la correlación existente entre peces capturados dentro de un mismo lance.

Esta estimación sólo fue posible para el caso de sardina austral en la Región de Aysén donde se contó con suficientes datos pareados. Para el caso de anchoveta, sardina común y sardina austral en la Región de Los Lagos, se utilizó los parámetros de las respectivas relaciones talla-peso estimadas por Niklitschek et al.(2007), resumidos en Tabla 20.

Tabla 20: Resumen de parámetros estimados para la relación talla-peso en sardina austral (presente estudio) y en sardina común y anchoveta (Niklitschek et al. 2007). Parámetros β_0 y β_1 corresponden a la ecuación linealizada $\log_{10}(W)=\log_{10}(\beta_0)+\beta_1 \cdot \log_{10}(LT)$

Especie	β_0		β_1	
	Valor estimado	Error estándar	Valor estimado	Error estándar
Sardina austral	-1.6	0,58	2.6	0,51
Sardina común	-1,9	0,18	2,9	0,15
Anchoveta	-2,3	0,31	3,3	0,27

1.7. Detalles operación y evaluación red CBL-MWT

La introducción de una red científica de mediagua a la evaluación de pequeños pelágicos representaría un importante avance metodológico ya que permitiría realizar el muestreo hidroacústico y biológico durante el mismo período del día, alcanzar estratos de profundidad mayores que la red de cerco, optimizar costos operacionales y prescindir de la participación de naves comerciales, con las complejidades administrativas y de gestión que ello implica. Dadas estas consideraciones, se desplegó un importante esfuerzo destinado a seleccionar, construir y optimizar la operación de una red de mediagua. Aunque estos resultados fueron insatisfactorios, consideramos relevante documentar las principales actividades y resultados de tal proceso, con el fin de transferir tal experiencia hacia nuevos esfuerzos por desarrollar esta metodología.

1.7.1. Armado de maniobra de pesca

El armado e instalación de la red de muestreo de media agua se realizó en el muelle artesanal de Anahuac en Puerto Montt (14 y 15 de abril), contando con apoyo técnico presencial y a distancia de ingenieros pesqueros, patrones y personal técnico de vasta experiencia en pesca de arrastre (Tabla 21). El armado y montaje de la maniobra de pesca incluyó las siguientes actividades:

- Medición de zona de maniobra (cubierta de pesca, zona de winche y zona de popa).
- Medición de red muestreo.
- Diseño, armado y evaluación de la maniobra y el amarinamiento.
- Lances de prueba.
- Evaluación de la operatividad y modificación del winche.

- Montaje de estructuras y equipos accesorios y de apoyo a la maniobra de pesca.
- Marcaje del cable de cala.

1.7.2. *Amarinamiento*

Se definió un esquema original de amarinamiento, basado en estándares idénticos de 6 m de largo, un cable principal de cala y dos cables secundarios (Figura 38, Tabla 22), esto último dadas las características del winche, que no permitió la operación de dos cables de cala en paralelo. Este diseño inicial fue ajustándose por un procedimiento de prueba y error descrito más adelante.

1.7.3. *Sensores de red*

Para monitorear en tiempo real el desplazamiento vertical de la red en el agua, se dispuso de un equipo hidroacústico VEMCO (Klimley et al. 1988) compuesto por un sensor-emisor V22P de 48 kHz, un hidrófono direccional VH165 y un receptor acústico VR100, fabricados por Amirix Sistem Inc, Canadá (Figura 39). El sensor-emisor acústico fue montado, sobre una plataforma confeccionada en teflón y madera (Figura 40) la cual se instaló al centro de la relinga superior. Se compensó el peso de esta plataforma de 2,5 kg con dos flotadores de profundidad.

El hidrófono direccional se instaló bajo el agua en el extremo inferior de un tubo giratorio y retráctil (Figura 39), dispuesto por babor, desplazado a popa. El receptor acústico VR100 se instaló en cubierta, junto al winche, para ir monitoreando la profundidad de la red.

Junto al sensor-emisor de profundidad, se instaló un perfilador oceanográfico (Figura 41) modelo DST CTD (Star-Oddi Ltda., Islandia), que registró profundidad, salinidad y temperatura. Este dispositivo permitió corroborar la medida de profundidad de la red que entregó el receptor acústico VR100 de manera posterior al lance (descarga de registros).

Tabla 21: Asesoría experta recibida para el diseño de la maniobra de pesca de la red CBL-MWT (abril-mayo 2008).

Profesional	Institución	Cargo	Asesoría
Juan Velásquez	Pescachile	Patrón de pesca	En terreno
Juan Sendoya	Pescachile	Contramaestre cubierta	En terreno
Raul Ascencio	Pescachile	Jefe taller de redes	A distancia
Claudio Concha	Pesquera Bío - Bío	Jefe taller de redes	A distancia
William Connelly	Centros Ciencias Ambientales, Universidad de Maryland	Capitán R/V Orion	A distancia
Robert Alba	Nylon Net Company	Ingeniero redero planta Memphis	A distancia

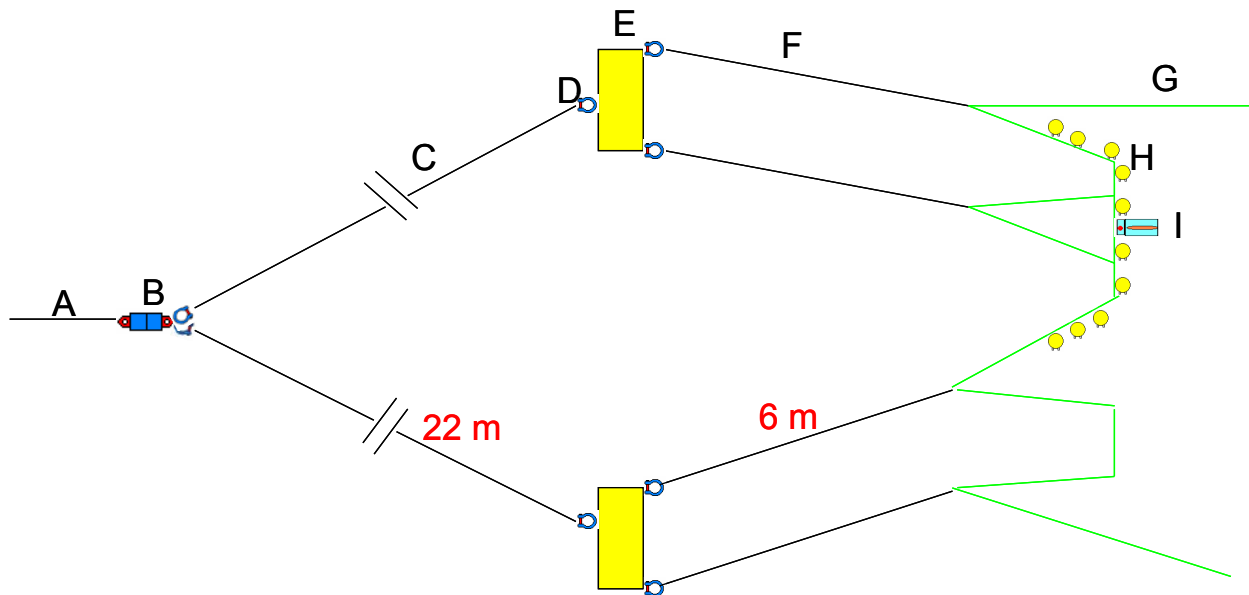


Figura 38: Esquema básico de amarinado de red CBL-MWT. (A = cable de cala principal; B=destorcedor central; C=cables de cala; D=grillete; E=portales; F=estándares; G=red de media agua; H=flotadores; I=sensor-emisor de profundidad.

Tabla 22: Listado de accesorios y materiales usados en la maniobra de pesca.

Material	Especificación
Cable de cala central	<ul style="list-style-type: none"> • Cable de acero tipo Warrington-Seale con alma de fibra, 10 mm de diámetro (500 m)
Cables de cala secundarios	<ul style="list-style-type: none"> • Dos cables de 22 m de largo. Se usó cabo de polipropileno de 14 mm de diámetro. Unen el cable de cala central a los portales.
Estándares	<ul style="list-style-type: none"> • 4 cables de polipropileno 10 mm de 6 m. Unen portales con relinga superior e inferior.
Flotadores	<ul style="list-style-type: none"> • 8 flotadores de profundidad con buje central de 20 cm de diámetro, dispuestos en relinga superior. • 2 flotadores de profundidad con buje central 13 cm de diámetro, dispuestos en relinga superior junto a porta sensores de red.
Uniones	<ul style="list-style-type: none"> • Grilletes de 16 mm (5/8"). Carga de trabajo de 3.25 ton. • Grilletes de 12 mm (1/2"). Carga de trabajo de 2 ton. • Destorcedores en cada portalón (3/8"). Carga de trabajo de 2 ton. • Guardacabos de 12 mm (5/8").

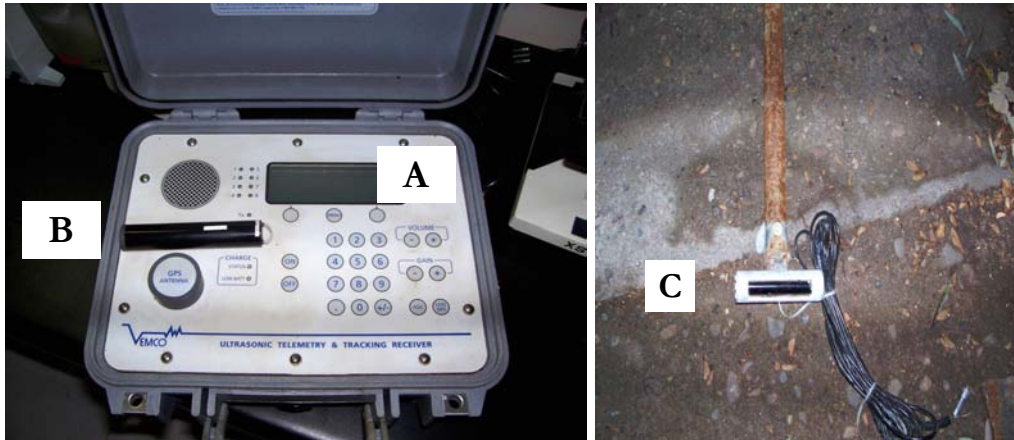


Figura 39: Equipo acústico usado para detectar profundidad de la red (A=receptor acústico; B=emisor acústico; C=hidrófono direccional ubicado en el extremo inferior del brazo abatible).

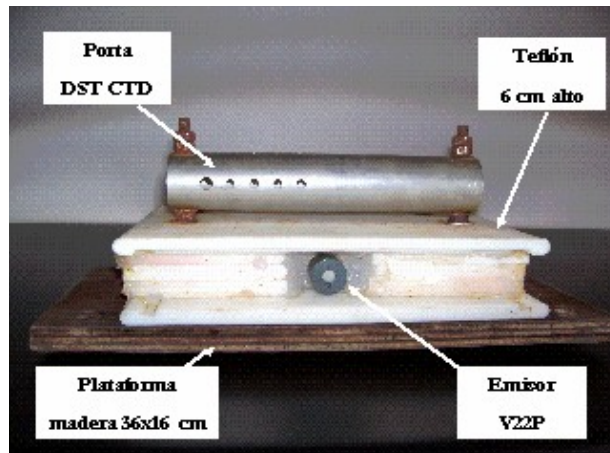


Figura 40: Plataforma porta DST-CTD y emisor acústico V22P.



Figura 41: Perfilador oceanográfico DST-CTD (Star-Oddi Ltda.).

1.7.4. Portalones

Se utilizó dos portalones tipo “Super foil” de 76,5 × 38,5 cm y 20 kg de peso, proporcionados por Nylon Net Company (Memphis, Tennessee, Figura 42)

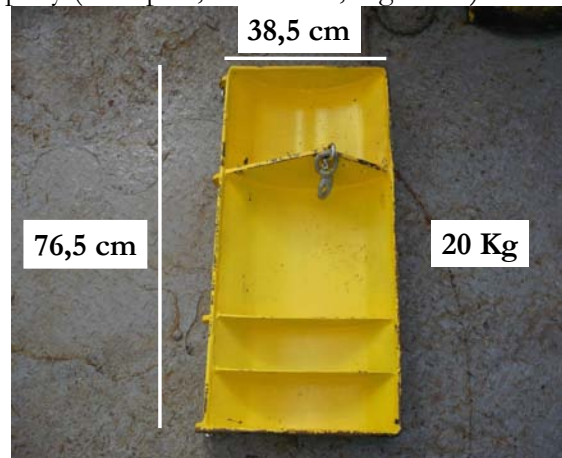


Figura 42: Portalones utilizados para maniobra de pesca red CBL-MWT.

1.7.5. Winche

La embarcación “Nautilus V” contaba con un winche eléctrico sustentado por un motor de 3 HP, con una velocidad fija de 3000 rpm y una caja reductora de 30:1. Aunque de suficiente potencia, este winche alcanzaba una velocidad constante y muy reducida (0.1 m/s), inadecuada para la operación de la red de pesca. Se modificó el winche, bajo la asesoría de una empresa experta, reemplazando el motor por uno oleohidráulico de 5 HP, conectado al sistema existente en la embarcación y una caja reductora 3:1, con mando de velocidad regulable (Figura 43). Con estas modificaciones, se aumentó la velocidad de calado-virado hasta un máximo de 1,5 m/s, pero se redujo la fuerza de tiro de 4 a 2 toneladas.

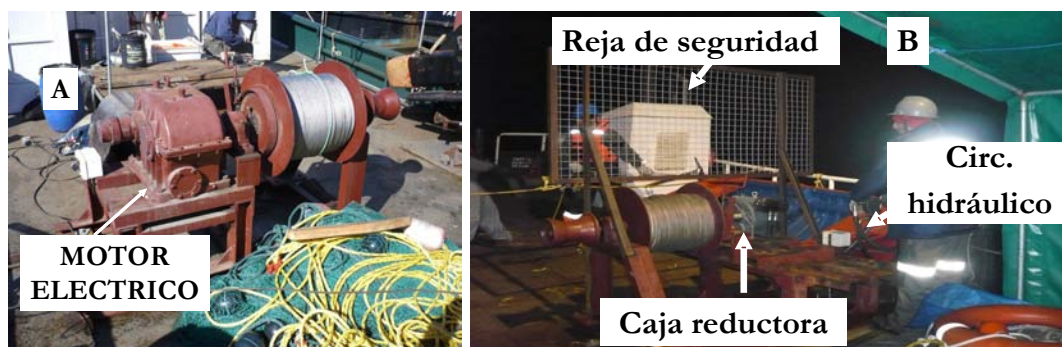


Figura 43: Winches usados en maniobra de pesca. A=winche original con motor eléctrico; B=winche hidráulico modificado.

1.7.6. Lances de prueba

Con el fin de mejorar el desempeño de la red, se realizó lances de prueba en el sector norte del Seno de Reloncaví, los días 16 y 17 de abril, y en el sector de Islas Butachauques la noche del 1 de mayo de 2008. En esta última zona, se suspendió el crucero hidroacústico y se programó lances reiterados sobre marcas para evaluar correcciones propuestas por el fabricante de la red (Tabla 25). Además, un experto en pesca de arrastre (Juan Velásquez, patrón de pesca de pesquera Pescachile) acompañó al equipo de investigación en terreno.

En cada lance se evaluó el tiempo requerido en cada maniobra, comportamiento de la red en el agua (abertura correcta de la red, trabajo de portalones, tiempo para alcanzar profundidad deseada, comportamiento de cables de amarinamiento), comportamiento del winche, comportamiento de la embarcación al realizar el arrastre y otros (Tabla 23). Posterior a cada lance de prueba, se realizó correcciones y modificaciones necesarias, siendo evaluadas en la siguiente maniobra. Resultados

1.8. Composición de tallas

1.8.1. *Región de Los Lagos.*

La zona 1 (Seno de Reloncaví-Chiloé insular Norte) concentró la mayor proporción de datos de talla disponibles ($n=5.909$) a partir del muestreo de capturas comerciales y muestreo con red de mediana efectuadas en el área y período de estudio. En esta zona, las tres especies analizadas presentaron una distribución bimodal de tallas, más evidente en anchoveta (Figura 44) y sardina austral (Figura 45) que en sardina común (Figura 46). Es así como anchoveta presentó modas a los 11 y 18 cm (longitud total, LT) y una talla media de $13,3 \text{ cm} \pm 0,26 \text{ EE}$. Las modas de sardina austral correspondieron a los intervalos de talla de 9 y 15 cm, presentando una talla media de $12,0 \text{ cm} \pm 0,16 \text{ EE}$. La talla media de sardina común fue de $10,7 \text{ cm} \pm 0,11 \text{ EE}$, con una fuerte moda a los 11 cm y una segunda moda, insinuada a los 14 cm.

En la zona 2 (Chiloé insular Sur) la disponibilidad de datos fue relativamente baja ($n=1.144$), no existiendo datos para estructura de talla de anchoveta en los datos de captura comercial (IFOP). La captura con red de mediana proporcionó 5 ejemplares de esta especie y tampoco permitió un análisis de estructura de talla. Tanto en sardina austral como en sardina común fue posible identificar modas únicas a los 15 y 14 cm, respectivamente. Las tallas medias estimadas tanto para sardina austral ($15,7 \text{ cm} \pm 0,26 \text{ EE}$), como para sardina común ($14 \text{ cm} \pm 1,3 \text{ EE}$) fueron superiores a las estimadas en la zona 1 (Tabla 24).

Al comparar los datos de longitud de sardina austral obtenidos mediante arrastres de mediana agua y aquellos proporcionados por IFOP (Figura 47), fue posible observar que sólo el grupo de menor talla estuvo bien representado en las capturas de la red, con una moda de 7,5 cm, algo inferior a la moda de 9 cm presente en los muestreos de desembarque. Sin embargo, una vez corregida la correlación dentro de lances (análisis multinomial de tipo mixto), fue imposible evidenciar diferencias significativas entre ambas fuentes de información.

Para facilitar el cálculo de abundancias y biomásas a la talla, las proporción en número y peso a la talla por zona para anchoveta (Tabla 49), sardina común (Tabla 50) y sardina austral, en la Región de Los Lagos (Tabla 51) y la Región de Aysén (Tabla 52), son incluidas en Anexo V y en la base de datos del proyecto.

Tabla 23: Listado de lances de evaluación de maniobra de pesca, realizados los días 16 y 17 de abril de 2008.

Lance	Tiempo (minutos)		Red			N° de personas necesarias		Observación	Acción correctiva
	Arriado	Virado	Prof. deseada alcanzada	Abertura boca	Abertura portalones	Arriado	Virado		
1	20	10	No	No	No	6	6	• Cruce de portalones.	• Se modificó posición de cables de cala a portalones.
2	20	10	No	No	No	6	6	• Cruce de portalones.	• Se modificó posición de cables de cala a portalones.
3	20	10	No	No	No	6	6	• Cruce de portalones con la red.	•
4	15	10	No	No	No	6	6	• Cruce de portalones con cables de amarinamiento.	• Se acortó estándares.
5	15	10	No	Si	Si	6	6	• Cruce de portalones con cables de amarinamiento.	• Se acortó volante
6	10	10	No	Si	Si	6	6	• Cruce de portalones con cables de amarinamiento.	• Se descartó volante
7	7	5	No	Si	Si	5	5	• Abertura de red lenta. • Problemas con dispositivo de sensor DST y emisor de hidrófono.	• Se incorporó mayor peso a relinga inferior. • Se compensó peso de dispositivo con dos flotadores.
8	5	5	Si	Si	Si	5	5	• Velocidad de arriado y virado del winche insuficiente.	• Se realizó modificación del winche el 23 de abril
9	5	5	Si	Si	Si	3	3	• Hidrófono presentó problemas para recibir señal de profundidad de la red por ángulo de recepción.	• Se instaló brazo protractil para el receptor del hidrófono

Lance	Tiempo (minutos)		Red			N° de personas necesarias		Observación	Acción correctiva
	Arriado	Virado	Prof. deseada alcanzada	Abertura boca	Abertura portalones	Arriado	Virado		
10	5	5	Si	Si	Si	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó seguridad de la maniobra. 	<ul style="list-style-type: none"> Se instaló rejilla de seguridad para operador del winche. Se determinó protocolo de maniobra.
23	4	6	Si	Si	Si	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Lance sin captura. No se apreció mejor maniobrabilidad de la red. 	<ul style="list-style-type: none"> Se alargó estándares inferiores en 0,45 m con cabo de PP de 14 mm de diámetro
24	4	5	Si	Si	Si	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Lance sin captura. Al aumentar velocidad de arrastre aumentó tensión sobre cable de cala, con esto aumentó el riesgo de accidentes en maniobra. Winche presentó dificultad para virar la red sobre los 5 kn de velocidad de la embarcación. 	<ul style="list-style-type: none"> Se conservó modificación de lance n°23 Se evaluó arrastre a velocidad entre 3 a 6 nudos.
25	5	5	Si	Si	Si	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Lance con captura. La red descendió más rápido al fondo. Al aumentar velocidad de arrastre la red se mantuvo por mayor tiempo en estrato deseado. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó cambio del cabo de PP usado en lance n°23 y n°24 por cadena de 0.5 m de eslabones de 12 mm de diámetro, peso 2.5 kg. Se evaluó arrastre a velocidad entre 3 a 6 kn.

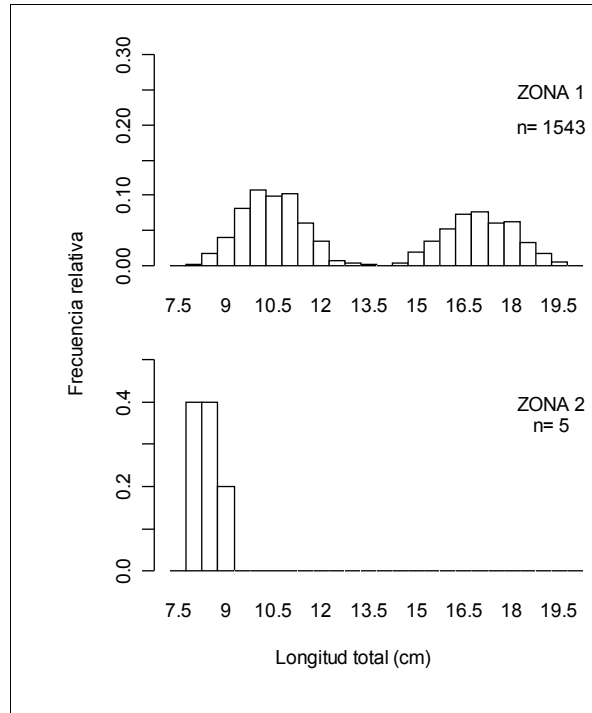


Figura 44: Distribución de frecuencias de tallas de anchoveta en la Región de Los Lagos (abril-mayo, 2008). Elaborado en base a datos proporcionados por IFOP y datos propios del proyecto.

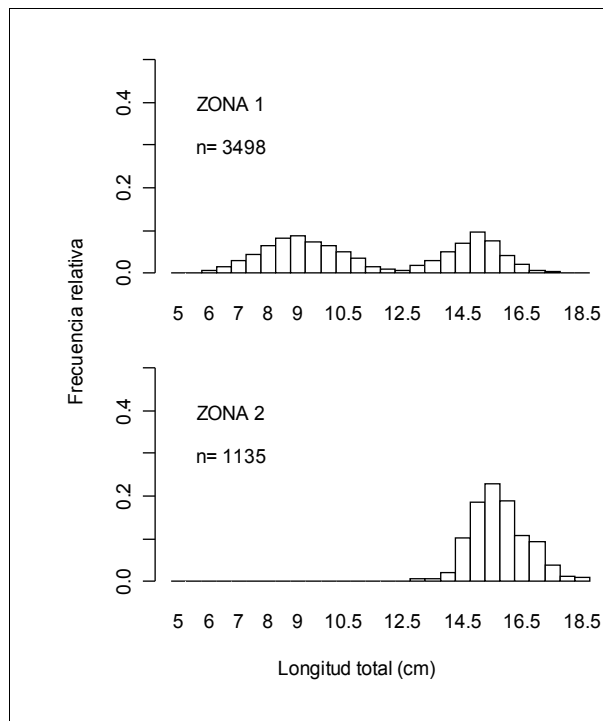


Figura 45: Distribución de frecuencias de tallas de sardina austral en la Región de Los Lagos (abril-mayo, 2008). Elaborado en base a datos proporcionados por IFOP y datos propios del proyecto.

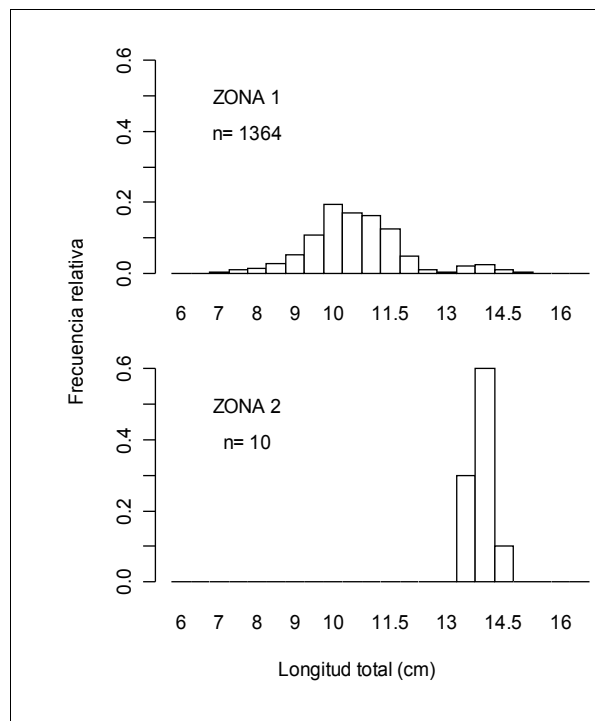


Figura 46: Distribución de frecuencias de tallas de sardina común en la Región de Los Lagos (abril-mayo, 2008). Elaborado en base a datos proporcionados por IFOP y datos propios del proyecto.

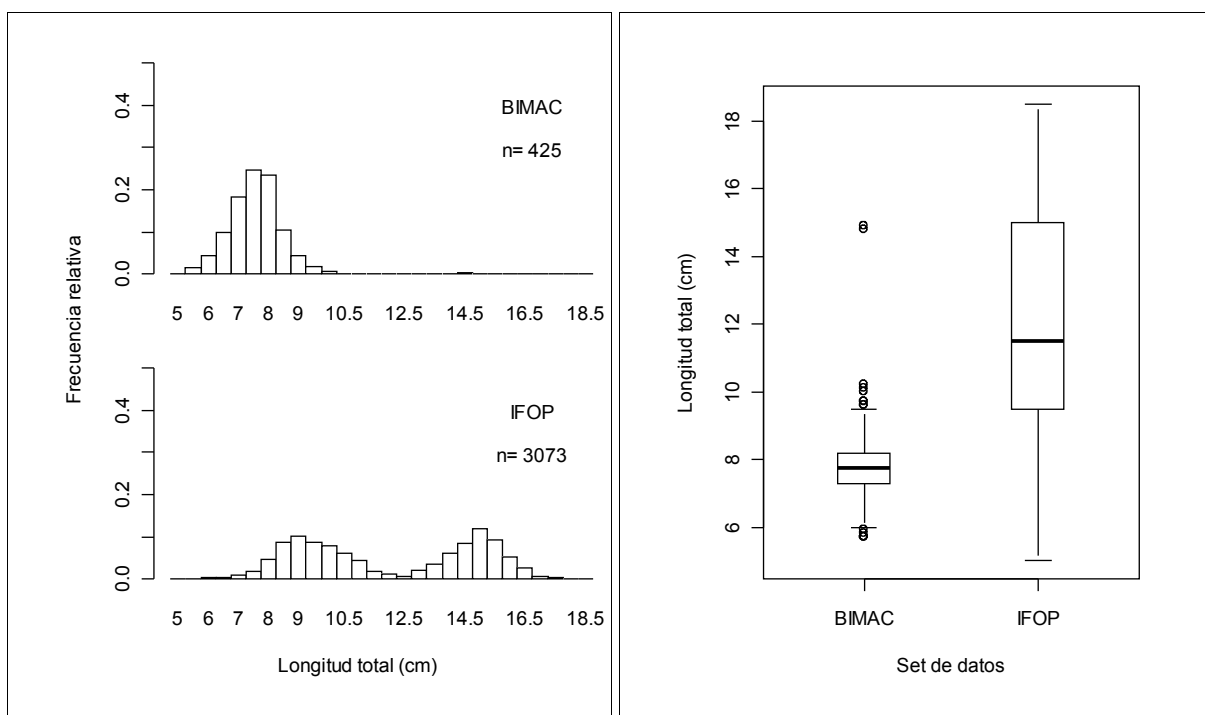


Figura 47: Longitud total de sardina austral en la Región de Los Lagos (Zona 1) según fuente de datos. BIMAC: datos obtenidos mediante muestreo directo (red CBL-MWT); IFOP: muestreo de desembarques comerciales efectuado por el Instituto de Fomento Pesquero (abril-mayo 2008).

1.8.2. Región de Aysén.

Esta región se caracterizó por la presencia casi exclusiva de sardina austral, la cual dominó la totalidad de los lances y fue la única especie presente en 28 de los 30 lances efectivos obtenidos en la región. El reducido tamaño muestral alcanzado para anchoveta (n=4) y la ausencia de muestras de sardina común, llevaron a concentrar el análisis de la presente sección en sardina austral.

Fue posible constatar diferencias significativas tanto en la talla media, como en la estructura de tallas de sardina austral, entre las distintas zonas en las cuales fue estratificada la Región de Aysén (Tabla 24 y Figura 48). En general, los canales y fiordos sur- orientales, zonas 5 y 7, presentaron las menores tallas medias (Tabla 24), con una marcada presencia de juveniles y modas de 9 y 7,5 cm, respectivamente (Figura 48). Los canales longitudinales (Moraleda, Costa y Errázuriz) mostraron medias algo mayores, con modas en torno a los 9 cm y una muy baja presencia de individuos bajo 7 cm. La zona más occidental, por su parte, concentró individuos de mayor tamaño, en su mayoría adultos, por sobre los 11 cm de longitud total (Figura 48).

No se identificó diferencias significativas entre machos y hembras, ni respecto de sus tallas medias, ni respecto de su estructura de tallas. Lo anterior, habida cuenta de individuos juveniles, cuyo sexo no pudo ser determinado en un 62% de las muestras obtenidas en la Región de Aysén.

Tabla 24. Talla media estimada (sexos agregados) de anchoveta, sardina austral y sardina común (cm \pm EE) para cada zona en el periodo de estudio. *n.d.*: información no disponible; * : $n \leq 5$. (Fuente: Instituto de Fomento Pesquero y datos del propio proyecto)

Zona	Largo total (cm) \pm EE		
	Anchoveta	Sardina austral	Sardina común
Zona 1	13,3 \pm 0,26	12,0 \pm 0,16	10,7 \pm 0,11
Zona 2	*	15,7 \pm 0,26	14 \pm 1,3
Zona 3	n.d.	n.d.	n.d.
Zona 4	n.d.	8,0 \pm 0,77	n.d.
Zona 5	n.d.	7,6 \pm 0,27	n.d.
Zona 6	*	8,2 \pm 0,54	n.d.
Zona 7	n.d.	6,5 \pm 0,38	n.d.
Zona 8	*	11,5 \pm 0,27	n.d.

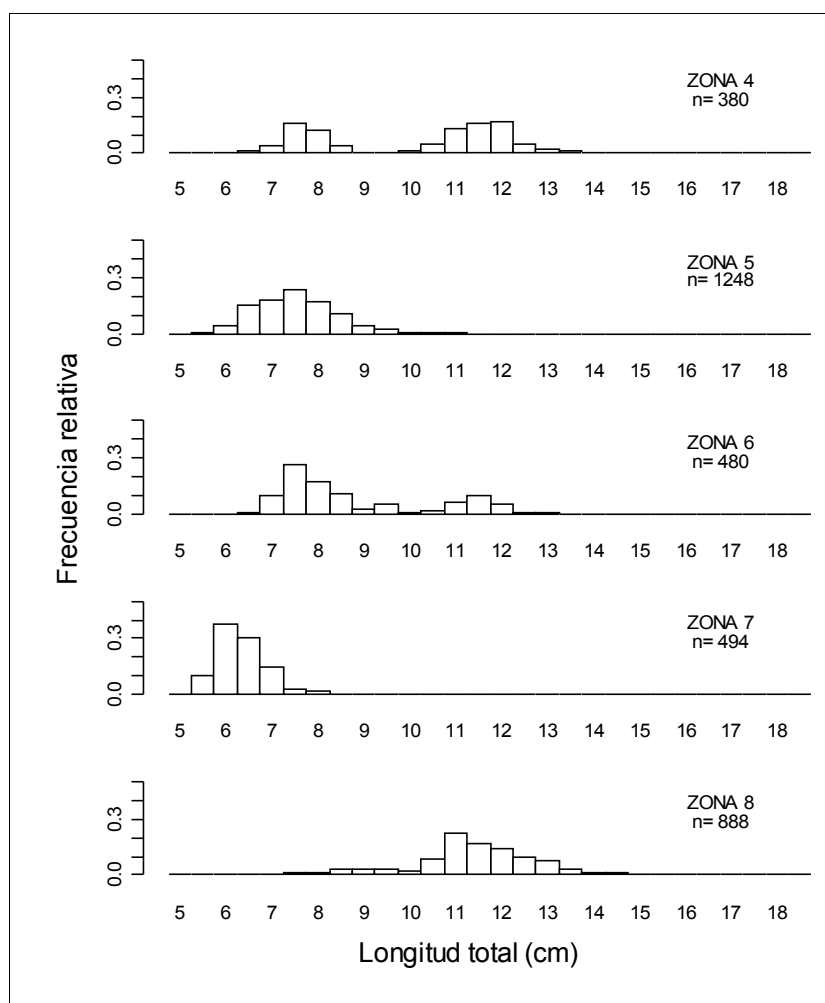


Figura 48: Distribución de frecuencias de talla de sardina austral en la Región de Aysén por zona de análisis (octubre-noviembre, 2008).

1.9. Proporción sexual

Los datos obtenidos para sardina austral en la Región de Aysén mostraron un significativo predominio de machos en todas las zonas estudiadas, con una proporción media de hembras estimada en $0,27 \pm 0,019$ (EE) y un rango entre 0 y 0,33 (Tabla 25). Cabe destacar que los individuos indeterminados representaron una proporción entre 0,82 y 0,88 en todas las zonas, a excepción de la zona 8 donde fueron minoría con una proporción de 0,1 (Tabla 25).

1.10. Relación longitud-peso

La relación longitud-peso se estimó agregando todas las zonas pertenecientes al cruceo realizado en la Región de Aysén, un análisis previo de los datos no mostró diferencias significativas entre sexos por lo que el análisis se hizo combinando sexos e incluyendo individuos de sexo indeterminado (Figura 49). La relación longitud-peso, así definida, para sardina austral correspondió a la ecuación:

$$PT = \beta_0 \cdot LT^{\beta_1}$$

donde :

β_0 : $0,0085 \pm 0,00058$ (EE)

β_1 : $2,92 \pm 0,026$ (EE)

1.11. Talla de madurez sexual

La talla media de madurez sexual estimada para sardina austral en la Región de Aysén fue de $10,109 \text{ cm} \pm 0,0075$ (EE). El percentil 95 de la talla de madurez sexual fue estimado en $11,51 \text{ cm} \pm 0,012$ (EE) para esta misma especie en la Región de Aysén (Figura 50).

Tabla 25: Proporción sexual estimada para sardina austral en aguas de la Región de Aysén (octubre-noviembre 2008), según estrato de análisis. Proporción estimada a partir de resultados de muestreo ex-post en laboratorio.

Zona	Número de machos	Número de hembras	Número de indeterminados	Proporción hembras	Error estándar
4	20	0	90	0	$9,32 \cdot 10^{-5}$
5	39	19	367	0,33	0,062
6	15	0	106	0	$1,10 \cdot 10^{-5}$
7	21	6	155	0,22	0,079
8	301	124	54	0,29	0,022
Total Región de Aysén	396	149	772	0,27	0,019

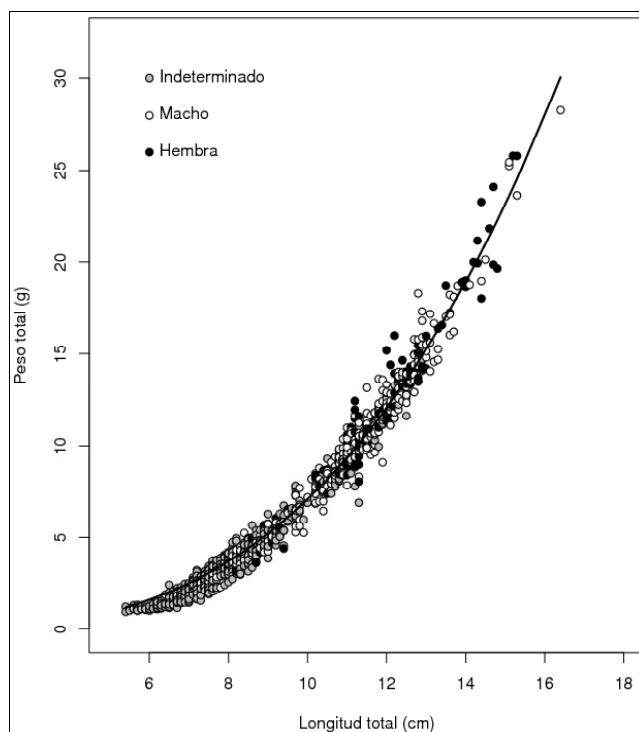


Figura 49: Relación longitud-peso observada (círculos) y estimada (línea continua) para sardina austral en la Región de Aysén.

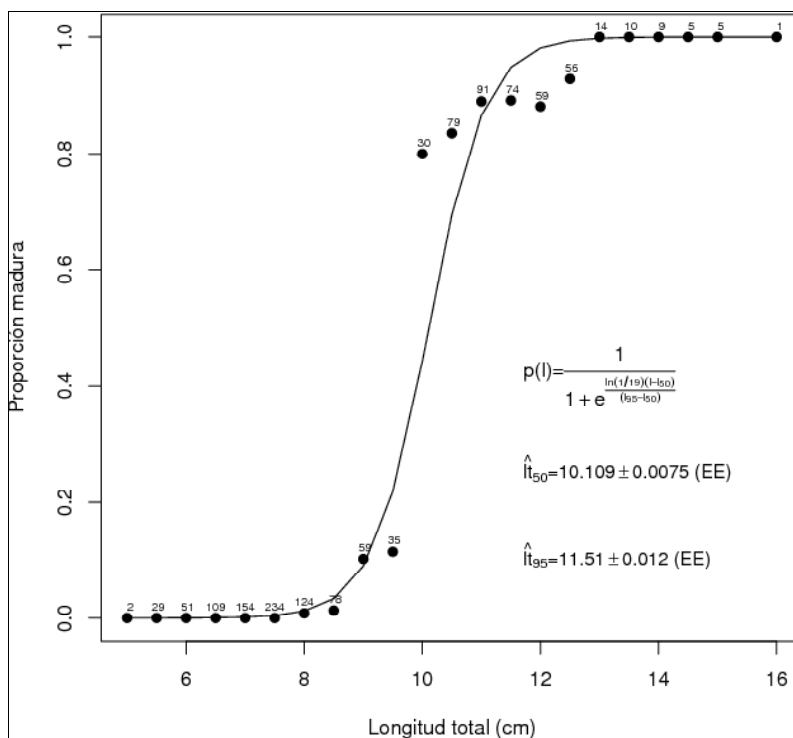


Figura 50: Estimación de la talla media y percentil 95 de madurez sexual de sardina austral en la Región de Aysén. Círculos representan proporciones observadas a la talla, indexadas por el número de observaciones correspondiente. Línea continua representa el modelo ajustado.

1.12. Composición de especies

1.12.1. Región de Los Lagos

Para estimar la proporción de especies presente en los ensambles de pequeños pelágicos identificados en cada una de las zonas de análisis, dentro de la Región de Los Lagos, se utilizó los datos de desembarque de pequeños pelágicos registrados en puertos de aguas interiores de esta zona por parte del Instituto de Fomento Pesquero, entre el 16 de abril y el 18 de mayo de 2008 (Tabla 26, Figuras 51). Un 92% de estas capturas estuvo concentrado en la zona 1 (Seno de Reloncaví y Norte de Chiloé Insular) lo que coincidió con las áreas de mayor abundancia de pequeños pelágicos, según las estimaciones acústicas del presente y anteriores estudios (Niklitschek et al. 2007). Sardina austral representó el 75% del total de capturas comerciales en el período de estudio, seguida por sardina común (17%) y anchoveta, la que representó sólo un 8% del desembarque total. Se adjunta figura que muestra en los lances exitosos la proporción de especies de la captura con red de arrastre de mediagua (Figura 52).

Tabla 26: Composición de especies en el desembarque de pequeños pelágicos en aguas interiores de la Región de Los Lagos (abril-mayo de 2008). Fuente: Instituto de Fomento Pesquero. n.d. Información no disponible.

Zona	Anchoveta		Sardina austral		Sardina común		Total
	Toneladas	Porcentaje	Toneladas	Porcentaje	Toneladas	Porcentaje	Toneladas
1	878,8	8,5%	7.512,6	73,4%	1.837,9	18,0%	10.229,3
2	18,0	1,9%	872,3	93,1	46,8	5%	937,0
3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Total	896,8	8,0%	8.384,9	75,1%	1.884,6	16,9%	11.166,3

1.12.2. Región de Aysén

En la Región de Aysén Tabla 27, los resultados del muestreo directo efectuado en el transcurso del cruce hidroacústico, indicaron que la sardina austral fue aún más dominante que en la Región de los Lagos, representando un 99,98% de los ejemplares capturados en la zona. Sólo dos ejemplares de anchoveta fueron encontrados en los muestreos de composición de especies, con presencia en las zona 6 (fiordos al norte de Isla Meninea) y zona 8 (canales occidentales). Dos ejemplares adicionales fueron encontrados en el muestreo dirigido, los que correspondieron a la zona 8. En esta región, no se detectó la presencia de sardina común en el área y período de estudio (Figura 53).

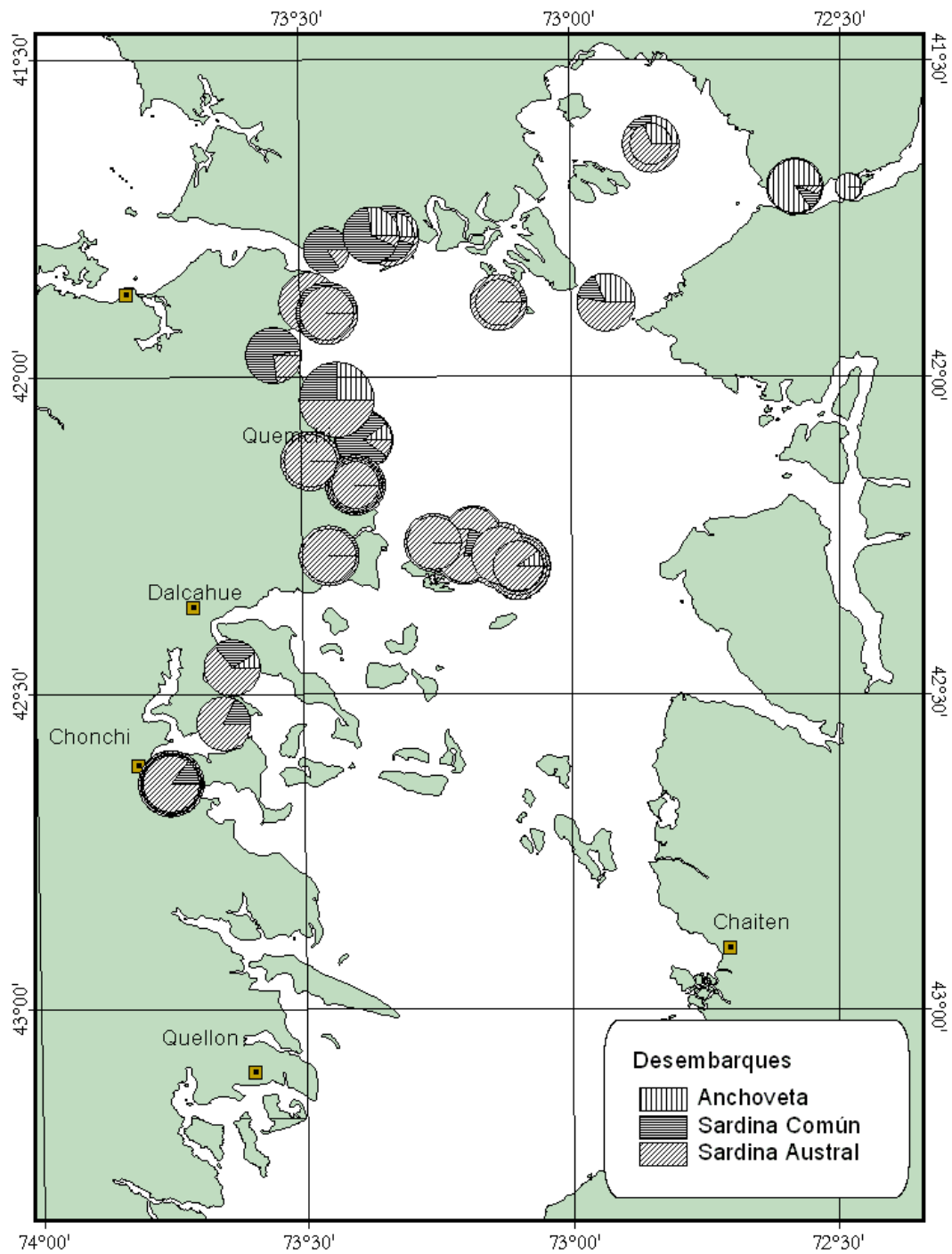


Figura 51: Mapa de proporción de especies de pequeños pelágicos presentes en el área de estudio basado en los datos de capturas comerciales de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos durante el periodo de estudio.

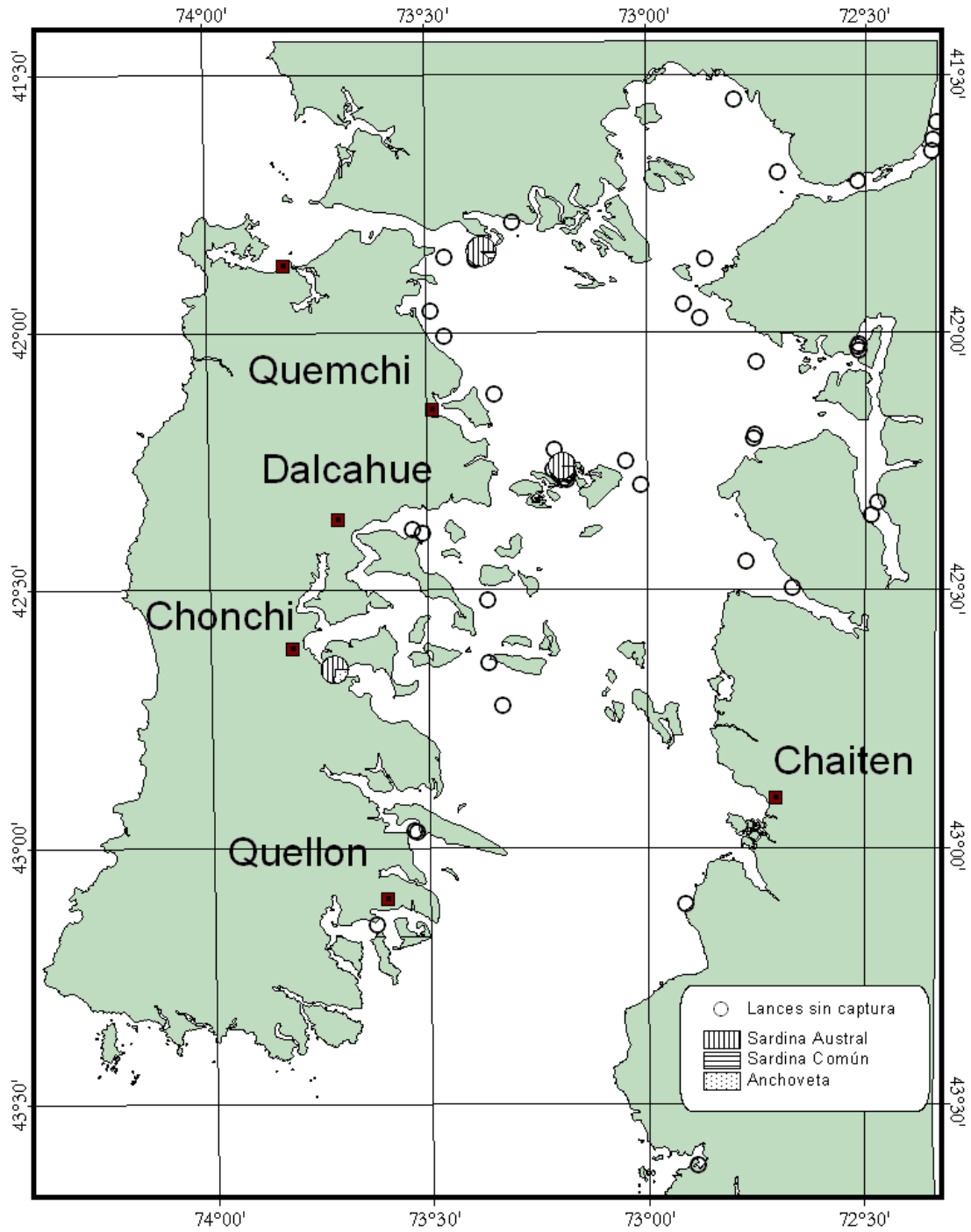


Figura 52: Mapa de proporción de especies de pequeños pelágicos presentes en el área de estudio basado en la captura con red de arrastre de mediagua en la Región de Los Lagos durante el periodo de estudio.

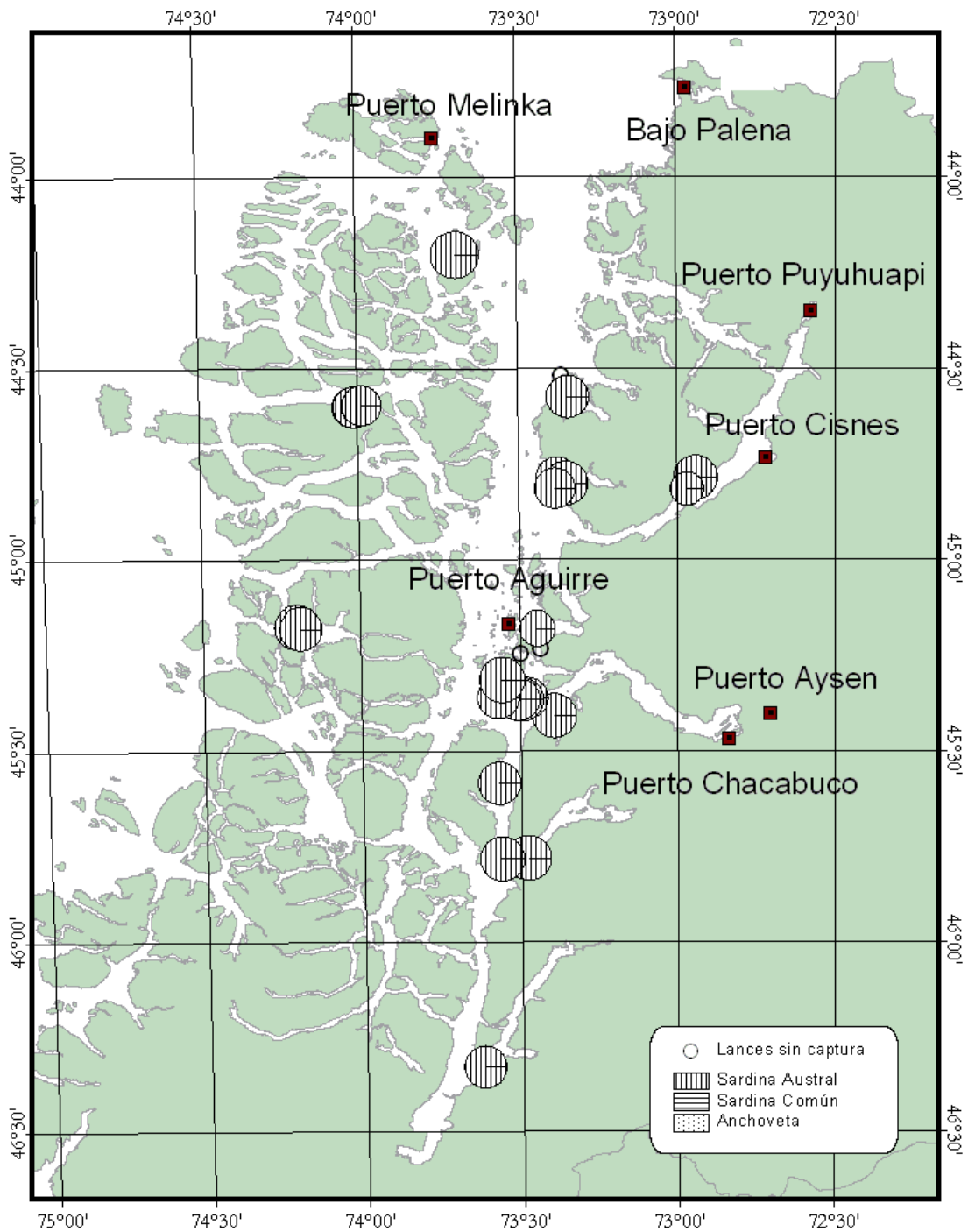


Figura 53: Mapa de proporción de especies de pequeños pelágicos presentes en el área de estudio basado en la captura con red borlinchera en la Región de Aysén durante el periodo de estudio.

Tabla 27: Composición de especies en las muestras de pequeños pelágicos obtenidas en aguas interiores de la Región de Aysén (octubre-noviembre, 2008). Fuente: muestreo aleatorio directo presente proyecto.

Zona	Anchoveta		Sardina austral		Sardina común		Total
	Número de individuos	Porcentaje	Número de individuos	Porcentaje	Número de individuos	Porcentaje	Número de individuos
4	0	0	2396	100	0	0	2.396
5	0	0	8894	100	0	0	8.894
6	1	0.05	1948	99.95	0	0	1.949
7	0	0	4062	100	0	0	4.062
8	1	0.02	5667	99.98	0	0	5.668
Total	2	0.01	22967	99.99	0	0	22.969

2. DISCUSIÓN

Sin perjuicio de los posibles sesgos de muestreo, fue evidente la dominancia de sardina austral en toda el área de estudio, especialmente en Aysén donde representó más del 99% de las muestras obtenidas. Mientras que sardina común no fue detectada en Aysén, su importancia relativa en Los Lagos fue mayor que la de anchoveta, situación que difiere de los resultados de Aranís et al. (2006) y Niklitschek et al. (2007) quienes reportan que sardina común presentaría el menor porcentaje de aparición de pequeños pelágicos en la zona de Los Lagos. La escasa presencia de anchoveta en Aysén, con apenas 4 individuos capturados, podría estar afectada parcialmente por el método de muestreo, basado en cerco superficial nocturno en bahías someras y áreas protegidas.

Las tallas medias estimadas en el presente estudio para sardina austral (6,5-15,7 cm) fueron, en general, inferiores a aquellas reportadas por Aranís *et al.* (2006) y Niklitschek et al. (2007) en 2006, que fueron de 13,7 y 13,0 cm, en 2005 y 2006, respectivamente. Llama especialmente la presencia de individuos juveniles, con tallas medias entre 6,5-8,2 cm, en los fiordos y canales más orientales de Aysén (Canal Puyuguapi, Fiordos Aysén y Quítralco, Canal Costa y zonas adyacentes), los cuales se sugieren como posibles áreas de crianza o refugio invernal. Esta situación contrasta con los canales occidentales (Tuamapu, Pérez Norte, Goñi, Ninualac), que se abren al Pacífico, donde se encontró una proporción notablemente mayor de individuos adultos, algunos en actividad reproductiva evidente, con un promedio de longitud total de 11,5 cm.

El desfase temporal entre las evaluaciones de Los Lagos y Aysén, derivado de las complicaciones metodológicas y operacionales del proyecto, impidieron resolver directamente la importancia relativa de ambas regiones respecto del stock total del recurso en el área. De esta manera, es posible que, al menos, parte del stock haya sido evaluado repetidamente, principalmente adultos en actividad reproductiva, presentes en Aysén (octubre-noviembre), que podrían haber sido también encontrados en Los Lagos durante la evaluación de otoño (abril-mayo). Esta situación sería coherente con la menor disponibilidad primaveral del recurso en el Golfo de Ancud, reportada por pescadores artesanales. En este mismo sentido, la ausencia de actividad

reproductiva durante otoño en Los Lagos (100% de los ejemplares en estadios de madurez gonadal 1 y 2) fue consistente con lo encontrado anteriormente en la misma estación y zona (Niklitschek et al, 2007) y contrastó con la situación primaveral en Aysén, donde todos los estados de madurez gonadal estuvieron presentes. Esta última situación se ajustaría al período reproductivo definido entre septiembre y noviembre por Aranís *et al.* (2006).

IV. Recopilación y análisis de la información disponible, generada mediante proyectos BIP o FIP, pescas de investigación y otros (objetivo específico 5).

1. INTRODUCCIÓN

Se realizó una revisión y síntesis comparativa de los resultados obtenidos por los principales proyectos de investigación biológico-pesquero orientados a pequeños pelágicos en Chile, con énfasis en las aguas interiores de las regiones de Los Lagos y Aysén. Estos proyectos incluyeron:

- Prospecciones hidroacústicas encomendadas al Instituto de Fomento Pesquero por AGARMAR en 2002 (Castillo & Espejo 2003).
- FIP 2004-39 Monitoreo de la pesquería de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X Región, año 2004 (Aranis et al. 2006).
- Prospección hidroacústica encomendada por AGARMAR a la Universidad Austral de Chile en 2006 (Niklitschek et al. 2007).
- Se recopiló y analizó la información biológica y reproductiva contenida en proyectos FIP de evaluación anual del reclutamiento y del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones. (Tablas 28, 29 y 30).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Los peces del orden Clupeiformes se caracterizan por tener una aleta caudal homocerca (formada por dos lóbulos iguales y sin prolongación de la columna vertebral), ser fisóstomos (con vejiga natatoria unida por un conducto a la parte anterior del tubo digestivo), carecer de radios espinosos en las aletas y presentar, generalmente, escamas cicloideas (Silva & Pequeño. 2007). A este orden pertenecen sardinias, machuelos o tritres, anchoas o anchovetas y arenques. Constituye uno de los grupos de peces de mayor importancia en la pesca mundial y local (Galleguillos et al. 1996, Madirolas et al. 2000, Peltonen et al. 2004, Torstensen 2005, Aranís et al. 2007, Gatica et al. 2007). Dentro del Orden Clupeiformes se encuentran la Familia Engraulidae a la que pertenece la anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842) y la Familia Clupeidae a la que pertenecen la sardina común (*Strangomera bentincki* Norman, 1936) y la sardina austral (*Sprattus fuegensis* Jenyns, 1842), entre otras.

Los pequeños pelágicos son también peces de gran importancia pesquera en Chile tanto para la flota industrial como para la artesanal. En el Océano Pacífico sur oriental, principalmente frente a Chile y Perú, se han registrado grandes capturas, probablemente las de mayor magnitud en la historia (Simpson & Gil. 1967, Silva & Pequeño. 2007). La captura de pequeños pelágicos se realiza con fines de alimentación y obtención de una serie de subproductos de interés comercial como harina y aceite de pescado. La flota de cerco que opera en la zona centro-sur de Chile tiene como principales centros de desembarque los puertos de Talcahuano y Corral (Castillo et al. 2002).

Tabla 28: Resumen de resultados de estudios realizados en pequeños pelágicos en la zona centro-sur, época, fecha de realización, talla (rango y modas), EMS y promedio o rango de IGS para anchoveta (*Engraulis ringens*)

Zona de estudio	Año	Estación	Fecha de investigación	Talla		Proporción EMS	Promedio /rango IGS	Proyecto
				Rango (cm)	Modas (cm)			
Rio Rapel- Pta. Galera (34°00'S - 40°00'S)	1999	primavera	2-21 diciembre	5,0 - 18,5	-	Indeterminados 44,3% Estado 1: 1,7% Estado 2: 14,8% Estado 3: 39,1%	-	FIP 1999-13 (Castillo et al. 2000)
	2001	primavera	3-23 enero 2001	4,5-17,0	Hembras: 11,0; 13,5; 15,5	Indeterminado 40,2% Estado 2: 49,0% Estado 3: 10,6% Estado 5: 0,05%	-	FIP 2000-09 (Castillo et al. 2001)
	2001	invierno	22 agosto-18 septiembre	-	9; 13,5	Estado 2: 44,6 % Estado 3: 55,2 % Estado 6: 0,2 %	9	FIP 2001-14 (Castillo et al. 2002)
	2002	primavera	7 - 26 enero	-	8; 15,5	Estado 3,	-	FIP 2001-13 (Castillo et al. 2003)
Topocalma – paralelo 41 33° 50'S - 41° 00'S.	2003	verano	6 - 30 enero		4,5; 8; 11; 16	Estado 4: 26,5 % Estado 5: 29,9 % Estado 6: 19,6 %	4,6	FIP 2002-13 (Castillo et al. 2003)

Tabla 28... continuación

Zona de estudio	Año	Estación	Fecha de investigación	Talla		Proporción EMS	Promedio /rango IGS	Proyecto
Valparaíso - Constitución (33°10'S – 34°50'S)	2003	invierno	15 agosto- 9 septiembre		10 (centro) 14; 15 (sur)	Estado 3	-	FIP 2002-14 (Cubillos et al. 2003)
Constitución-Golfo Arauco (35°00'S-37°05'S)	2005	invierno	21 agosto- 26 septiembre.	13-14		Estado 3 :18,2%.		FIP 2004-03 (Cubillos et al. 2005)
Lebu – Bahía San Pedro (38°00'S – 41°20'S).	2006	invierno	21 de agosto- 22 de septiembre.		11 (centro) 14 (sur).	Estado 3: 95%		FIP 2005-02 (Cubillos et al. 2006)
Topocalma-Punta Galera (33° 50'S-40°00'S).	2004	verano	5- 27 enero		8,0 y 14,5	Estado 1 :47,1% Estado 2 :34,4% Estado 3 :18,2%. Estado 4 :0,3%.	1,6	FIP 2003-08 (Castillo et al. 2004)
	2005	verano	4-28 de enero		14,5	Estado 2 :72,4% Estado 3 :27,6%,		FIP 2004-05 (Castillo et al. 2005)
Mar interior de Chiloé 41°29' S - 43°21' S		otoño	26 de abril - 12 de mayo d		14,2 cm ± 0,14			(Niklitschek et al. 2007)

Tabla 29: Resumen resultados de estudios realizados en pequeños pelágicos en la zona centro-sur, época, fecha de realización, talla (rango y modas), EMS y promedio o rango de IGS para sardina común (*Strangomera bentinckii*).

Zona de estudio	Año	Estación	Fecha de investigación	Estructura de talla		Proporción EMS	Promedio /rango IGS	Proyecto
				Rango (cm)	Modas (cm)			
Rio Rapel- Pta Galera (34°00'S - 40°00'S)	1999	primavera	2-21 de diciembre		55	Estado 2 :100%		FIP 1999-13 (Castillo et al. 2000)
	2001	primavera	3-23 de enero.	4.0 - 16.0		Indeterminado: 95% Estado 2 :5%		FIP 2000-09 (Castillo et al. 2001)
	2001	invierno	22 agosto- 18 septiembre		7,5; 11,0 y 14,5	Indeterminado 23,3% Estado 2 :48,7 % Estado 3 :26,6%	6,9	FIP 2001-14 (Castillo et al. 2002)
	2002	primavera	7 - 26 de enero, 2002	08/14/09	8; 14	Estado 2.		FIP 2001-13 (Castillo et al. 2003)
Topocalma – paralelo 33° 50'S - 41° 00'S	2003	verano	6 y 30 de enero.		4; 7,5; 12,5; 16	Estado 6: 100%	4,2	FIP 2002-13 (Castillo et al. 2003)
	2004	verano	5 - 27 de enero 2004		8,0;11,5	Estado 1: 70,1% Estado 2: 20% Estado 3 9,3%	3,4	FIP 2003-08 (Castillo et al. 2004)
	2005	verano	4-28 de enero	5 -15,5	14	Estado 2: 93,9% Estado 3: 6,1%		FIP 2004-05 (Castillo et al. 2005)

Tabla 29... continuación

Zona de estudio	Año	Estación	Fecha de investigación	Estructura de talla		Proporción EMS	Promedio /rango IGS	Proyecto
Valparaíso-Constitución (33°00'S-34°00'). Constitución-Golfo Arauco (34°30'S-37°10'S) Lebu-Bahía San Pedro (38°00'S-41°35').	2003	invierno	15 agosto - 9 septiembre	14-14,5	10 (sector centro)	Hembras reproductivamente activas.		FIP 2002-14 (Cubillos et al. 2003)
	2003	primavera	octubre – diciembre 2003	12,5-17,0			5,4	FIP 2003-06 (Bernal et al. 2004)
	2004	invierno	21 agosto - 26 septiembre.	13-14		Estado 3: 97%		FIP 2004-03 (Cubillos et al. 2005)
	2006	invierno	21 de agosto- 22 de septiembre.		10,5 (centro) 11 (sur)	Estado 3: 97%		FIP 2005-02 (Cubillos et al. 2006)
41°29' S - 43°21' S	2006	otoño	26 de abril- 12 de mayo		16,3			(Niklitschek et al. 2007)

Tabla 30: Resumen resultados de estudios realizados en pequeños pelágicos en la zona centro-sur, época, fecha de realización, talla (rango y modas), EMS y promedio o rango de IGS para sardina austral (*S. fuegensis*)

Zona de estudio	Estación	Fecha de investigación	Talla		Proporción EMS	Promedio/rango IGS	Proyecto
			Rango (cm)	Modas (cm)			
41°29' S - 43°21' S	otoño	26 de abril- 12 de mayo de 2006		13,0 cm			(Niklitschek et al. 2007)

La sardina común y la anchoveta se caracterizan por presentar una fuerte distribución costera, no superando las 30 - 50 millas náuticas de la costa, un ciclo de vida corto con tres a cuatro años de longevidad, crecimiento rápido y elevada tasa de mortalidad natural; forman cardúmenes altamente densos, y son especies marcadamente influenciadas por factores ambientales (bióticos y abióticos) en todas las etapas de su ciclo vital (Cubillos et al. 1998, Barría et al. 1999, Cubillos et al. 2003, Castillo et al. 2005). Características similares se presentan en la sardina austral (Hansen et al. 1999, Madirolas et al. 2000) una especie que ha sido confundida frecuentemente con sardina común debido a su estrecha similitud (Aranis et al. 2006).

La sardina austral, fueguina, patagónica, araucana o pechu chalwa hasta hace poco no presentaba información oficial de desembarque pesquero en Chile (SERNAPESCA 2006). A partir del estudio de Aranís et al. (2006) relacionado con la pesquería de pequeños pelágicos, se comprobó la presencia de *S. fuegensis* en las capturas realizadas en el mar interior de Chiloé, evidenciando en ocasiones una captura casi exclusiva de sardina austral. En un estudio posterior realizado por Niklitschek et al. (2007), se indica que *S. fuegensis* sería la especie predominante dentro de los pequeños pelágicos en el Mar interior de Chiloé. Sardina austral, al igual que sardina común y anchoveta, realiza migraciones verticales circadianas; durante el día presenta agregaciones compactas tipo cardumen a mayor profundidad, que tienden a dispersarse durante la noche hacia la superficie, en agregaciones de distintas densidades. Es una especie pelágica y zooplanctófaga a lo largo de todo su ciclo vital, distribuida en las zonas costeras sur-australes de Chile y Argentina, principalmente en los primeros 50 metros de la columna de agua (Madirolas et al. 2000, Sabatini et al. 2001, Castillo et al. 2004, Aranís et al. 2006).

Gran parte de la información concerniente a la biología de sardina austral ha sido realizada en las costas del Atlántico argentino, donde esta especie cumple un importante rol como especie forrajera. Sardina austral es la única especie de pelágico importante descrita en esa zona y es considerado como alimento fundamental para consumidores demersales, tales como merluza austral *Merluccius australis*, merluza de cola *Macruronus magellanicus* y bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* (Gru & Cousseau 1982). En el Atlántico, se reconoce dos poblaciones diferentes de sardina fueguina: una continental distribuida sobre la costa patagónica, al sur de 47° S, y otra insular que habita alrededor de las islas Malvinas. De acuerdo a estudios relacionados con su alimentación, ésta presentaría una doble modalidad: pasiva por filtración branquial y activa por aprehensión, vinculada a la concentración y el tamaño de las presas en el medio, el diámetro de la boca y la distancia interespinal del primer arco branquial. Mediante la primera modalidad se alimentaría de crustáceos del mesozooplankton (microfagia) y por la segunda del macrozooplankton (macrofagia). Copépodos calanoideos, eufausiáceos, anfípodos hipéridos y larvas de crustáceos decápodos son, por orden decreciente de importancia, la base de su dieta (Cousseau 1982, Gru & Cousseau 1982, Hansen et al. 1999, Madirolas et al. 2000, Sabatini et al. 2001).

La pesquería artesanal de pequeños pelágicos en la zona centro-sur se desarrolla, principalmente en la zona costera comprendida entre las regiones del Bío-Bío y Los Lagos, concentrando su esfuerzo histórico en los recursos sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). Latitudinalmente, la anchoveta se ha registrado desde los 5°S hasta los 43°S (Galleguillos et al. 1996, Chirichigno & Velez 1998), mientras que la sardina común tiene una distribución más restringida, desde los 29°S a los 42°S (Serra et al. 1983). Ambas especies han sido también observadas en aguas interiores de la Región de Los Lagos (Aranís et al. 2006, Niklitschek et al. 2007). La zona de mayor densidad y frecuencia se encuentra entre la Región de O' Higgins y la Región de los Lagos, existiendo poca información acerca de la biología y distribución espacial de estas especies en las aguas interiores de la Región de los Lagos. En el sentido longitudinal, los

cruceros de prospección acústica indican que la distribución de los recursos se limita a las 10 mn más costeras, con ocasionales registros de la presencia de anchoveta a 20 mn, siendo más frecuente y abundante en las primeras 5 mn de la costa (Castillo et al. 2005). Sardina austral por su parte, corresponde a la especie dominante en las capturas artesanales de pequeños pelágicos en aguas interiores al sur del seno de Reloncaví (Aranis et al. 2006, Niklitschek et al. 2007). No está registrada su presencia frente a la denominada “costa Valdiviana”, la cual es considerada una zona de transición ictiofaunística (Silva & Pequeño. 2007).

La pesquería mixta de pequeños pelágicos, en la zona centro-sur se desarrolla estacionalmente, con capturas fuertemente dependientes de los pulsos de reclutamiento anual, originando importantes fluctuaciones, especialmente en sardina común. El éxito del reclutamiento dependería de factores como el éxito del desove y la viabilidad de la sobrevivencia de las larvas, relacionado a su vez a la disponibilidad de alimento y condiciones oceanográficas físicas, que pueden alterar la estabilidad de las masa de agua (Castillo et al. 2002).

2.1. Pequeños pelágicos en la zona centro-sur

La pesquería de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur es realizada en forma conjunta por la flota cerquera artesanal e industrial (Galleguillos et al. 1996, Castillo et al. 2002). La distribución espacial de los recursos que sustentan esta pesquería estaría altamente asociada con los focos de surgencia costera y, en el caso de sardina común, con la desembocadura de los principales ríos de la zona centro-sur, motivo por el cual el límite longitudinal de su distribución normalmente no supera las 3 millas náuticas desde la costa (Cubillos et al. 1994, Castillo et al. 2005). Se ha reportado la distribución de estas especies a lo largo de un amplio rango de variables oceanográficas, tanto en el campo latitudinal como en sentido longitudinal. La presencia de focos locales de surgencia costera, principalmente al norte de los 38°S, contrasta con la dilución costera producto de la mezcla con aguas de origen continental, principalmente al sur de los 38°30'S, donde se observa un descenso de los valores de salinidad (<33,9). Esta situación se incrementa hacia el extremo sur donde se nota superficialmente la influencia de mezcla de las Aguas Subantárticas con aguas de origen continental, principalmente asociadas al estuario del Río Valdivia (Castillo et al. 2000).

Anchoveta se distribuye en forma extendida a lo largo de toda la costa entre Valparaíso y Corral presentando focos de esta especie cerca de Isla Mocha (38°20'S) y cerca de Puerto Saavedra. Sardina común se ha detectado en pequeñas zonas de concentración entre Valparaíso y Corral, con mayores concentraciones cerca de Constitución, entre el Golfo de Arauco y la Bahía de San Vicente y en la desembocadura del Río Imperial (Cubillos et al. 1996, Barría et al. 1999, Castillo et al. 2000, Castillo et al. 2001, Castillo et al. 2002, Castillo et al. 2004).

En el plano batimétrico, anchoveta ha sido observada a profundidades de hasta 225 m, aunque mayoritariamente entre los 8 y 14 metros, mostrando una clara preferencia por áreas someras (25-75 m del fondo marino), sobre la plataforma continental. Sardina común se localiza en áreas donde el fondo marino alcanza un máximo de 250 m, con una clara preferencia por áreas entre 25 a 125 m del fondo marino (Castillo et al. 2001, Castillo et al. 2002).

Las agregaciones de anchoveta tienden a situarse entre el inicio y el fin de la termoclina, ubicándose preferentemente en áreas de surgencia, en gradientes térmicos ($< 0,2^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$) y salinos bajos. Se ha visto incluso sobre el 90% de los individuos bajo el límite superior de la termoclina. Sardina común tiende a distribuirse por sobre y en la termoclina, en gradientes

térmicos inferiores a $0,2^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$. Ha sido detectada, además, en áreas de baja salinidad, asociadas a la desembocadura de ríos y afluentes (Castillo et al. 2000, Castillo et al. 2001, Castillo et al. 2002).

Las TSM que limitan la distribución de ambas especies fluctúa entre 10 y 18°C , con una gran preferencia por temperaturas entre 11 y 15°C . La salinidad preferente se encuentra entre los $33,0$ y $34,4$, con una inclinación por el rango $33,9$ - $34,2$, en zonas de contenido intermedio de oxígeno, presentando un extenso rango de preferencia que varía entre $3,0$ y $7,5 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ (Castillo et al. 2001, Castillo et al. 2004).

2.2. Actividad reproductiva.

El período de mayor actividad reproductiva de la anchoveta en la zona centro-sur comienza en junio y se extiende hasta noviembre, siendo la época de desove comienzos de primavera (septiembre). No existe evidencia de un período reproductivo secundario. La talla de primera madurez sexual ha sido estimada entre $11,7$ y $12,3$ cm de longitud total (Cubillos et al. 1996, Cubillos et al. 1998). El período de mayor actividad reproductiva de sardina común se extiende entre junio y septiembre, siendo la época de desove principal a fines de invierno (agosto). En esta especie es evidente la ocurrencia de un período reproductivo secundario al término del verano (febrero-marzo). La talla de primera madurez sexual ha sido estimada entre $10,0$ y $11,5$ cm de longitud total (Cubillos et al. 1994, Cubillos et al. 1996, Cubillos et al. 1998, Cubillos et al. 2003, Bernal et al. 2004) (Tabla 31 y 32).

Tabla 31: Resumen de periodo de actividad reproductiva de pequeños pelágicos (s.i. sin información)

Especie	Periodo	Pick	Periodo secundario
Anchoveta	Junio a noviembre	Septiembre Octubre	Sin periodo secundario
Sardina común	Junio a septiembre	Agosto Octubre	febrero-abril
Sardina austral	Septiembre a noviembre	Septiembre	s.i.

Tabla 32: Talla de primera madurez en pequeños pelágicos determinada en distintos estudios.

Especie	Cubillos et al. 1998	Cubillos et al. 1999	Castillo et al. 2002	Aranis et al. 2006)	Shirokova, 1978 <i>fide</i> Gru et al. (1982)	Presente estudio
Anchoveta	11,7 cm	11.5	12,3 cm	12 cm		
Sadina común	10 cm	10	11,2 cm	11,5 cm		
Sardina austral	-	-	-	11 cm	11 a 12 cm	10.1cm

2.3. Distribución espacial de huevos

En las cinco evaluaciones de producción de huevos consultadas en esta revisión (Castillo et al. 2002, Cubillos et al. 2003, Bernal et al. 2004, Cubillos et al. 2005, Cubillos et al. 2006), realizadas entre la Región de Valparaíso y la Región de Los Lagos se observó la presencia de huevos y larvas de anchoveta y sardina común a lo largo de toda la costa (hasta 10 - 15 millas náuticas) con la excepción de la zona comprendida entre Valparaíso y Constitución. Sin embargo, en el año 2005 se constató que la presencia de huevos de anchoveta alcanzaba también este sector (Cubillos et al. 2006). En las evaluaciones 2001 y 2002, la presencia de huevos de sardina común fue mayor que la presencia de huevos de anchoveta, sin embargo los huevos de anchoveta estuvieron presentes en una mayor extensión longitudinal (Castillo et al. 2002, Cubillos et al. 2003). Las evaluaciones realizadas en los años 2003, 2004 y 2005 muestran que este patrón cambia, siendo los huevos de anchoveta más abundantes que los de sardina común (Bernal et al. 2004, Cubillos et al. 2005, Cubillos et al. 2006) (Tabla 33).

2.4. Oferta alimentaria

En la zona de distribución centro-sur de pequeños pelágicos, se ha descrito un rango de concentración superficial de clorofila-a entre 0,5 y 3 mg · m⁻³(Castillo et al. 2000). Dentro de los hábitos tróficos de anchoveta y sardina común domina el fitoplancton, particularmente *Skeletonema*. El zooplancton es menos importante y está representado principalmente por copépodos. Se ha visto, además, la presencia de huevos de peces e invertebrados. Para las larvas de pequeños pelágicos se ha observado que los nauplius han sido la presa preferida (Tabla 34), detectándose diferencia en la preferencia de alimento según la talla (Barría et al. 1999, Castillo et al. 2003, Castillo et al. 2004).

Tabla 33: Presencia de huevos de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Valores expresados en huevos×0,05 m⁻¹. Sector norte: Valparaíso-Constitución; Sector centro: Constitución-Golfo de Arauco; Sector sur: Bahía Carnero-Punta Galena.

Referencia	Sector norte		Sector centro		Sector sur	
	Anchoveta	Sardina común	Anchoveta	Sardina común	Anchoveta	Sardina común
(Castillo et al. 2002)	<0,5	< 0,5	5 a 50	< 0,5	5 a 50	5 a 50
(Cubillos et al. 2003)	Ausencia	Ausencia	4,1	10	10,2	12,6
(Bernal et al. 2004)	Ausencia	Ausencia	73,2	3,5	55,3	7,3
(Cubillos et al. 2005)	Ausencia	Ausencia	6,5	0,1	19,3	1,2
(Cubillos et al. 2006)	7,5	0	46,9	2,5	77,1	30,6

Tabla 34: Composición taxonómica de la oferta alimentaria para anchoveta y sardina común.

Referencia	Oferta alimentaria			
	Fitoplancton		Zooplancton	
	Diatomeas	Dinoflagelados	Holoplancton	Meroplancton
(Barría et al. 1999)	27 taxa (predomina <i>Skeletonema</i>)	6 taxa	Predominio de copépodos Estados naupliares, miscidáceos, estados larvales de eufáusidos, anfípodos.	
(Castillo et al. 2003)	Predomina <i>Skeletonema</i>	Solo <i>Protoperidinium</i>	10 taxa	11 taxa
(Castillo et al. 2004)	27 taxa Predomina <i>Skeletonema</i> , <i>Chaetoceros</i> , <i>Thalassiosira</i> , <i>Asterionella</i> , <i>Nitzschia</i>	<i>Protoperidium</i> , <i>Ceratium</i> , <i>Alexandrium</i> , <i>Dinophysis</i> , <i>Distephanus</i> .	18 taxa	16 taxa
(Castillo et al. 2005)	24 taxa <i>Skeletonema</i> (80,4%) <i>Chaetoceros</i> (10,0%) <i>Nitzschia</i> (4,0%) <i>Thalassiosira</i> (2,6%)	6 taxa: <i>Nitzschia</i> , <i>Thalassiosira</i> , <i>Asterionella</i>	21 taxa Predominio de copépodos (22 especies)	17 taxa

2.5. Evaluación del stock: biomasa y abundancia.

Las capturas de anchoveta en el área centro-sur presenta variaciones interanuales, con valores de biomasa que se elevaron de 96 mil hasta 244 mil toneladas entre los años 1995 y 1996, decreciendo luego hasta 146 mil toneladas en 1997 (Barría et al. 1999, Gatica et al. 2007). Las estimaciones de stock de estas especies en nuestro país se han realizado principalmente desde dos aproximaciones: uno es por evaluación hidroacústica de stock (Castillo et al. 2005) y otro es el método indirecto de la producción diaria de huevos” (MPDH), que incorpora tanto la dinámica reproductiva como la producción de huevos (Cubillos et al. 2005).

En general, y desde fines de la década de 1990, la biomasa de anchoveta ha presentado valores cercanos a 300 mil toneladas. Sin embargo, se presentan temporadas en las cuales la extracción aumentó a mas de un millón de toneladas. La sardina común presenta valores de biomasa que van desde 200 a 400 mil toneladas, a excepción de un par de temporadas en las cuales los valores estimados fueron superiores a 600 mil toneladas. La abundancia, de anchoveta ha sido estimada entre 55 y 98 $\times 10^9$ ejemplares. La sardina común entre 27 y 174 $\times 10^9$ ejemplares (Tabla 35, 36, 37 y 38). (Castillo et al. 2000, Castillo et al. 2001, Castillo et al. 2002, Castillo & Espejo 2003, Castillo et al. 2003, Cubillos et al. 2003, Bernal et al. 2004, Castillo et al. 2004, Castillo et al. 2005, Cubillos et al. 2005, Cubillos et al. 2006).

Tabla 35: Resumen de biomasa y abundancia de anchoveta obtenidos por evaluación hidroacústica (1999-2006).

Zona de estudio (latitud)	Año	Estación	Biomasa (toneladas)	Abundancia (ind $\times 10^6$)	Referencia
34°00'S - 40°00'S	1999	primavera	343,200	55,590	(Castillo et al. 2000)
	2001	verano	412,103	76,668	(Castillo et al. 2001)
	2001	invierno	563,786	85,371	(Castillo et al. 2002)
	2002	verano	1,494,267	95,401	(Castillo et al. 2003)
33°50'S - 41° 00'S	2003	verano	243,557	44,942	(Castillo et al. 2003)
33° 50'S - 40°00'S	2004	verano	1,244,560	89,109	(Castillo et al. 2004)
	2005	verano	877,801	98,754	(Castillo et al. 2005)
41°29' S - 43°21' S	2006	otoño	22,000	660	(Niklitschek et al. 2007)

Tabla 36: Resumen de biomasa de anchoveta obtenidos por evaluación del stock desovante (2002-2005).

Zona de estudio (latitud)	Año	Estación	Biomasa (toneladas)	Referencia
33°00'S - 40°00'S	2002	invierno	144,329	(Cubillos et al. 2003)
33°10'S - 41°20'S	2003	primavera	148,272	(Bernal et al. 2004)
33° 00'S - 41°35'S	2004	invierno	95,721	(Cubillos et al. 2005)
33°00'S - 41°35'S	2005	invierno	376,402	(Cubillos et al. 2006)

Tabla 37: Resumen de biomasa y abundancia de sardina común obtenidos por evaluación hidroacústica (1999-2006).

Zona de estudio (latitud)	Año	Estación	Biomasa (toneladas)	Abundancia (ind $\times 10^6$)	Referencia
34°00'S - 40°00'S	1999	primavera	227,397	152,615	(Castillo et al. 2000)
	2001	verano	601,373	174,878	(Castillo et al. 2001)
	2001	invierno	260,987	27,544	(Castillo et al. 2002)
	2002	verano	844,713	153,855	(Castillo et al. 2003)
33°50'S - 41° 00'S	2003	verano	468,228	41,982	(Castillo et al. 2003)
33° 50'S - 40°00'S	2004	verano	350,994	70,548	(Castillo et al. 2004)
	2005	verano	334,868	31,346	(Castillo et al. 2005)
41°29' S - 43°21' S	2006	otoño	1,500	51	(Niklitschek et al. 2007)

Tabla 38: Resumen de biomasa de sardina común obtenidos por evaluación del stock desovante

(2002-2005).

Zona de estudio (latitud)	Año	Estación	Biomasa (toneladas)	Referencia
33°00'S - 40°00'S	2002	invierno	153,898	(Cubillos et al. 2003)
33°10'S - 41°20'S	2003	primavera	6,268	(Bernal et al. 2004)
33° 00'S - 41°35'S	2004	invierno	5,916	(Cubillos et al. 2005)
33°00'S - 41°35'S	2005	invierno	64,925	(Cubillos et al. 2006)

2.6. Relación longitud-peso

La relación entre la longitud y el peso total de estas especies (Tabla 39) se ajusta a un modelo alométrico clásico, con exponentes en torno a tres, sin diferencias significativas reportadas entre sexos (Galleguillos et al. 1996, Barría et al. 1999).

Tabla 39: Relación longitud – peso de sardina común y anchoveta encontradas en distintas investigaciones.

Referencia	Relación Longitud-Peso	
	Anchoveta	Sardina común
(Cubillos et al. 1998)	$P=0,007 L^3$	$P=0,009 L^3$
(Castillo et al. 2002)	$P=0,0029376 L^{3,26327}$	$P=0,003249 L^{3,3406}$
(Castillo et al. 2003)	$P=0,002492 L^{3,4111139}$	$P=0,004833 L^{3,251078}$
(Castillo et al. 2003)	$P=0,002039 L^{3,4473091}$	$P=0,005330 L^{3,182514}$
(Castillo 2008)	$P=0,008875 L^{2,89563}$	s.i.

2.7. Edad y crecimiento

La frecuencia de tallas que cubren el período 1990-1997 muestra que la tasa de crecimiento de anchoveta varía estacionalmente. La tasa de crecimiento más baja ocurre en el período invernal, lo que se atribuye a las condiciones ambientales más la condición reproductiva de los peces, los cuales canalizarían más energía a la reproducción que al crecimiento (Cubillos et al. 1998). Se han realizados diversos estudios en los que se ha determinado los parámetros de crecimiento para pequeños pelágicos (Tabla 40).

La variabilidad interanual del crecimiento de cohortes distintas es muy baja, lo que conlleva a plantear que esta regularidad interanual en el crecimiento es el resultado de una estrategia adaptativa de estos pequeños pelágicos al sistema de surgencia costera estacional de la zona centro-sur de Chile. Esta estrategia consistiría en aprovechar la época de surgencias para crecer y la transición invierno-primavera para reproducirse (Cubillos et al. 1998, Barría et al. 1999).

En sardina común, el análisis de la evolución del borde del otolito, indica la formación de un anillo hialino en invierno, lo que evidencia que esta especie formaría un sólo anillo por año. Existe una relación alométrica entre la longitud del pez y el peso del otolito. Al efectuar las

relaciones entre las condiciones ambientales e indicadores biológicos se constató una estrecha asociación entre el índice gonadosomático y la formación del anillo hialino, período que coincide con la temperatura más baja del año (Barría et al. 1999).

Tabla 40: Parámetros de crecimiento establecidos para pequeños pelágicos.

Referencia	Parámetros de crecimiento		
	Anchoveta	Sardina común	Sardina austral
(Serra et al. 1983)	$L_{\infty}=19,04$ cm $K=0,73$ año ⁻¹ $t_0= -0,647$ años $T_{\text{máx}} = 4$ años	$L_{\infty}=17,85$ cm $K=0,45$ año ⁻¹ $t_0= -0,828$ años $T_{\text{máx}} = 4$ años	
(Cubillos <i>et al.</i> , 1998) Análisis periodo 1990-1997	$L_{\infty}=20,52$ cm $K=0,486$ año ⁻¹ $t_0= -0,120$ años	$L_{\infty}=18,3$ cm $K=0,725$ año ⁻¹ $t_0= -0,356$ años	
(Barría et al. 1999)	$L_{\infty}=19,75$ cm $K=0,388$ año ⁻¹ $t_0= -1,315$ años	$L_{\infty}=18,69$ cm $K=0,381$ año ⁻¹ $t_0= -0,972$ años	
(Aranis et al. 2006) Mar interior de Chiloé			$L_{\infty} = 17,71$ cm; $K=0,78$ año ⁻¹ $t_0= -0,46$.
Gru et al. (1982) Océano Atlántico			Santa Cruz $L_{\infty} = 14,52$ cm; $K=0,78$ año ⁻¹ $t_0= 0,096$ años Islas Malvinas $L_{\infty} = 20,73$ cm; $K=0,73$ año ⁻¹ $t_0= 0,34$ años

2.8. Pequeños pelágicos en el mar interior.

En aguas interiores, los principales recursos pesqueros capturados son sardina común (*Strangomera bentincki*), anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina austral (*Sprattus fuegensis*), jurel (*Trachurus murphyi*) y pejerrey de mar (*Odontesthes regia*), los cuales son obtenidos casi en su totalidad por la flota de cerco artesanal. Dichos recursos se destinan principalmente a reducción (harina), carnada y consumo humano (Aranis et al. 2006).

El mar interior de la Región de Los Lagos tiene asignada por SERNAPESCA la zona administrativa 121 (Norte interior X Región), cuyo vértice nor-weste (41°28'10"S/ 73°52'00"W) delimita claramente la separación con la zona 117 (aguas exteriores) y con la zona 116 (X Región norte o zona de Valdivia-Corral). En el mar interior, sólo está permitido la operación de la flota artesanal, en tanto que la flota industrial está autorizada a operar exclusivamente por fuera de las líneas de base recta, ya sea empleando cerco, arrastre o mediagua (Aranis et al. 2006).

En Chile, la sardina austral ha sido frecuentemente confundida con la sardina común (*Strangomera bentincki*). Los principales caracteres que diferencian estas especies son la presencia

de bulla timpánica en sardina común y su ausencia en sardina austral; la presencia de dientes sobre la lengua y mandíbula inferior en sardina austral y su ausencia en sardina común. Finalmente, como caracteres más externos se tiene que la distancia preorbital, postorbital y la longitud de la maxila son de mayor envergadura en sardina austral (Aranis et al. 2006, Aranis et al. 2007). En cuanto a los otolitos, éstos presentan una notoria forma aserrada en el borde dorsal, también pueden presentar un cauda bilobulado, pero no se aprecian formas trilobuladas como en sardina común. El rostro del otolito de sardina fueguina puede tener a lo menos dos formas características, e incluso, en una menor proporción de otolitos no presentar antirrostro definido. Por lo anterior, y debido a la diversidad de formas de otolitos de ambas especies, es fácil confundirse, por lo cual la forma del otolito no es la herramienta más recomendada para la confirmación de la especie (Aranis et al. 2006).

Aranis et al. (2006), en su estudio realizado en aguas interiores en primavera, observó que anchoveta registró una distribución de ejemplares en un rango de tallas mayores a los presentados en el Mar exterior, evidenciando una diferencia significativa de rangos de tamaños y de modas cuando se compara con la anchoveta capturada por la pesquería artesanal e industrial de aguas exteriores (Corral). A su vez, la distribución de edad del recurso anchoveta en el mar interior se concentró en edades mayores, con un máximo en el GE III (54%), lo que difiere sustantivamente de la anchoveta obtenida del área de Talcahuano y Corral donde se registra una mayor abundancia del GE I. Algo similar ocurre en sardina común, donde también encontró diferencias significativas entre las estructuras de tallas de ambas zonas para la sardina común. Cabe acotar que en este estudio se evidenció la presencia de sardina austral en el mar interior de Chiloé y que es probable que algunas identificaciones previas estén confundidas entre sardina común y fueguina.

Gru & Cousseau (1982) realizaron un estudio de edad de sardina austral en el Océano Atlántico, estimando un máximo de 4 años para ejemplares provenientes de Santa Cruz y de 5 años para ejemplares provenientes de las Malvinas. Aranis et al. (2006) encontraron una edad máxima de 6 años para esta especie, superior a la encontrada en el Atlántico y a las edades de anchoveta y sardina observadas en la pesquería de la zona Centro-Sur.

En el año 2006 (Niklitschek et al. 2007) se realizó una evaluación hidroacústica en el mar interior de Chiloé en la cual predominó sardina austral con un 96,7%; 3,1% correspondió a anchoveta y 0,2% a sardina común (Tabla 31). La profundidad media de las agregaciones identificadas como sardina austral fue de 15 m con un rango de profundidades mínima y máxima de 2 y 71 m, respectivamente. Las agregaciones identificadas como anchoveta tendieron a ser más superficiales con una profundidad media de 8 m y un rango entre 3 y 19 m. No se detectó agregaciones atribuibles a sardina común la que se presentó siempre mezclada como una baja proporción en las capturas donde predominaron las otras especies. Esta última situación también ha sido descrita por (Castillo 2008) que indica una baja presencia de sardina común en el mar interior en una evaluación realizada en primavera de 2006.

Tabla 41: Biomasa y abundancia de sardina austral obtenidos por evaluación hidroacústica (2006).

Zona de estudio (latitud)	Año	Estación	Biomasa (toneladas)	Abundancia (ind $\times 10^6$)	Referencia
41°29' S - 43°21' S	2006	otoño	335,000	18,300	(Niklitschek et al. 2007)

CONCLUSIONES GENERALES

- La ejecución de este proyecto presentó un importante número de desafíos y contratiempos asociados a los siguientes aspectos:
 - Limitado conocimiento previo de la distribución, biología y comportamiento de los recursos-objetivo en las aguas interiores de las regiones de Los Lagos y Aysén, incluyendo la dinámica de sus migraciones verticales y horizontales, circadianas y estacionales.
 - Ausencia de protocolos metodológicos y escasa experiencia acumulada, a nivel nacional, en la evaluación directa de sardina austral en el área de estudio.
 - Ausencia de naves científicas diseñadas para estudios de biología pesquera en aguas interiores, sumado a la limitada oferta y deficientes características técnicas de naves comerciales que pudieran ser rentadas para tal efecto.
 - Desafíos metodológicos y operacionales inherente a la topografía y condiciones climáticas del área de estudio
- Considerando los aspectos anteriores, el presente proyecto combinó aspectos de desarrollo metodológico, con aquellos propios de la evaluación del estado de un recurso.
- Sardina austral fue la especie dominante en el área y período de estudio. Bajo los supuestos descritos en el presente proyecto, fue posible estimar abundancias de 6.800 y 29.200 millones de individuos en las regiones de Los Lagos (otoño) y Aysén (primavera), respectivamente.
- Las biomásas equivalentes de sardina austral alcanzaron valores de 114.600 ton ($\pm 22\%$ CV) y 150.700 ton ($\pm 13\%$ CV) para las estimaciones de otoño en Los Lagos y primavera en Aysén, respectivamente.
- Sardina común siguió en importancia a la sardina austral en la Región de Los Lagos, pero estuvo ausente en las muestras obtenidas en Aysén. Sus respectivos estimados de abundancia y biomasa correspondieron a 1.600 millones de individuos y 21.400 ton de biomasa (CV=24%).
- Anchoqueta estuvo presente en ambas regiones, pero sólo unos pocos individuos aparecieron en los lances de identificación efectuados en Aysén. Las abundancias estimadas de esta especie alcanzaron a 1.200 y 17 millones de individuos, y a 31.900 ton ($\pm 72\%$ CV) y 28 ton ($\pm 13\%$ CV), en Los Lagos y Aysén, respectivamente.
- Dado el desfase estacional entre las evaluaciones de Los Lagos y Aysén y las limitaciones existentes en el conocimiento de las migraciones estacionales de las especies estudiadas, no es posible evaluar el grado de sobre-posición entre ambas evaluaciones.
- Los estimados anteriores de abundancia y biomasa fueron altamente sensibles a la relación talla-TS empleada para el escalamiento de densidad acústica a densidad numérica. Aún cuando el presente proyecto estimó nuevos coeficientes para esta relación, se recomienda fuertemente profundizar el conocimiento de los factores conductuales y batimétricos que afectan esta relación.
- Otros aspectos de alto impacto sobre la estimación de abundancia y biomasa corresponden a la metodología de estimación del área de inferencia y al sesgo de muestreo de tallas y especies, que podría resultar del desfase espacio-temporal entre muestreo acústico y biológico.

- Se detectó una fuerte segregación espacial de tallas en sardina austral, con una marcada presencia de juveniles en los fiordos y canales ubicados al SE del área de estudio, en la Región de Aysén (Canal Puyuguapi, Fiordos Aysén y Quintralco, Canal Costa y zonas adyacentes), los cuales se sugieren como una posible área de crianza, refugio y/o reclutamiento.
- Esta situación contrastó con los canales occidentales (Tuamapu, Pérez Norte, Goñi, Ninualac), que se abren al Pacífico, donde se encontró una proporción notablemente mayor de individuos adultos, algunos en actividad reproductiva.
- La distribución batimétrica del ensamble de sardinas se limitó al estrato definido entre 9 y 148 m, identificándose posibles efectos significativos de los niveles de salinidad y oxígeno disuelto, los que afectaron también la distribución horizontal del recurso.
- La anchoveta presentó una distribución más superficial, cuya media fue de 14 m, presentando un rango vertical total de 9 a 26 m.
- La metodología y estrategia de evaluación de pequeños pelágicos en la zona de estudio se encuentra aún en desarrollo y presenta todavía importantes desafíos técnicos y operacionales, los que dificultaron la ejecución del presente proyecto y deberán ser enfrentados sistemáticamente en el futuro.

REFERENCIAS

- Aitchison, J. 1955. On the distribution of a positive random variable having a discrete probability mass at the origin. *J. Amer. Stat. Assoc* 50: 901-908.
- Allison, P.D. 1999. Logistic regression using the SAS system. SAS Institute, Inc., Cary, NC. 287 p.
- Aranis, A., L. Caballero, F. Cerna, A. Gómez, A. López & C. Bernal. 2006. Monitoreo de la pesquería de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X región, año 2004. Proyecto FIP 2004-39. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso. 231 p.
- Aranis, A., R. Meléndez, G. Pequeño & F. Cerna. 2007. *Sprattus fuegensis* en aguas interiores de Chiloé, Chile (Osteichthyes: Clupeiformes: Clupeidae). *Gayana* 71: 102-113.
- Barría, P., G. Böhm, A. Aranis, R. Gili, M. Donoso & S. Rosales. 1999. Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final FIP 97-10. Instituto Fomento Pesquero. 255 p.
- Bernal, C., M. Canales, V. Catasti, A. Sepúlveda, P. Ruiz, A. Alarcón, S. Núñez, C. Oyarzún, S. Gacitúa, G. Claramunt & G. Herrera. 2004. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2003. Informe final proyecto FIP 2003-06. Instituto de Fomento Pesquero. 168 p.
- Castillo, J. 2008. Evaluación hidroacústica pequeños pelágicos Mar Interior de Chiloé 2007. Informe Pesca de Investigación. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile. desconocido p.
- Castillo, J., A. Saavedra, P. Gálvez, P. Barría, M. Espejo, M. Barbieri, J. Cordova, S. Núñez, J. Ortiz, F. Véjar, G. Arriagada, R. Riffo, A. López, R. Gili, O. Castillo & H. Rebolledo. 2003. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2002. Informe final proyecto FIP 2001-13. IFOP. 451 p.

- Castillo, J., A. Saavedra, P. Gálvez, P. Barría, M. Espejo, M. Barbieri, S. Núñez, J. Ortiz, P. Torres, F. Véjar, E. Molina, F. Cerna, A. López & L. Bustos. 2004. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2003. Informe final proyecto FIP 2003-08. IFOP, Valparaíso. 178 p.
- Castillo, J. & M. Espejo. 2003. Evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en el Golfo y Seno de Reloncaví, X Región, Año 2002. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile. 92 p.
- Castillo, J., M. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, A. Saavedra, P. Gálvez, M. Rojas, S. Brito, R. Rizzo, P. Páez, C. Ortiz, R. Gili, A. López, S. Núñez, J. Ortiz, P. Torres, F. Vejar, & L.C. H. Rebolledo, L. Bustos, I. Calisto. 2003. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2002. Informe final proyecto FIP 2002-13. Instituto de Fomento Pesquero. 461 p.
- Castillo, J., M. Barbieri, M. Espejo, A. Saavedra, V. Catasti, S. Núñez, J. Ortiz, P. Barría, G. Arriagada, M. Braun & G. Galindo 2002. Evaluación hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común, centro sur, 2001. Informe final proyecto FIP 2001-14. IFOP, Valparaíso. 241 p.
- Castillo, J., M. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti, S. Núñez, J. Ortiz & P. Barría. 2000. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Informe final proyecto FIP 99-13. IFOP, Valparaíso. 138 p.
- Castillo, J., M. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti, S. Núñez, J. Ortiz, P. Torres, G. Arriagada & R. Serra. 2001. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000. Informe final proyecto FIP 2000-09. IFOP. 151 p.
- Castillo, J., A. Saavedra, P. Gálvez, S. Nuñez, J. Ortiz, P. Torres, F. Véjar, E. Molina, F. Cerna, A. López & L. Bustos. 2005. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2004. Informe Final Proyecto FIP 2004-05. Instituto de Fomento Pesquero, IFOP, Valparaíso. 206 p.
- Cousseau, M.B. 1982. Revisión taxonómica y análisis de los caracteres morfométricos y merísticos de la sardina fueguina, *Sprattus fuegensis* (Jenyns,1842) (Pisces, Clupeidae). Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero 3: 77-94.
- Cubillos, L., M. Canales, D. Bucarey, A. Rojas & R. Alarcón. 1999. Epoca reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el período 1993-1997, en la zona centro-sur de Chile. Investigaciones Marinas 27: 73-85.
- Cubillos, L., M. Canales, A. Hernández, D. Bucarey, L. Vilugrón & L. Miranda. 1998. Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97). Investigaciones Marinas 26: 3-14.
- Cubillos, L., L. Castro, G. Claramunt & C. Oyarzún. 2006. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y la X regiones, año 2005. Informe final proyecto FIP 2005-02. Universidad de Concepción, Concepción. 153 p.
- Cubillos, L., H. Arancibia, S. Nuñez, D. Bucarey, M. Canales, L. Galaz, A. Hernández, G. Claramunt & G. Herrera. 1996. Reproducción y reclutamiento en sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. Informe final proyecto FIP 94-38. Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano. 74 p.

- Cubillos, L., H. Arancibia, S. Nuñez, R. Alarcón, L. Viligrón, G. Valenzuela, D. Arcos, J. Olea, L. Velásquez, C. Barrueto, A. Hernández & C. Veloso 1994. Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII región. Informe final proyecto FIP 93-08. IFOP, Valparaíso. 153 p.
- Cubillos, L., L. Castro, C. Oyarzún 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X región, año 2004. Informe final proyecto FIP 2004-03. Universidad de Concepción, Concepción. 136 p.
- Cubillos, L., R. Alarcón, D. Bucarey, M. Canales, P. Sobarzo & L. Viligrón. 1998. Evaluación indirecta del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona central. Informe final proyecto FIP 96-10. Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano. 90 p.
- Cubillos, L., S. Nuñez, P. Ruiz, E. Vejar, J. Oliva, G. Claramunt, G. Herrera, P. Pizarro, Y. Muñoz, E. Díaz, C. Oyarzún, S. Gacitúa, G. Aedo, P. Gonzalez, C. Valero, E. Daza, E. Leal, R. Roa, S. Nuñez, R. Veas, H. Rebolledo & C. Pino. 2003. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2002. Informe final proyecto FIP 2002-14. Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano. 107 p.
- Chirichigno, N. & M. Velez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Publicación especial. Instituto del Mar del Perú-IMARPE, Callao. 500 p.
- Didrikas, T. & S. Hansson. 2004. In situ target strength of the Baltic Sea herring and sprat. ICES J. Mar. Sci. 61: 378-382.
- Doonan, I., R. Coombs & S. McClatchie. 2003. The absorption of sound in seawater in relation to the estimation of deep-water fish biomass. ICES J. Mar. Sci. 60: 1047-1055.
- Fassler, S.M.M. & N. Gorska. 2009. On the target strength of Baltic clupeids. ICES J. Mar. Sci.: fsp005.
- Foote, K.G. 1982. Optimizing cooper spheres for precision calibration of hydroacoustic equipment. Journal of the Acoustical Society of America 71: 742-747.
- Fry, F.E.J. 1971. The effect of environmental factors on the physiology of fish. pp. 1-98. In: W.S. Hoar & D.J. Randall (ed.) Fish Physiology, Academic Press, New York.
- Galleguillos, R., J. Chong, C. Oyarzún, M. Oliva & R. Roa. 1996. Unidades de stock en los recursos sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. Informe final proyecto FIP 94-20. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Talcahuano. 64 p.
- Gatica, C., M. Arteaga, J. Giacaman & P. Ruiz. 2007. Tendencias en la biomasa de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur de Chile, entre 1991 y 2005. Investigaciones Marinas 35(1): 13-24.
- Gru, D.L. & M.B. Cousseau. 1982. Estudio de edad y crecimiento de la sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) de las costas de la provincia de Santa Cruz e Islas Malvinas. Rev. Invest. Des. Pesq., INIDEP 3: 51-58.
- Hansen, J.E. 1999. Estimación de parámetros poblacionales del efectivo de sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) de la costa continental argentina. Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero. INIDEP. Informe Técnico 27, Mar del Plata. Argentina. 28 p.
- Jung, S. & E.D. Houde. 2004. Recruitment and spawning-stock biomass distribution of bay anchovy (*Anchoa mitchilli*) in Chesapeake Bay. Fish. Bull. 102: 63-77.

- Jung, S. & E.D. Houde. 2005. Fish Biomass Size Spectra in Chesapeake Bay Estuaries 20: 226-240.
- Klimley, A.P., S.B. Butler, D.R. Nelson & A.T. Stull. 1988. Diel movements of scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini* Griffith and Smith, to and from a seamount in the Gulf of California. Journal of Fish Biology 33: 751-761.
- Littel, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup & R.D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models. Sas Institute Inc., Cary, N.C. 633 p.
- Madirolas, A., R.Sánchez, J. Hansen, G. Alvarez & R. Reta. 2000. Distribución, abundancia, biología y hábitat de la sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*). Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero. INIDEP., Mar del Plata. Argentina. 46 p.
- McCullagh, P. 1980. Regression models for ordinal data (with discussion). J. of the Royal Statistical Society, series B. 42: 109-142.
- Niklitschek, E., J. Cornejo, E. Hernández, P. Toledo, R. Merino, A. Lafon & A. Meza. 2007. Evaluación hidroacústica de *Sprattus fuegensis* en los canales interiores de la X región. Universidad Austral de Chile - Centro Trapananda, Coyhaique. Informe CT 07-01. 31 p.
- Niklitschek, E. & D.H. Secor. 2005. Modeling spatial and temporal variation of suitable nursery habitats for Atlantic sturgeon in the Chesapeake Bay. Est. Coast. Shelf Science 64: 135-148.
- Nilsson, L.A.F., U.H. Thygesen, B. Lundgren, B.F. Nielsen, J.R. Nielsen & J.E. Beyer. 2003. Vertical migration and dispersion of sprat (*Sprattus sprattus*) and herring (*Clupea harengus*) schools at dusk in the Baltic Sea. Aquatic Living Resources 16: 317-324.
- Ona, E. 2003. An expanded target-strength relationship for herring. ICES J. Mar. Sci. 60: 493-499.
- Peltonen, H., M. Vinni, A. Lappalainen & J. Pönni. 2004. Spatial feeding patterns of herring (*Clupea harengus* L.), sprat (*Sprattus sprattus* L.), and the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) in the Gulf of Finland, Baltic Sea. ICES J. Mar. Sci. 61: 966-971.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. Biometrics 39: 281-286.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K.G. Foot, P. Fernandes & N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Blackwell Science, London (England). 206 p.
- Roa-Ureta, R. & E. Niklitschek. 2007. Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. ICES J. Mar. Sci. 64: 1723-1734.
- Sabatini, M., J. Giménez & V. Rocco. 2001. Características del zooplancton del área costera de la plataforma patagónica austral (Argentina). Biol. Inst. Esp. Oceanogr. 17: 245-254.
- Sanchez, R.P., A. Remeslo, A. Madirolas & J.D. Deciechowski. 1995. Distribution and abundance of post-larvae and juveniles of the Patagonian Sprat *Sprattus fueguensis*, and related hydrographic conditions. Fisheries Research 23: 47-81.
- Searle, S.R. 1987. Linear models for unbalanced data. Wiley, New York (USA). 536 p.
- Secor, D.H. & J.E. Niklitschek. 2002. Sensitivity of sturgeons to environmental hypoxia: physiological and ecological evidence. pp. 61-78. In: R.V. Thurston (ed.) Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality, Environmental Protection Agency Office of Research and

- Development, Ecosystems Research Division, Athens, Georgia-La Paz, Mexico.
- SERNAPESCA. 2006. Anuario estadístico de pesca. Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción Santiago, Chile. 114 p.
- Serra, J.R. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. pp. 255-284. *In: G.S.J. Csirke (ed.) Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources, FAO Fish.Rep.*
- Silva, N., C. Calvete & H.A. Sievers. 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero Cimar- Fiordo I)". *Ciencia y Tecnología del Mar* 20: 23-106.
- Silva, S. & G. Pequeño. 2007. Los peces Clupeiformes del litoral valdiviano (Chile): clave de reconocimiento y comentarios (Pisces: Osteichthyes). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 42(3): 357 - 363.
- Simmonds, J. & D.N. MacLennan. 2005. *Fisheries Acoustics. Theory and Practice*, Oxford. 437 p.
- Simpson, J.G. & E. Gil. 1967. Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en Chile. *Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq. IFOP*, Santiago. 1-55 p.
- Torstensen, E. 2005. ICES co-ordinated acoustic Survey for Herring and Sprat in the North Sea. Institute of Marine Research, Flodevigen, Norway. 18–2005. 24 p.
- van Dam, A.A. & D. Pauly. 1995. Simulation of the effects of oxygen on food consumption and growth of nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Research* 26: 427-440.
- Wang, S.-B. & E.D. Houde. 1995. Distribution, relative abundance, biomass and production of bay anchovy *Anchoa mitchilli* in the Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 121: 27-38.
- Whitehead, P.J.P. 1985. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fisheries Synopsis* 125: 1-303.
- Whittle, P. 1954. On stationary processes in the plane. *Biometrika* 41: 434-449.
- Zhao, X. & O. Egil. 2003. Estimation and compensation models for the shadowing effect in dense fish aggregations. *J. of Marine Science* 60: 155-163.

ANEXO I: MODIFICACIONES A LA PROPUESTA, REUNIONES DE COORDINACIÓN

MODIFICACIONES A PROPUESTA PROYECTO FIP 2007-05

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DE PEQUEÑOS PELÁGICOS EN AGUAS INTERIORES DE LA X Y XI REGIONES, AÑO 2007.

Coyhaique, Julio de 2008

Antecedentes

Considerando la existencia de estudios previos relacionados con la abundancia de pequeños pelágicos en aguas interiores de la región de Los Lagos (Castillo & Espejo 2003, Niklitschek et al. 2007); en la que se utilizó distintas metodologías, surgió la necesidad de establecer una estandarización metodológica para las futuras evaluaciones de pequeños pelágicos. Es así como, en el marco del proyecto FIP 2007-05, y una vez licitado el proyecto, se decidió realizar una reunión técnica¹ en donde participaron la Universidad Austral de Chile (UACH), el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la subsecretaría de pesca (SUBPESCA). En esta reunión se resolvió una primera modificación metodológica de la propuesta técnica; modificación aprobada por el FIP el 03 de enero de 2008².

Problemas metodológicos posteriores, surgidos durante el desarrollo del crucero en la Región de Los Lagos llevaron a realizar una serie de reuniones con diversas instituciones como el FIP, evaluadores externos, AGARMAR y SUBPESCA. De ellas surgió la necesidad de realizar nuevos cambios en la metodología del proyecto FIP 2007-05 “Identificación y evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007”, los que se sintetizan y ordenan a continuación:

OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Estimar la biomasa (peso), la abundancia (número) y la distribución espacial y batimétrica de las especies en estudio durante periodos de mayor agregación o disponibilidad.

Sección 5.2. Periodo y área de estudio.

En la propuesta original se planteó la dificultad de definir un periodo óptimo de estudio, producto, entre otras cosas de la fecha de la licitación (muy cerca de fin de año) y de la limitada disponibilidad de naves señalada por los armadores de la Región de Los Lagos. Se comprometió realizar reuniones previas con el fin de aclarar este punto. Una vez licitado el proyecto se realizó una reunión técnica con diversos actores¹ y se determinó, en base a los rendimientos históricos de la flota y el periodo esperado de reclutamiento, que el periodo óptimo para realizar el estudio sería entre marzo y julio de cada año². La pesca de investigación se solicitó con fecha de inicio del estudio el día 20 de marzo, y fue autorizada a partir del 18 de abril³. Finalmente, la evaluación hidroacústica de la Región de Los Lagos se realizó en un crucero que se inició el 18 de abril y terminó el 12 de mayo de 2008 (cruceros I y IV en la propuesta original) y tuvo una duración de 22 días efectivos de prospección (Tabla 42).

1 Reunión SUBPESCA, IFOP, UACH. Valparaíso, 23 de noviembre de 2007 (Tabla 44)

2 Carta FIP, 03 de enero de 2008 (Tabla 44)

3 Solicitud de Pesca de Investigación, 29 de febrero de 2008 (Tabla 44)

Ante los problemas suscitados con el arte de muestreo se acordó con la Secretaría Ejecutiva del FIP posponer el crucero de la Región de Aysén a la espera de una revisión metodológica del proyecto. En base a los acuerdos vigentes⁶, se propuso realizar la evaluación de la Región de Aysén en un crucero de primavera, con fecha tentativa de inicio el 22 de septiembre de 2008 (Tabla 42), este último realizado finalmente entre el 27 de septiembre y el 4 de noviembre.

A partir del diseño inicial propuesto para la Región de Aysén y de la recopilación de información generada mediante entrevista a pescadores artesanales de la zona, se revisó el track acústico dedicando un mayor esfuerzo de muestreo en zonas con antecedentes de posible actividad de desove.

En la Región de Los Lagos, se proponía realizar un nuevo muestreo biológico de las principales zonas de concentración observadas en la prospección realizada en otoño de 2008 y en los lugares de mayor actividad pesquera al momento del muestreo. El objetivo de este muestreo sería realizar un análisis de composición de tallas, especies y edades de los contingentes presentes en esa área y periodo. Este muestreo comenzaría inmediatamente terminado el crucero de la Región de Aysén (Tabla 42) sin embargo, esta parte de la propuesta no fue autorizada por la SUBPESCA.

Tabla 42: Programa de cruceros de prospección de pequeños pelágicos en la zona de estudio (fecha de prospección de Aysén es la fecha propuesta)

Crucero	Actividad	Duración (días)	Objetivos/comentarios	Fecha
I	Evaluación Región de Los Lagos	22	Estimación de abundancia y biomasa en la zona costera del Seno de Reloncaví y mar interior de Chiloé, Región de Los Lagos/realizado	18 abril al 12 mayo
II	Evaluación Región de Aysén	20	Estimación de abundancia y biomasa en fiordos y canales representativos de la Región de Aysén. Identificación de zonas de desove de sardina austral	22 septiembre al 12 octubre
III	Muestreo biológico Región de Los Lagos	10	Composición de especies, tallas y edades en áreas de pesca y concentración de los recursos- objetivo (Reloncaví, Chiloé insular y continental)	13 al 23 de octubre

Sección 5.3. Embarcaciones participantes por región:

Para el crucero realizado en la región de Los Lagos se escogió la nave que tuviera las mejores características, dentro de la oferta disponible, para desarrollar un muestreo con red de arrastre de mediagua. La embarcación elegida fue la L/M “Nautilus V” (Tabla 43), que se acondicionó para que cumpliera con los requerimientos técnicos necesarios para la realización del proyecto. Fue equipada con un sistema hidroacústico de doble frecuencia EK60 con dos transductores de haz dividido: ES38B de 38 kHz y ES120-7C de 120 kHz. Ambos equipos fueron montados en una estructura unida a un brazo que se adosó a babor a una profundidad nominal de 1,93 m. Los ecosondas fueron administrados mediante el software SIMRAD ER60 (versión 2.1.2) e interconectados a un GPS de salida digital, permitiendo la obtención de información georeferenciada. El registro y post-proceso de datos acústicos se efectuó con los software de Sonardata Pty. (Australia) Echolog© (versión 4.40.64.11098) y Echoview© (versión 4.40.64.11098), respectivamente. La nave dispuso de un sensor magnético de inclinación y

6 Reunión SUBPESCA, FIP, UACH. Valparaíso, 23 de junio de 2008 (Tabla 44)

perfilador oceanográfico de conductividad, temperatura y oxígeno disuelto (CTD). Se dispuso de sensores en la red y en la estructura con el objetivo de conocer las profundidades de ambos equipos, y se instaló un winche de velocidad variable para poder maniobrar la red de arrastre de mediagua.

Considerando las dificultades surgidas con la red de arrastre se acordó que el crucero de la Región de Aysén se llamaría a una licitación pública para arrendar una nave cerquera artesanal que permitiera realizar el muestreo biológico y acústico de la zona. Se elegiría aquella embarcación que cumpliera con los requisitos exigidos en las bases técnicas y tuviera las mejores características de acuerdo a las necesidades del proyecto. La nave sería equipada en las mismas condiciones que la nave utilizada en el crucero ya realizado en la Región de Los Lagos, salvo en lo referido al arte de muestreo. Además del cerquero artesanal, se estaba considerando licitar el arriendo de una panga artesanal con el objetivo de realizar pesca con borlinche en aquellas zonas donde no pudiera operar el cerco, principalmente producto de la baja profundidad de las áreas de pesca. La embarcación cerquera se utilizaría en ambas regiones mientras que la panga sólo se utilizará en la región de Aysén. Como resultado de la licitación pública de embarcaciones se arrendó la L/M Don Francisco S y como nave auxiliar para el muestreo biológico se arrendó el B/M Sur Weste II.

Tabla 43: Características técnicas de la embarcación utilizada en la prospección de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos.

Características	Dimensión
Eslora	17,79 m
Manga	5,85 m
Puntal	2,50 m
TRG	49,21 ton
Motor	230 HP
Radar	Furuno 16 millas
GPS	Standar Horizon

Sección 5.5. Muestreo biológico

Los lances de identificación son la base para determinar la composición de especies, composición de talla y proporción sexual. En términos de la evaluación acústica, estos datos son, a su vez, utilizados para el cálculo del coeficiente medio de dispersión individual de la población insonificada y de esta manera obtener las estimaciones de abundancia y biomasa.

El arte del muestreo biológico, destinado a estimar la composición de especies, talla y proporción sexual de pequeños pelágicos, se modificó luego de una reunión para estandarizar metodologías en donde participaron representantes del FIP, SUBPESCA, IFOP y UACH¹. En esta reunión se acordó efectuar la evaluación acústica de día para reducir el efecto del evitamiento de los cardúmenes al paso de la nave. Con el propósito de alcanzar consistencia circadiana y debido a la baja eficiencia del arte de cerco con luz de día en los canales, se optó por realizar el muestreo biológico con una red de arrastre de mediagua (CBL-MWT) utilizada

¹ Reunión SUBPESCA, IFOP, UACH. Valparaíso, 23 de noviembre de 2007 (Tabla 44)

ampliamente, por más de dos décadas, en este tipo de estudios en Chesapeake Bay (USA) (Wang & Houde 1995, Jung & Houde 2004, Jung & Houde 2005) con excelentes resultados. Esta modificación fue aceptada por el FIP² e implementada a través de una red construida siguiendo las mismas especificaciones por la empresa Nylon Net Company, Memphis, USA, misma que fabricó las redes empleadas en dichos estudios.

En el crucero realizado en la Región de Los Lagos, esta red tuvo muy bajo rendimiento, lo que no permitió obtener datos biológicos suficientes para realizar estimaciones de composición de especies, talla, peso y proporción sexual de pequeños pelágicos. Frente a este problema se desarrolló una serie de reuniones que condujeron a los siguientes acuerdos:

1. Finalizar el crucero en la Región de Los Lagos, a pesar de los problemas surgidos, obteniendo los datos de composición de tallas y especies requeridos por la evaluación a partir del muestreo biológicos⁴.
2. Considerar una aproximación alternativa para el cálculo de la abundancia y biomasa de los ecotrazos vistos en el crucero de la Región de Los Lagos basada en la estimación directa del coeficiente de dispersión individual a partir de la TS media de los blancos individuales resueltos en los propios ecogramas, lo que es facilitado por la disponibilidad de datos de una segunda frecuencia de 120 kHz con mayor resolución que la estándar de 38 kHz^{5,6}. Esta técnica tiene la ventaja que para estimar abundancia, no necesita de supuestos acerca de la relación talla-TS ni de la selectividad de la red de muestreo.
3. Solicitar datos de composición de especies, tallas y proporción sexual de pequeños pelágicos en el área y periodo de estudio a IFOP, institución que tiene un programa de monitoreo del desembarque de la flota cerquera artesanal en aguas interiores de la Región de Los Lagos^{4,5,6}.
4. Rediseñar la ejecución de los lances de identificación en la región de Aysén, que se harán utilizando un cerco artesanal, como en la propuesta original. Cuando no se pueda operar el cerco (profundidad) se utilizará un borlinche artesanal (cuyos paños son de menores dimensiones que el cerco artesanal). El borlinche será manejado desde una panga que será remolcada por la nave cerquera durante la prospección en esta región^{5,6}.
5. Realizar un muestreo complementario en la Región de Los Lagos, los nuevos lances de identificación se realizarán con cerco artesanal^{5,6}.

Sección 6.6. Estimación de la abundancia

Además del cálculo de abundancia por el método convencional utilizando los datos obtenidos de IFOP⁶, se realizará un cálculo alternativo de la biomasa a partir del cálculo del coeficiente de dispersión individual obtenido directamente de la acústica, resolviendo blancos individuales, facilitado por la disponibilidad de datos de una segunda frecuencia (de 120 kHz), de mayor resolución que la de 38 kHz, mediante el procedimiento que será descrito en el Informe de Avance del proyecto.

2 Carta FIP, 03 de enero de 2008 (Tabla 44)

4 Reunión dirigentes AGARMAR. Puerto Montt, 02 de mayo de 2008 (Tabla 44)

5 Conferencia telefónica FIP, INPESCA, UACH. 26 de mayo de 2008 (Tabla 44)

6 Reunión SUBPESCA, FIP, UACH. Valparaíso, 23 de junio de 2008) (Tabla 44)

Sección 6.6.iii. Composición de especies en el área de estudio.

La composición de especies para el crucero realizado en la Región de Los Lagos será obtenida desde los datos de composición de tallas especies y sexo de IFOP, luego se seguirá el procedimiento indicado en el detalle metodológico de los Objetivos Específicos 2 y 3 de la propuesta original.

Para los cruceros a realizarse en primavera en las regiones de Aysén y de Los Lagos, no se anticipa modificaciones a la propuesta inicial.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar la distribución y las principales áreas de concentración de las tres especies en estudio según tamaños y las características geográficas y oceanográficas asociadas.
Sección

Sección 6.11 Análisis espacial comparativo entre estratos de muestreo (zonas).

La modificación en esta sección está referida a la utilización de los datos de IFOP en vez de los obtenidos desde los lances de identificación, estos datos serán integrados con las observaciones acústicas de terreno.

Para la siguiente etapa del proyecto, es decir, para el crucero de primavera, no se anticipa modificaciones a la propuesta original.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Estimar la estructura de tallas y la proporción sexual con sus respectivas varianzas, para las especies estudiadas.

Sección 6.13. Ponderación de las observaciones de talla y proporción sexual.

En el crucero realizado en la Región de Los Lagos, se utilizará los datos agregados de composición de tallas, especies y sexual obtenidas desde los registros de IFOP, por lo tanto no se realizará esta ponderación. Para el muestreo que se realizará en primavera en las regiones de Aysén y Los Lagos esta sección no presenta modificaciones a la propuesta original.

Tabla 44: Reuniones, minutas y documentos relacionados con el proyecto FIP 2007-05 hasta aceptación de modificaciones a la propuesta .

Ref	Fecha	Lugar	Participantes	Temas	Conclusiones
1	23-11-2007	SUBPESCA, Valparaíso	José Acevedo, Jorge Castillo, Edwin Niklitschek.	Contrastar y estandarizar metodologías de IFOP y UACH para evaluación de pequeños pelágicos	Realizar crucero en febrero-julio de cada año Realizar muestreo acústico de día (y realizar lances nocturnos de verificación) y/o evaluar sistema alternativo (red de arrastre de mediagua) Destinar mayores esfuerzos en áreas con observaciones de mayor abundancia de los recursos objetivo Se sugirió considerar prospección en Golfo de Ancud y Bahía de Maullín Incrementar el muestral por lance a 200 y disminuir el muestral de proporción de especies Se sugiere considerar la posibilidad de incluir lectura de edades Subpesca anuncia interés de que evaluación sea independiente de cuota de investigación ... se propone financiar completamente el proyecto lo que se accedió a utilizar un menor de naves en el muestreo
2	03-01-2008	Carta FIP 22		Mínuta de reunión técnica	Se acepta cambio en la embarcación a utilizar. Se acepta el uso de una red de arrastre de mediagua para el muestreo. Se plantea como fecha de inicio del crucero el 23 de marzo de 2008 Se incorporar la lectura de edades en el proyecto.
3	18-04-2008	R. EX. . 1012, Valparaíso.	Ministerio de economía fomento y reconstrucción - Resolución Pesca de Investigación	Autorización para realizar pesca de investigación.	Pesca de Investigación a realizarse entre fecha de resolución 18 de abril y 23 de junio ambas inclusive.
4	02-05-2008	Reunión AGARMAR, Puerto Montt	Iván Vazquez, Carlos Toro y dos asesores (uno jurídico), Edwin Niklitschek, Pamela Toledo	Arte de muestreo Disponibilidad de embarcaciones	Dirigentes apoyan la realización del proyecto Comentan la posibilidad de tener disponibilidad de embarcaciones para realizar prospección en septiembre de 2008.
5	26-05-2008	Conferencia telefónica	Rubén Pinochet, Luis Pichott, Rubén Alarcón, Enzo Acuña, Edwin Niklitschek.	Conversación con FIP y asesores.	
6	23-06-2008	SUBPESCA, Valparaíso	Silvia Hernández, José Acevedo, Rubén Pinochet, Edwin Niklitschek	Problemas con muestreo biológico	Se acepta petición de datos de composición de tallas especies y sexo a IFOP. Se solicita entrega de modificaciones a la propuesta

ANEXO II: CONFIGURACIÓN DE ECOSONDAS

Configuración ecosondas durante crucero acústico de pequeños pelágicos en la Región de Los Lagos.
L/M Nautilus V

Ecosonda Periodo	EK60 38KHz (Todo el crucero)	EK60 120KHz (I)	EK60 120KHz (II)	EK60 120KHz (III)	EK60 120KHz (IV)
Operation dialog					
Ping rate	Maximum	Maximum	Maximum	Maximum	Maximum
Transceiver settings					
Power (W)	2.000	500	500	500	500
Pulse length (ms)	1,024	0,128	0,256	0,512	1,024
Frequency (Hz)	38.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Beam type	Split	Split	Split	Split	Split
Gain (dB)	26,39	27,00	27,00	27,00	27,00
2-way beam angle (dB)	-20,60	-21,00	-21,00	-21,00	-21,00
S _A Correction (dB)	-0,61	0	0	0	-0,31
Absorption (dB/km)	9,4210	39,7847	39,7847	39,7847	39,7847
Bandwidth (Hz)	2.430	3.030	3.030	3.030	3.030
Sound velocity (m/s)	1.500,91	1.500,91	1.500,91	1.500,91	1.500,91
Angle sens. Along (°)	21,90	23,00	23,00	23,00	23,00
Angle sens. Athwart (°)	21,90	23,00	23,00	23,00	23,00
3 dB beamw. Along (°)	7,100	6,570	6,570	6,570	6,570
3 dB beamw. Athwart (°)	6,940	6,500	6,500	6,500	6,500
Angle offset along (°)	0,06	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Angle offset athwart (°)	-0,02	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04

Configuración ecosondas durante crucero acústico de pequeños pelágicos en la Región de Aysén.
L/M Don Francisco S.

Ecosonda	EK60 38KHz	EK60 120KHz
Operation dialog		
Ping rate	Maximum	Maximum
Transceiver settings		
Power (W)	2.000	500
Pulse length (ms)	0.512	0,256
Frequency (Hz)	38.000	120.000
Beam type	Split	Split
Gain (dB)	25.75	25.55
2-way beam angle (dB)	-20,60	-21,00
S _A Correction (dB)	-0.73	0.53
*Absorption (dB/km)	7,82 a 8,14	30,14 a 32,09
Bandwidth (Hz)	3,275	8,710
*Sound velocity (m/s)	1.483 a 1.487	1.483 a 1.487
Angle sens. Along (°)	21,90	23,00
Angle sens. Athwart (°)	21,90	23,00
3 dB beamw. Along (°)	7.07	6.75
3 dB beamw. Athwart (°)	6.91	6.62
Angle offset along (°)	0,06	0.09
Angle offset athwart (°)	-0,02	0.01

* Valores se fueron ajustando a lo largo del crucero de acuerdo a las condiciones de salinidad y temperatura del ambiente.

ANEXO III: MUESTREO OCEANOGRÁFICO, POSICIÓN DE ESTACIONES DE CTD

Tabla 45: Ubicación de las estaciones de CTD realizadas en la Región de Los Lagos, año 2008.

Estación	Nombre	Fecha	Zona	Latitud	Longitud
1	C-10	19-04-2008	1	41° 47.938'	73° 07.030'
2	C-4	21-04-2008	1	41° 42.969'	72° 37.095'
3	C-1	24-04-2008	1	41° 31.503'	72° 55.045'
4	B-1	26-04-2008	1	41° 49.100'	73° 26.823'
5	C-12	26-04-2008	1	41° 58.902'	73° 27.730'
6	C-29	02-05-2008	2	42° 42.883'	73° 36.457'
7	B-3	03-05-2008	2	42° 49.038'	73° 27.218'
8	B-5	03-05-2008	2	42° 51.522'	73° 22.682'
9	C-30	03-05-2008	2	42° 43.755'	73° 23.493'
10	C-43	04-05-2008	2	42° 59.660'	73° 29.940'
11	C-46	05-05-2008	2	43° 07.589'	73° 38.933'
12	C-40	05-05-2008	2	43° 23.708'	73° 36.910'
13	B-4	06-05-2008	3	43° 37.389'	73° 04.025'
14	C-37	08-05-2008	3	43° 11.940'	72° 57.511'
15	C-22	09-05-2008	3	42° 26.966'	72° 45.210'
16	C-18	10-05-2008	3	42° 14.509'	72° 29.527'
17	B-2	12-05-2008	3	42° 01.556'	72° 44.320'

Tabla 46: Ubicación de las estaciones de CTD realizadas en la Región de Aysén , año 2008.

Estación	Nombre	Fecha	Zona	Latitud	Longitud
18	10B	28-09-2008	7	45° 21.86'	73° 22.70'
19	16	28-09-2008	7	45° 21.87'	73° 22.62'
20	19	28-09-2008	7	45° 28.05'	72° 49.19'
21	23	29-09-2008	5	45° 43.78'	73° 33.88'
22	41B	30-09-2008	7	45° 39.14'	73° 22.48'
23	42B	30-09-2008	7	45° 44.05'	73° 27.17'
24	43B	01-10-2008	7	45° 28.06'	73° 18.13'
25	44B	01-10-2008	7	46° 17.29'	73° 35.19'
26	21B	02-10-2008	7	45° 28.30'	72° 49.99'
27	24	02-10-2008	5	45° 54.72'	73° 38.07'
28	21B	06-10-2008	7	45° 28.57'	72° 50.13'
29	16	07-10-2008	7	45° 21.48'	73° 22.81'
30	17A	07-10-2008	7	45° 17.87'	73° 16.48'
31	19	07-10-2008	7	45° 26.00'	72° 56.50'
32	47B	07-10-2008	7	45° 17.37'	73° 24.97'

Estación	Nombre	Fecha	Zona	Latitud	Longitud
33	48B	08-10-2008	5	45° 34.19'	73° 32.62'
34	49B	08-10-2008	5	45° 42.84'	73° 51.17'
35	72	08-10-2008	8	45° 42.02'	74° 09.92'
36	50B	09-10-2008	8	45° 11.20'	74° 05.67'
37	51B	09-10-2008	8	45° 10.72'	74° 16.60'
38	67	09-10-2008	8	45° 23.40'	74° 06.02'
39	52B	10-10-2008	8	45° 05.80'	74° 14.45'
40	53B	10-10-2008	8	45° 02.15'	74° 19.00'
41	60	10-10-2008	8	45° 03.06'	74° 00.19'
42	54B	11-10-2008	4	45° 14.32'	73° 26.32'
43	10	12-10-2008	4	44° 49.87'	73° 30.45'
44	57B	12-10-2008	4	45° 02.13'	73° 36.72'
45	9	12-10-2008	4	44° 41.64'	73° 29.85'
46	34	13-10-2008	6	44° 25.27'	72° 50.64'
47	36	13-10-2008	6	44° 26.09'	72° 37.31'
48	58B	13-10-2008	6	44° 17.17'	73° 03.72'
49	38	14-10-2008	6	44° 40.31'	72° 46.02'
50	59B	14-10-2008	6	44° 38.09'	72° 54.07'
51	60B	14-10-2008	6	44° 41.34'	72° 45.01'
52	40	15-10-2008	6	44° 49.30'	72° 56.24'
53	55B	15-10-2008	4	45° 10.63'	73° 22.38'
54	56B	15-10-2008	4	45° 04.91'	73° 28.66'
55	61B	15-10-2008	4	44° 56.02'	73° 23.50'
56	62B	15-10-2008	4	45° 10.76'	73° 23.80'
57	14	16-10-2008	5	45° 22.75'	73° 38.63'
58	31	16-10-2008	5	45° 25.69'	73° 43.14'
59	63B	16-10-2008	7	45° 18.11'	73° 18.44'
60	45B	29-10-2008	8	44° 34.39'	74° 01.65'
61	58	29-10-2008	8	44° 58.28'	73° 46.05'
62	66B	29-10-2008	8	44° 50.97'	74° 05.73'
63	67B	30-10-2008	4	44° 09.90'	73° 27.16'
64	46B	31-10-2008	8	44° 07.29'	73° 42.78'
65	7B	31-10-2008	4	44° 13.17'	73° 25.22'
66	65B	01-11-2008	6	44° 47.02'	73° 16.74'
67	8	01-11-2008	4	44° 26.07'	73° 27.66'

**ANEXO IV: LANCES DE IDENTIFICACIÓN,
REGIONES DE LOS LAGOS Y AYSÉN.**

Tabla 47: Lances efectuados en crucero hidroacústico de pequeños pelágicos en la Región de los Lagos con red de arrastre de mediagua entre los meses de abril y mayo de 2008. Tipo de lance: 0 = lance ciego; 1= lance dirigido a un ecotrazo.

Lance	Fecha	Hora de inicio	Minutos de arrastre	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Prof. red inicio de arrastre (m)	Prof. red final del arrastre (m)	Cable cala inicio del arrastre (m)	Cable cala al final del arrastre (m)	Velocidad de arrastre (nudos)	(Tipo de lance)	Captura pp estimada (kg)
1	20-abr-08	17:22:32	17.2	-41.689	-72.698	-41.695	-72.705	32.01	0	65	0	1.8	0	0
2	21-abr-08	10:53:36	14.6	-41.593	-72.337	-41.600	-72.340	28.99	0	100	0	2.5	0	0
3.1	21-abr-08	11:47:12	9.5	-41.625	-72.346	-41.631	-72.348	64.04	18.2	200	200	2.1	0	0
3.2	21-abr-08	12:24:38	53.9	-41.647	-72.347	-41.658	-72.380	76.41	0	300	0	2.5	0	0
4	21-abr-08	15:35:16	60.9	-41.707	-72.515	-41.721	-72.567	99.26	0	300	0	2.5	1	0
5	21-abr-08	20:01:32	58.9	-41.547	-72.797	-41.537	-72.852	29.9	0	150	0	3	0	0
6	25-abr-08	14:49:38	19.7	-41.785	-73.303	-41.785	-73.284	53.18	0	200	0	2.5	0	0
7	25-abr-08	21:52:46	20.6	-41.858	-73.387	-41.851	-73.371	20.47	0	150	0	3	1	0
8	25-abr-08	22:23:44	4.9	-41.850	-73.370	-41.852	-73.372	5.43	0	50	0	3	1	0
9.1	25-abr-08	22:35:18	12.3	-41.854	-73.377	-41.860	-73.384	18.87	9.35	100	50	3	1	0
9.2	25-abr-08	22:52:04	27.6	-41.858	-73.387	-41.842	-73.373	12.89	0	100	0	3	1	0
10.1	25-abr-08	23:38:00	2.2	-41.842	-73.375	-41.843	-73.376	9.55	0.84	50	30	3	1	5.5
10.2	26-abr-08	0:02:52	3.6	-41.835	-73.367	-41.834	-73.366	10.83	0	50	0	3	1	0
11	26-abr-08	13:28:00	30.6	-41.853	-73.455	-41.856	-73.423	94	0	350	0	3.5	1	0
12	26-abr-08	17:03:48	2.2	-41.959	-73.488	-41.959	-73.487	2.83	0	30	0	2	0	0
13	26-abr-08	18:15:34	0.8	-42.007	-73.457	-42.007	-73.457	6.64	0	10	0	2	0	0
14	27-abr-08	9:48:14	42.6	-42.120	-73.347	-42.119	-73.309	91.83	0	400	0	3.5	0	0
15	27-abr-08	12:49:54	29.2	-42.228	-73.210	-42.207	-73.203	56.43	0	150	0	3.5	1	0
16	27-abr-08	15:41:16	3.0	-42.250	-73.048	-42.250	-73.047	2.45	0	20	0	2	0	0
17.1	27-abr-08	16:52:12	40.7	-42.283	-73.967	-42.296	-73.012	91	6.9	400	80	3	0	0
17.2	27-abr-08	17:34:40	3.3	-42.296	-73.012	-42.296	-73.014	14.88	0	80	0	4	0	0

Lance	Fecha	Hora de inicio	Minutos de arrastre	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Prof. red inicio de arrastre (m)	Prof. red final del arrastre (m)	Cable cala inicio del arrastre (m)	Cable cala al final del arrastre (m)	Velocidad de arrastre (nudos)	(Tipo de lance)	Captura pp estimada (kg)
18	28-abr-08	9:02:08	31.4	-42.287	-73.181	-42.270	-73.198	100.95	0	180	0	4	1	0
19	28-abr-08	9:52:36	1.2	-42.278	-73.179	-42.277	-73.179	7.12	0	15	0	2	1	0
20	28-abr-08	10:10:02	36.4	-42.275	-73.180	-42.271	-73.189	37.78	0	180	0	3.5	1	0
21.1	29-abr-08	10:55:32	8.6	-42.384	-73.533	-42.386	-73.522	44.06	15.08	100	50	5	0	0
21.2	29-abr-08	11:14:56	12.0	-42.390	-73.510	-42.396	-73.496	42.07	0	200	0	3	0	0
22	29-abr-08	18:46:04	18.0	-42.521	-73.364	-42.536	-73.361	30.55	0	100	0	4	1	0
23.1	1-may-08	0:11:48	3.6	-42.255	-73.199	-42.252	-73.202	6.61	1.11	75	20	5	1	0
23.2	1-may-08	0:45:40	2.8	-42.258	-73.196	-42.258	-73.197	10.96	0	100	0	6	1	0
24.1	1-may-08	2:20:30	4.5	-42.259	-73.194	-42.260	-73.199	12.26	2.53	100	50	6	1	0.07
24.2	1-may-08	2:40:56	7.7	-42.268	-73.212	-42.271	-73.213	50.44	0	200	0	4	1	0
25	1-may-08	3:50:12	2.1	-42.284	-73.188	-42.283	-73.189	6.78	0	50	0	4	1	0
26	1-may-08	4:04:48	43.6	-42.276	-73.200	-42.250	-73.246	58.03	0	200	0	4	1	0
27	1-may-08	21:51:55	18.4	-42.655	-73.712	-42.640	-73.736	35	0	200	0	5	1	0
28	1-may-08	22:30:20	15.5	-42.652	-73.717	-42.659	-73.703	50	0	200	0	5	1	0.02
29	1-may-08	23:05:06	19.0	-42.652	-73.717	-42.660	-73.709	80	0	250	0	5	1	0
30	2-may-08	18:16:36	15.8	-42.652	-73.718	-42.662	-73.704	76.77	0	250	0	3	1	0
31	3-may-08	12:33:20	25.7	-42.641	-73.364	-42.666	-73.364	28.88	0	150	0	3	1	0
32	3-may-08	14:32:22	37.7	-42.724	-73.333	-42.727	-73.377	88.08	0	300	0	3	0	0
33	4-may-08	12:02:10	5.0	-42.971	-73.530	-42.972	-73.531	75.74	0	250	0	3	1	0
34	4-may-08	13:02:12	8.9	-42.968	-73.534	-42.976	-73.525	59.41	0	150	0	3	1	0
35	5-may-08	10:30:02	9.6	-43.152	-73.624	-43.154	-73.632	44.64	0	150	0	3	1	0
36	6-may-08	13:27:04	4.5	-43.619	-72.887	-43.614	-72.888	15.77	0	30	0	5	1	0
37	8-may-08	14:45:38	12.2	-43.111	-72.913	-43.155	-72.928	39.01	0	150	0	4.1	1	0
38	9-may-08	16:36:50	22.3	-42.497	-72.667	-42.483	-72.687	84.31	0	450	0	3.6	0	0

Lance	Fecha	Hora de inicio	Minutos de arrastre	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Prof. red inicio de arrastre (m)	Prof. red final del arrastre (m)	Cable cala inicio del arrastre (m)	Cable cala al final del arrastre (m)	Velocidad de arrastre (nudos)	(Tipo de lance)	Captura pp estimada (kg)
39	9-may-08	17:53:50	23.3	-42.446	-72.772	-42.439	-72.797	36.89	0	150	0	3.4	0	0
40	10-may-08	11:07:02	10.9	-42.200	-72.751	-42.209	-72.758	51.53	0	200	0	3.5	1	0
41	10-may-08	11:27:00	9.4	-42.207	-72.753	-42.201	-72.746	53.95	0	130	0	2	1	0
42	10-may-08	17:08:14	12.0	-42.331	-72.471	-42.340	-72.465	78.9	0	230	0	4	1	0
43	11-may-08	8:43:42	16.5	-42.356	-72.483	-42.369	-72.471	81.45	0	300	0	5	1	0
44.1	11-may-08	16:34:04	2.5	-42.024	-72.514	-42.027	-72.515	21.5	2.33	100	20	4	1	0
44.2	11-may-08	16:40:26	2.7	-42.029	-72.516	-42.031	-72.517	10.88	0	50	0	4	1	0
45	11-may-08	17:00:24	14.3	-42.036	-72.512	-42.046	-72.515	66.44	0	200	0	5	1	0
46	12-may-08	10:45:18	29.3	-42.058	-72.747	-42.031	-72.742	84.18	0	350	0	5	0	0
47	12-may-08	13:40:06	29.0	-41.972	-72.877	-41.988	-72.907	76.73	0	350	0	3.5	0	0
48	12-may-08	14:39:56	13.6	-41.946	-72.913	-41.940	-72.912	157.59	0	300	0	3.5	0	0
49	12-may-08	15:47:24	12.1	-41.858	-72.865	-41.848	-72.865	43.63	0	150	0	3.5	0	0

Tabla 48: Lances de identificación, posición, proporción de especies y copo estimado de los lances realizados en la región de Aysén entre septiembre y noviembre con red de cerco (borlinche) artesanal.

Lance	Fecha	Posición		Proporción de especies (%)		
		Latitud (S)	Longitud (W)	S. austral	Anchoveta	S. común
1	20080929	43°35.042'	73°34.185'	100%	0%	0%
2	20080930	45°46.81'	73°28.705'	100%	0%	0%
3	20080930	45°46.95'	73°33.78'	100%	0%	0%
4	20080930	45°46.95'	73°33.78'	100%	0%	0%
5	20081001	45°46.95'	73°33.78'	100%	0%	0%
6	20081001	46°19.79'	73°37.511'	100%	0%	0%
7	20081007	45°24.39'	73°23.57'	100%	0%	0%
8	20081007	45°24.429'	73°24.622'	100%	0%	0%
9	20081008	45°24.38'	73°24.82'	100%	0%	0%
10	20081009	45°10.501'	74°12.308'	100%	0%	0%
11	20081009	45°10.735'	74°11.482'	100%	0%	0%
12	20081011	45°13.844'	73°26.071'	100%	0%	0%
13	20081012	44°34.448'	73°20.58'	100%	0%	0%
14	20081013	44°31.21'	73°21.79'	100%	0%	0%
15	20081014	44°47.15'	72°56.431'	100%	0%	0%
16	20081014	44°47.986'	72°57.594'	100%	0%	0%
17	20081014	44°48.918'	72°58.031'	99.95%	0.05%	0%
18	20081015	44°48.934'	72°58.024'	100%	0%	0%
19	20081016	45°10.73'	73°26.67'	100%	0%	0%
20	20081016	45°21.603'	73°28.728'	100%	0%	0%
21	20081016	45°21.84'	73°29.751'	100%	0%	0%
22	20081016	45°21.776'	73°30.364'	100%	0%	0%
23	20081016	45°21.543'	73°34.23'	100%	0%	0%
24	20081029	44°36.06'	74°1.07'	100%	0%	0%
25	20081029	44°36.04'	74°0.78'	100%	0%	0%
26	20081029	44°36.1'	74°0.18'	99.98%	0.02%	0%
27	20081029	44°35.81'	73°59.3'	100%	0%	0%
28	20081031	44°12.15'	73°41.25'	100%	0%	0%
29	20081031	44°12.204'	73°41.46'	100%	0%	0%
30	20081101	44°47.118'	73°22.708'	100%	0%	0%
31	20081101	44°48.022'	73°21.007'	100%	0%	0%
32	20081101	44°48.813'	73°23.096'	100%	0%	0%
33	20081103	45°18.76'	73°33.47'	100%	0%	0%
34	20081104	45°14.67'	73°29.78'	100%	0%	0%

ANEXO V: PROPORCIÓN EN NÚMERO Y PESO POR CLASE DE TALLAS, ESPECIE Y ZONA

Tabla 49: Proporción en número y en peso a la talla por zona para anchoveta. Datos provenientes de capturas comerciales proporcionados por IFOP y del propio proyecto.

Clase de talla	Zona 1		Zona 2		Zona 8	
	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)
8	0.0019±0.00065	0.0003±0.00027	0.4±0.12	0.3±0.11		
9	0.0570±0.00061	0.0140±0.00030	0.60±0.080	0.68±0.085		
10	0.1892±0.00053	0.0636±0.00030			0.3±0.22	0.2±0.16
11	0.2016±0.00052	0.0901±0.00035				
12	0.0953±0.00059	0.0552±0.00045			0.3±0.22	0.3±0.20
13	0.0110±0.00064	0.0081±0.00055				
14	0.0019±0.00065	0.0018±0.00062				
15	0.0233±0.00063	0.0263±0.00067			0.3±0.22	0.5±0.29
16	0.0875±0.00059	0.1198±0.00069				
17	0.1497±0.00055	0.2456±0.00071				
18	0.1244±0.00057	0.2422±0.00079				
19	0.0506±0.00062	0.1156±0.00093				
20	0.0065±0.00064	0.017±0.0011				

Tabla 50: Proporción en número y en peso a la talla por zona para sardina común. Datos provenientes de capturas comerciales proporcionados por IFOP y del propio proyecto.

Clase de talla	Zona 1		Zona 2	
	Proporción n° de individuos±EE	Proporción en peso ±EE (gr)	Proporción n° de individuos±EE	Proporción en peso ±EE (gr)
6	0.0007±0.00073	0.0001±0.00029		
7	0.0044±0.00073	0.0011±0.00037		
8	0.0249±0.00071	0.0094±0.00044		
9	0.0814±0.00067	0.0438±0.00049		
10	0.3021±0.00051	0.2242±0.00044		
11	0.3343±0.00049	0.3317±0.00049		
12	0.1745±0.00061	0.2257±0.00069		
13	0.0147±0.00072	0.0242±0.00093		
14	0.0462±0.00070	0.096±0.0010	0.90±0.010	0.879±0.0099
15	0.0147±0.00072	0.037±0.0012	0.10±0.090	0.12±0.099
16	0.0022±0.00073	0.007±0.0013		

Tabla 51: Proporción en número y en peso a la talla para sardina austral, Región de Los Lagos.

Datos provenientes de capturas comerciales proporcionados por IFOP y del propio proyecto.

Clase de talla	Zona 1		Zona 2	
	Proporción n° de individuos±EE	Proporción en peso ±EE (gr)	Proporción n° de individuos±EE	Proporción en peso ±EE (gr)
5	0.0003±0.00029	0.00002±0.000080		
6	0.0092±0.00028	0.0012±0.00010		
7	0.0458±0.00027	0.0092±0.00012		
8	0.1099±0.00025	0.0320±0.00014		
9	0.1698±0.00024	0.0687±0.00015		
10	0.1374±0.00025	0.0747±0.00018		
11	0.0845±0.00026	0.0599±0.00022	0.0009±0.00088	0.0003±0.00052
12	0.0252±0.00028	0.0228±0.00027		
13	0.0235±0.00028	0.0265±0.00030	0.0062±0.00088	0.0034±0.00065
14	0.0796±0.00026	0.1106±0.00031	0.0282±0.00086	0.0194±0.00071
15	0.1655±0.00024	0.2788±0.00031	0.2857±0.00063	0.2378±0.00057
16	0.1180±0.00025	0.2380±0.00036	0.4171±0.00051	0.4156±0.00051
17	0.0266±0.00028	0.0636±0.00043	0.2011±0.00070	0.2373±0.00077
18	0.0043±0.00029	0.0120±0.00048	0.0520±0.00084	0.0720±0.00098
19	0.0006±0.00029	0.0019±0.00052	0.0088±0.00087	0.014±0.0011

Tabla 52: Proporción en número y en peso a la talla para sardina austral, Región de Aysén (Datos provenientes de capturas del presente proyecto).

Clase de talla	Zona 4		Zona 5		Zona 6		Zona 7		Zona 8	
	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)	Prop. n° de individuos±EE	Prop. en peso ±EE (gr)
5							0.004±0.0020	0.002±0.0014		
6			0.0521±0.00076	0.0239±0.00051			0.482±0.0010	0.365±0.0009		
7	0.053±0.0025	0.016±0.0014	0.3349±0.00053	0.2361±0.00045	0.108±0.0019	0.048±0.0012	0.457±0.0011	0.532±0.0012	0.001±0.0011	0.0003±0.00054
8	0.284±0.0019	0.125±0.0013	0.4127±0.00047	0.4223±0.00048	0.440±0.0012	0.280±0.0009	0.051±0.0019	0.085±0.0025	0.025±0.0011	0.0084±0.00064
9	0.045±0.0025	0.027±0.0020	0.1554±0.00068	0.2210±0.00081	0.144±0.0018	0.127±0.0017	0.004±0.0020	0.009±0.0031	0.063±0.0011	0.0298±0.00073
10	0.018±0.0026	0.015±0.0023	0.0321±0.00078	0.061±0.0011	0.056±0.0020	0.067±0.0021	0.002±0.0020	0.006±0.0036	0.053±0.0011	0.0336±0.00085
11	0.176±0.0022	0.189±0.0022	0.0104±0.00079	0.026±0.0013	0.077±0.0019	0.120±0.0024			0.3063±0.00078	0.2534±0.00071
12	0.326±0.0018	0.446±0.0021	0.0008±0.00080	0.003±0.0014	0.154±0.0018	0.305±0.0025			0.3097±0.00078	0.3266±0.00080
13	0.074±0.0024	0.126±0.0032	0.0008±0.00080	0.003±0.0016	0.017±0.0020	0.041±0.0032			0.1734±0.00093	0.2287±0.00107
14	0.016±0.0026	0.033±0.0038	0.0008±0.00080	0.004±0.0018	0.004±0.0021	0.013±0.0036			0.047±0.0011	0.0767±0.00137
15	0.003±0.0026	0.007±0.0042							0.020±0.0011	0.0399±0.00155
16	0.005±0.0026	0.016±0.0046							0.001±0.0011	0.0027±0.00173

ANEXO VI: PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD.

Personal científico participante en el crucero de la Región de Los Lagos

Nombre	Rol en el crucero	Institución
Edwin Niklitschek	Jefe de Proyecto, jefe crucero, análisis estadístico.	Universidad Austral de Chile
Michael Soule	Apoyo técnico, puesta en marcha del crucero	Fisheries Resource Surveys
Eduardo Hernández	Jefe de crucero, coordinación, diseño y muestreo biológico.	Universidad Austral de Chile
Claudio Herranz	Asistente muestreo acústico, administrador base de datos.	Universidad Austral de Chile
Claudio Carocca	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Javier Porobic	Asistente muestreo acústico, observador biológico.	Universidad de Concepción

Personal científico participante en el crucero de la Región de Aysén

Nombre	Rol en el crucero	Institución
Edwin Niklitschek	Jefe de Proyecto, jefe crucero	Universidad Austral de Chile
Michael Soule	Apoyo técnico, puesta en marcha del crucero	Fisheries Resource Surveys
Janine Nelson	Jefe de crucero	Fisheries Resource Surveys
Eduardo Hernández	Coordinación, diseño y muestreo biológico.	Universidad Austral de Chile
Claudio Herranz	Asistente muestreo acústico, administrador base de datos.	Universidad Austral de Chile
Hugo Lagos	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Karin Chiguay	Observador biológico	Universidad Austral de Chile
Carlos Murillo	Observador biológico	Universidad Austral de Chile

Nombre Edwin Niklitschek
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto	22	16	16	16	16	86
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo	22					22
General	Elaboración de informes				44	88	132
General	Taller de difusión y discusión					24	24
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico			50	88	50	188
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos	36					36
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica	120	120				240
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post-proceso de datos acústicos						0
4,4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4,5	Recopilación de información existente						0
4,6	Desarrollo metodología análisis datos sonar		22	22	22		66
	Total	200	158	88	170	178	794

Nombre Ian Hampton
Institución Fisheries Resource Surveys

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes				22		22
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos	22					22
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica	22					22
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos						0
4.4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4.5	Recopilación de información existente						0
4.6	Desarrollo metodología análisis datos sonar	44		22			66
	Total	88	0	22	22	0	132

Nombre Eduardo Hernandez
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo	16					16
General	Elaboración de informes				88	44	132
General	Taller de difusión y discusión					16	16
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica						0
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico	240					240
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos		97	97			194
4.4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4.5	Recopilación de información existente						0
4.6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	256	97	97	88	60	598

Nombre Claudio Herranz
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes						0
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos		44	132	88	44	308
General	Análisis estadístico			44	97	44	185
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica	120	120				240
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos						0
4.4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4.5	Recopilación de información existente						0
4.6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	120	164	176	185	88	733

Nombre Hugo Lagos
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes						0
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica	240	240				480
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos						0
4,4	Análisis y caracterización dieta captura incidental			194			194
4,5	Recopilación de información existente						0
4,6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	240	240	194	0	0	674

Nombre Janine Nelson
Institución Fisheries Resource Surveys

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes						0
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica		240				240
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos		48				48
4,4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4,5	Recopilación de información existente						0
4,6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	0	288	0	0	0	288

Nombre Michael Soule
Institución Fisheries Resource Surveys

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes				44		44
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos	44					44
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica	22					22
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos						0
4,4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4,5	Recopilación de información existente						0
4,6	Desarrollo metodología análisis datos sonar	44		22		88	154
	Total	110	0	22	44	88	264

Nombre Pamela Toledo
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto	44	22	22	22	44	154
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo	22					22
General	Elaboración de informes				110	88	198
General	Taller de difusión y discusión					16	16
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica	120					120
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico		120				120
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos		44	132			176
4.4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4.5	Recopilación de información existente						0
4.6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	186	186	154	132	148	806

Nombre Ximena Valenzuela
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes			150			150
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica						0
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico						0
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos						0
4.4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4.5	Recopilación de información existente						0
4.6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	0	0	150	0	0	150

Nombre Observador biológico a bordo
Institución Universidad Austral de Chile

Objetivo	Actividad	MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
General	Gestión y coordinación del proyecto						0
General	Diseño de muestreo y protocolos de campo						0
General	Elaboración de informes						0
General	Taller de difusión y discusión						0
General	Administración bases de datos						0
General	Análisis estadístico						0
4.1, 4.2, 4.3	Instalación y calibración de equipos						0
4.1, 4.2, 4.6	Crucero de investigación: hidroacústica						0
4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Crucero de investigación: muestreo biológico	240	240				480
4.1, 4.2, 4.6	Post -proceso de datos acústicos						0
4.4	Análisis y caracterización dieta captura incidental						0
4.5	Recopilación de información existente						0
4.6	Desarrollo metodología análisis datos sonar						0
	Total	240	240	0	0	0	480

ANEXO VII: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cronograma de actividades

CARTA GANTT DE LAS ACTIVIDADES ESPECIFICADAS EN EL PLAN DE ESTUDIO

Actividad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Gestión y coordinación del proyecto	X	X	X	X	X
Diseño de muestreo y protocolos de campo	X				
Elaboración de informes			X	X	X
Taller de difusión y discusión metodológica					X
Administración bases de datos		X	X	X	
Análisis estadístico			X	X	
Instalación y calibración de equipos	X				
Crucero de investigación: hidroacústica	X	X			
Crucero de investigación: muestreo biológico	X	X			
Post -proceso de datos acústicos		X	X		
Análisis y caracterización dieta captura incidental			X	X	
Recopilación de información existente		X	X		

ANEXO VIII: TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Antecedentes generales

El taller de difusión de resultados del proyecto del proyecto FIP 2007-05 se realizó el día 6 de abril de 2009, en la ciudad de Valparaíso (sala de reuniones de la Subsecretaría de Pesca), con la participación de investigadores, científicos y representantes del sector público y privado (Tabla 53). Las presentaciones audiovisuales se encuentran adjuntas al final del presente informe.

Tabla 53: Asistentes al Taller de Difusión de resultados del Proyecto FIP 2007-05 “Identificación y evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007”

Participantes	Institución
Silvia Hernández	Subsecretaría de Pesca
Alejandra Ordenes	Subsecretaría de Pesca
Pamela Toledo	Universidad Austral de Chile
Ruben Pinochet	Fondo de Investigación Pesquera
Michael Soule	Fisheries Resource Surveys
José Acevedo	Subsecretaría de Pesca
Victor Espejo	Subsecretaría de Pesca
Manuel Gutiérrez	
Rubén Alarcón	Instituto de Investigación Pesquera
Antonio Aranis	Instituto de Fomento Pesquero
Marcelo Feltrim	Instituto de Fomento Pesquero
Edwin Niklitschek	Universidad Austral de Chile
Eduardo Hernández	Universidad Austral de Chile
Carlos Toro	Asesor armadores Región de Los Lagos
Manuel Arriagada	Pesquera Pacific Star - Granero S.A.
Edgardo García	Salmonoil S.A.

Agenda de trabajo:



Universidad Austral de Chile

Centro Trapananda

Identificación y evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007.

Proyecto FIP 2007-05

Programa taller de difusión de resultados.

Valparaíso, 06 de abril de 2009.

09:30 – 09:45 Palabras de bienvenida y presentación del proyecto.

Edwin Niklitschek, Universidad Austral de Chile.

09:45 – 10:15 Revisión bibliográfica de antecedentes biológico-pesqueros de pequeños pelágicos (Objetivo 5).

Pamela Toledo, Universidad Austral de Chile.

10:15 – 10:45 Diseño muestral, materiales y métodos (Objetivos 1, 2, 3 y 4).

Eduardo Hernández, Universidad Austral de Chile.

10:45 – 11:00 Café

11:00 – 11:30 Distribución, biomasa y abundancia de las especies en estudio (Objetivos 1 y 2).

Edwin Niklitschek, Universidad Austral de Chile.

11:30 – 12:00 Estructura de tallas y proporción sexual de las especies estudiadas en el área y periodo de estudio (Objetivo 3).

Edwin Niklitschek, Universidad Austral de Chile.

12:00 – 12:30 *In situ* target strength estimates for *Sprattus fuegensis*.

Michael Soule, Fisheries Resource Surveys.

12:30 – 13:00 Conclusiones y discusión con panelistas y asistentes al taller.

13:00 Cierre

Desarrollo del taller

- Se realizó la presentación del proyecto por parte del jefe de proyecto que mostró los objetivos y dio a conocer el equipo del proyecto.
- En una segunda presentación se mostró información relacionada con una revisión bibliográfica general de estudios pequeños pelágicos. Se consideró diversos aspectos como taxonómicos, biológicos y de historia de vida. Hubo comentarios generales de aporte y discusión de los temas tratados.
- Se realizó la presentación de la metodología donde surgieron preguntas relacionadas con el uso de información de datos provenientes de IFOP y cruzadas con información del S_A obtenido en el desarrollo de los cruceros de evaluación.
- Frente a la pregunta de si hay zonas de pesca en la Región de Aysén, se indicó que hoy en la zona de Aysén no hay zonas de pesca, sin embargo, existen al menos tres puntos de pesca, la que se utiliza casi exclusivamente para carnada y cuyos volúmenes de captura son pequeños.
- Ante consultas acerca del volumen de captura en Aysén, se explicó que la captura no fue llevada a cubierta, sólo se tomó muestras desde el cerco, sumando un máximo de 1 ton para todo el crucero.
- El señor Espejo plantea la importancia de conocer el tamaño de cada lance para ponderar las observaciones obtenidas. El Sr. Niklitschek responde que este tema se ha discutido en varios foros técnicos y no existe pleno consenso. Sin embargo, existe una tendencia a aceptar la conveniencia de ponderar por el tamaño del lance cuando se busca representar la composición de tallas de la captura, mientras que el caso contrario sería aplicable cuando se busca representar la composición de tallas de la población.
- El señor Aranís comenta la presencia de juveniles en zonas donde hay más aporte de agua dulce. Se comenta la posible existencia de áreas de protección de los juveniles. Además indica que no se ha visto la existencia de dos picks reproductivos en sardina austral, que es lo que ocurre con los otros pequeños pelágicos. Se discute el desconocimiento de la biología básica de la sardina austral. Se destaca la presencia de juveniles de 6-7 cm en octubre-noviembre, lo que no podría corresponder a un desove de primavera sino que a uno mucho más tardío, tal vez a fines del verano. Se concluye que es necesario realizar más estudios relacionados con la biología de esta especie.
- El señor Niklitschek indicó que una de las principales preocupaciones de los pescadores artesanales de la Región de Aysén están referidos a que sardina austral puede ser la especie forrajera de otras especies de importancia comercial y económica (como merluza, que es la especie en que se basa el fuerte de su pesquería) y que capturar esta especie pondría en peligro su economía futura. El señor Aranís acotó que se ha realizado estudios de dieta en merluza de cola y en merluza austral, pero que no se ha visto el ítem sardina austral como un ítem importante en la dieta de estas especies. Sin embargo coincide en que es necesario realizar un mejor estudio del efecto trófico.
- La señora Hernández indica que el uso de los datos provenientes de IFOP para realizar las

estimaciones de abundancia no la deja tranquila y pide un pronunciamiento sobre la calidad de los resultados basados en tal fuente de información. El señor Niklitschek indica que si bien el uso de éstos datos no es lo óptimo, considera que la data utilizada es suficientemente sólida, en particular para la zona 1. Se debe considerar además que cerca del 90% del S_A visualizado corresponde a esa zona, que el arte de muestreo utilizado sería el mismo en caso de no haber utilizado la red de arrastre, que el número de embarcaciones operando y por ende el número de lances de identificación serían mayores a los que hubiésemos realizado en el proyecto con una sola nave, y que se tomó sólo la información proveniente de los lances realizados en los días de la evaluación acústica

- La señora Hernández solicita recomendar una fecha en la que realizar un a evaluación conjunta en ambas regiones. El señor Niklitschek indica que si se quiere representar ambas regiones de una vez sería mejor la primavera; pero si lo que se quiere es representar la pesquería en la Región de Los Lagos, sería mejor abril-mayo. Al respecto el señor Acevedo indica que periodo óptimo se entiende por primavera para realizar un análisis conjunto e intentar determinar si se trata de 1 ó 2 stock.
- El señor Espejo pregunta por resultados de muestreos de huevos y larvas, se responde que en estos momentos sólo se tiene la información del biovolumen existente, falta aún realizar análisis.
- El señor Gutiérrez indica que los pescadores aún no son capaces de discriminar entre sardina común y sardina austral y pregunta si lo indicado en los desembarques oficiales representan la captura real de las especies. El señor Espejo indica que existente un cambio espacial en la composición de especies en la captura. Se informa que los datos de desembarque son verificados por IFOP, quien informa a SERNAPESCA, en el marco de la pesca de investigación de sardina austral
- Se discute sobre la presencia de algunas especies (de pequeños pelágicos) más cerca de áreas menos salinas y de la entrada estaciona de sardina común por el Canal de Chacao, la que tiende a concentrarse en el Golfo de Ancud.
- El señor Michael Soule muestra los resultados de las experiencias de utilizar 2 frecuencias en el cálculo de TS en sardina austral (38 y 120 kHz). De acuerdo a la data, los resultados al usar una frecuencia son casi idénticos que al usar 2 frecuencias.
- El señor Pinochet pregunta si con este estudio está resuelto el problema de TS en sardina austral. El señor Soule indica que estos resultados son de muy buena calidad: el experimento fue realizado sobre una especie (cardúmenes monoespecíficos), en bajas densidades y los resultados concuerdan con los de otros trabajos realizados para el mismo género en el hemisferio norte. Sin embargo el estudio esta realizado de noche, en aguas superficiales y pretende ser aplicado a cardúmenes altamente agregados, evaluados de día y a más de 50 m de profundidad. Por lo tanto es clave evaluar, al menos, el efecto de conducta y profundidad (presión). El señor Niklitschek indica que otro paso podría ser evaluar a estos individuos en jaulas o bajar los transductores a poca altura sobres los cardúmenes.
- La señora Hernández indica que en la Región de Los Lagos hay una mezcla de especies pelágicas y que estos resultados dan una voz de alerta del uso de los valores de TS de otras especies, ya que de acuerdo a los resultados del presente trabajo se estaría o estuvo sobre-estimando los

valores de biomasa. El señor Soule indica que utilizar los valores de TS de otras latitudes es la primera aproximación en la administración de pesquerías, que es lo que se acostumbra a hacer frente a la incertidumbre cuando no hay estudios en la especie en cuestión.

- El señor Pinochet agradece los esfuerzos de la SUBPESCA, IFOP y FIP en la conclusión del proyecto por parte de la Universidad Austral de Chile, y felicita a la Universidad por finalizar de excelente manera un proyecto complejo y de haber sorteado las múltiples dificultades surgidas en su desarrollo.

ANEXO IX: EVALUACIÓN RED DE ARRASTRE DE MEDIAGUA.

INFORME SOBRE RED DE ARRASTRE DE MEDIA AGUA

Solicitado por: Sr. Eduardo Hernández M.
Universidad Austral de Chile
Coyhaique

Elaborado por: Laboratorio de Tecnología Pesquera
Escuela de Ciencias del Mar
Facultad de Recursos Naturales
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Fecha: 10 de Julio de 2008

Objetivos de la solicitud:

1. Elaborar el plano de una red de arrastre de media agua utilizada
2. Diagnosticar las razones por las cuales dicha red no estaría pescando apropiadamente

Actividades realizadas por objetivo:

Objetivo 1

- Se inspeccionó y levantó el plano completo de la red considerando:
 - o Número de mallas
 - o Tamaño de mallas
 - o Claro de mallas
 - o Diámetro de hilos
 - o Tipo de material
 - o Relaciones de corte de paños
 - o Longitud de estructuras
 - o Diámetro de estructuras
 - o Flotación
 - o Peso

- Se utilizó un ICES Gauge para medir el claro de malla, pie de metro para medir el tamaño de malla y diámetro de hilos, catálogos para determinar la boyantez de los flotadores y peso de las cadenas.
- Se elaboró un plano de cortes y mallas indicando las estructuras principales

Objetivo 2

- Se recibió la información de operación, maniobras, portalones y accesorios utilizados en la operación de la red.
- Se realizaron los cálculos estáticos necesarios a partir del plano para realizar una simulación dinámica del desempeño de la red.
- Se analizó la red mediante simulación dinámica utilizando el software DynamiT, considerando como limitante que la profundidad de arrastre se mantiene constante, o sea, no es posible simular lances oblicuos.

Principales resultados:

Objetivo 1

La red de arrastre de media agua posee 4 paneles con aproximadamente 7 metros de relinga en cada panel (Fig. 1). En la sección frontal presenta mallas de nylon de 80 mm de tamaño. En la sección central o cuerpo de la red presenta mallas de nylon de 50 mm de tamaño, mientras que en la sección posterior se emplean mallas de 42 mm de tamaño.

En la relinga superior posee ocho flotadores, mientras que en la relinga inferior se agregan cadenas (0,5 kg/m), en ambos casos distribuidos linealmente.

Las estructuras utilizadas para unir las alas de la red y los portalones (estándares) corresponden a cabos de 6 m de longitud. Los estándares inferiores poseen "patines".

La red posee dos secciones internas de mallas de menor tamaño; una al inicio del túnel de 1,2 m de longitud de 24 mm de tamaño de malla y otra en la sección final de 3,6 m de longitud de 8 mm de tamaño de malla.

Respecto al estado de la red, se constató que esta posee una serie de roturas que fueron incorrectamente remendadas, no obstante podría eventualmente desempeñarse para captura, siendo necesaria su reparación.

Objetivo 2

Respecto al diagnóstico del desempeño de la red, es posible señalar que a juicio experto se esperaría que ésta desplegara una abertura horizontal de 3,5 m conforme al diseño y sus dimensiones.

Relativo a la maniobra utilizada, se considera que la longitud de 22 m de los cables de cala secundarios conectados a un único cable de cala principal debería afectar el desempeño de los portalones, esto debido a que el ángulo que adoptan las maniobras impedirían un correcto ángulo de ataque de los portalones limitando la capacidad de abertura horizontal de la red.

Por su parte, los patines poseen bajo peso aún con los plomos agregados en cada lado, lo cual se considera insuficiente para desplegar una correcta abertura vertical de la red.

Respecto a las simulaciones dinámicas realizadas, es posible constatar que a la velocidad de arrastre utilizada los parámetros principales de desempeño de la red fluctuarían entre 1,4 y 1,9 m de abertura vertical, entre 2,2 y 2,8 m de abertura horizontal y entre 3,8 y 4,2 m de abertura de portalones. Lo anterior podría afectar la probabilidad de captura dada la baja envergadura del arte y la velocidad de reacción del recurso objetivo.

A modo de conclusión, los resultados de la simulación ratificarían la percepción de problemas en el amarinamiento de la red de arrastre, sin que esto signifique que la red no sea apropiada para la captura del recurso. Si bien se trata de una red de muestreo, es recomendable reconsiderar el amarinamiento utilizado solicitando al proveedor una recomendación explícita al respecto.

En cuanto a los tamaños de malla utilizados, la red está compuesta por paños de diferentes configuraciones que responden a las características de una red de media agua, esto es una disminución gradual de su tamaño desde las alas hasta el copo. Ahora bien, las secciones internas de mallas más pequeñas (24 y 8 mm) deberían ser suficientes para lograr la retención de las muestras.

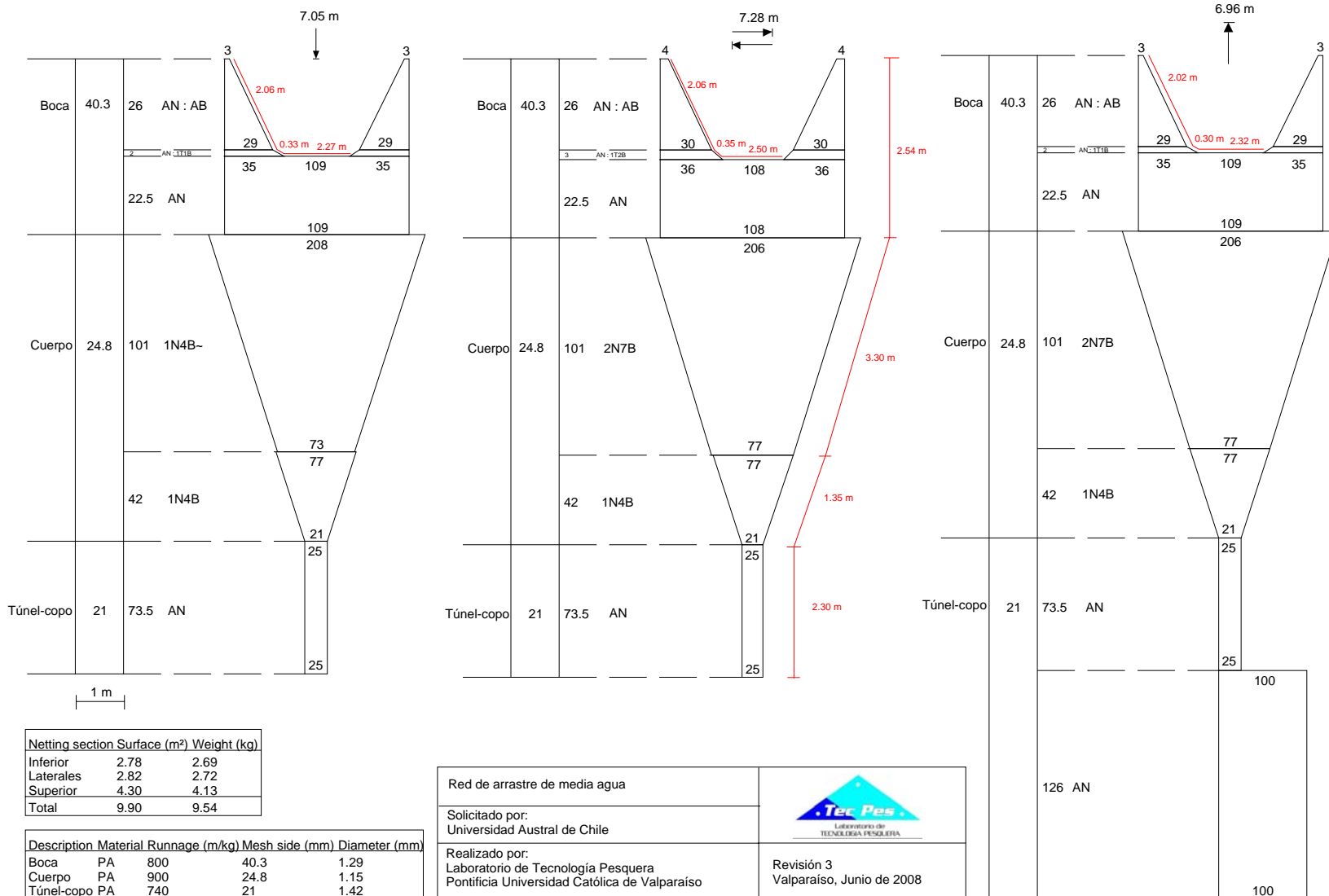


Figura 1. Plano de la red de arrastre de media agua.



Proyecto FIP 2007-05
"Identificación y evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007"



Abril de 2009

Objetivos

- 4.1 Estimar biomasa, abundancia y distribución espacial y batimétrica de las especies en estudio
- 4.2 Determinar distribución y principales áreas de concentración de las tres especies en estudio según tamaños y las características geográficas y oceanográficas asociadas.
- 4.3 Estimar la estructura de tallas y la proporción sexual con sus respectivas varianzas, para las especies estudiadas.
- 4.4 Caracterizar y cuantificar dieta alimenticia de las principales especies demersales eventualmente capturadas con red de cerco, como fauna acompañante de pequeños pelágicos.
- 4.5 Efectuar una recopilación y análisis de información disponible.

Equipo de trabajo

- Edwin Niklitschek Jefe de proyecto; análisis estadístico
- Pamela Toledo Coordinación general
- Eduardo Hernández Asistente y jefe de crucero
- Janine Nelson Jefe de crucero
- Michael Soule diseño e instalación sistema ecosondas
- Claudio Herranz análisis estadístico, apoyo informático
- Carlos Murillo revisión bibliográfica objetivo 5
- Ximena Valenzuela revisión bibliográfica objetivo 5

- **Colaboradores:**
- Ian Hampton Asesoría experta análisis estimaciones *in situ*
- Claudio Carocca Observador biológico (UACH)
- Javier Porovic Observador biológico (Univ. de Concepción).
- Hugo Lagos Observador biológico (UACH)
- Karin Chiguay Observador biológico (UACH)
- Gloria Cárdenas muestreo biológico en laboratorio
- Lorena Vargas ingreso datos a base de datos

Equipo de trabajo







Especiales Agradecimientos (orden alfabético)

- Fondo de Investigación Pesquera
- Instituto de Fomento Pesquero
- Programa COPAS-Sur Austral
- Subsecretaría de Pesca
- Universidad de Concepción



Universidad Austral de Chile
Centro Trapananda



REPÚBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARÍA DE PESCA
FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

Revisión bibliográfica pequeños pelágicos

Objetivo 5

Taxonomía, caracteres diagnósticos



Anchoveta - sardinas (Silva & Pequeño 2007)

Región preorbital se proyecta hacia adelante, boca en posición ventral,
longitud boca supera 50% longitud cabeza

Familia Engraulidae *Engraulis ringens*



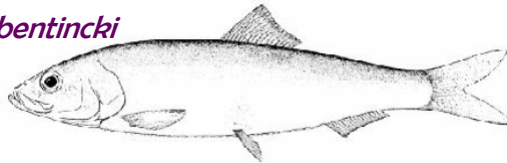
Región preorbital no se proyecta hacia adelante, boca en posición
terminal, longitud de boca no supera 50% longitud cabeza

Familia Clupeidae *Sardinops sagax*
Strangomera bentincki
Sprattus fuegensis

Sardina austral - sardina común (Aranis et al, 2007)

Posee bulla timpánica. Distancia preorbital, postorbital y longitud de la maxila son de menor envergadura. No posee dientes en lengua ni en mandíbula inferior.

Strangomera bentincki



No posee bulla timpánica. Posee dientes en lengua y en mandíbula inferior. La distancia preorbital, postorbital y longitud de la maxila son caracteres son de mayor envergadura

Sprattus fuegensis



Distribución geográfica

Anchoveta: desde 5° S hasta los 43°S en el Océano Pacífico 44°30' (5-21 cm)

Sardina común: desde los 29° a los 42°S en el Océano Pacífico (4-19 cm)

Sardina austral: desde el Seno de Reloncaví 41° 30'S hasta los canales australes en el Pacífico (9,0-18,5 cm) y desde los 43° hasta los 55° en el océano Atlántico (5,0-20 cm)



Pequeños pelágicos

Incluye principalmente anchoveta, sardina común, sardina española, sardina austral, pejerrey y trite o machuelo

Se destinan principalmente a reducción (harina), carnada y consumo humano

Capturas principalmente en el primer semestre de cada año, asociada a alta estacionalidad en la abundancia y disponibilidad del recurso

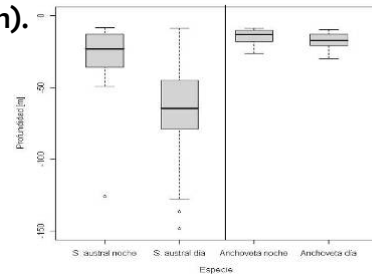
Medidas de manejo asociada a vedas reproductivas (julio-septiembre) y de reclutamiento (diciembre-febrero)



Distribución batimétrica (0-250m).

Día: cardúmenes de mayor densidad a mayor profundidad

Noche: cardúmenes menos densos a menor profundidad.

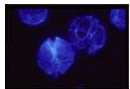
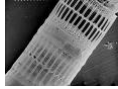


Distribución vertical

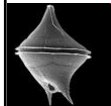
Asociado a baja salinidad, áreas de surgencia, cerca del borde costero (hasta 35 nm). Se ha observado aumento en la estructura de tallas progresivamente hacia el sur. Prefieren aguas entre 10° y 18°C

Alimentación

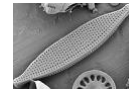
Basado en estudios en anchoveta y sardina común (Barría et al. 1999; Castillo et al 2003; 2004; 2005)



Fitoplancton: (hasta 33 taxa)
 Predominantemente *Skeletonema*.
Protoperdinium, *Chaetoceros*,
Thalassiosira, *Asterionella*, *Nitzschia*,
Protoperdidium, *Ceratium*



Zooplankton: (hasta 38 taxa)
 Predominantemente copépodos.
 Estados naupliares, miscidáceos,
 estados larvales de eufáusidos,
 anfípodos, huevos de peces



Parámetros de crecimiento

Anchoveta	Sardina común	Sardina austral (O. Pacífico)	Sardina austral (O. Atlántico)
$L_{\infty}=20,52 \text{ cm}$ $k=0,486 \text{ año}^{-1}$ $t_0 = -0,120 \text{ años}$	$L_{\infty}=17,7 \text{ cm}$ $k=0,79 \text{ año}^{-1}$ $t_0 = -0,347 \text{ años}$	$L_{\infty} = 17,7 \text{ cm}$ $k=0,78 \text{ año}^{-1}$ $t_0 = -0,46 \text{ años}$	$L_{\infty} = 14,5 \text{ cm}$ $k=0,78 \text{ año}^{-1}$
$L_{\infty}=20,8 \text{ cm}$ $k=0,44 \text{ año}^{-1}$ $t_0 = -0,392 \text{ años}$			$L_{\infty} = 13,4 \text{ cm}$ $k=0,62 \text{ año}^{-1}$



Relación peso-talla

Anchoveta	Sardina común	Sardina austral
$P = 0,007 L^3$	$P=0,009L^3$	
$P = 0,002039 L^{3,44731}$	$P= 0,004833 L^{3,25108}$	
$P = 0,0079 L^{2,99}$	$P = 0,0078 L^{3,05}$	$P= 0,013 L^{2,79}$

Talla de primera madurez

Anchoveta : 11,7 - 12 cm , (Cubillos et al, 1996; 1998; Aranís et al, 2006)

Sardina común: 10 - 11,5 cm (Cubillos et al, 1996; 1998; Bernal et al, 2004; Aranís et al, 2006)

Sardina austral: 11 cm A.I. Región de Los Lagos (Aranís et al, 2006)

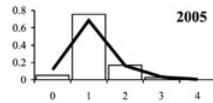
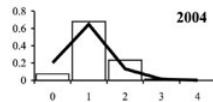
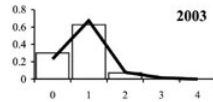
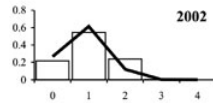
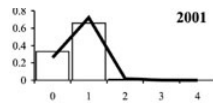
10,1 cm A.I. Región de Aysén (presente estudio)

11 a 12 cm Atlántico (Shirokova, 1978).

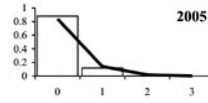
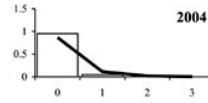
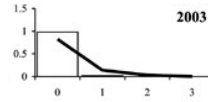
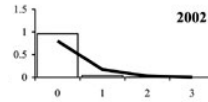
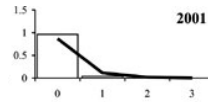
Grupos de edad

	Anchoveta	Sardina común	Sardina austral (O. Pacífico)	Sardina austral (O. Atlántico)
Grupos de edad	I-IV(2004) I-V (2006)	0 -III (2004)		
Grupos + abundantes	I (2004) I (2003) A.I. : III (2006) A.E : I (2006)	0 (2004) 0 (2003)		
Edad máxima	5 años	4 años	6 años	5 años

Estructura de edades (Gatica et al 2007)



Proporción por edad en la captura de anchoveta



Proporción por edad en la captura de sardina común

Producción de huevo (huevos/0,05 m2)

Referencia	Sector norte		Sector centro		Sector sur	
	Anchoveta	Sardina común	Anchoveta	Sardina común	Anchoveta	Sardina común
(Castillo et al, 2002)	<0,5	< 0,5	5 a 50	< 0,5	5 a 50	5 a 50
(Cubillos et al, 2003)	Ausencia	Ausencia	4,1	10	10,2	12,6
(Bernal et al, 2004)	Ausencia	Ausencia	73,2	3,5	55,3	7,3
(Cubillos et al, 2005)	Ausencia	Ausencia	6,5	0,1	19,3	1,2
(Cubillos et al, 2006)	7,5	0	46,9	2,5	77,1	30,6

Época de desove (zona centro sur)

Especie	Periodo	Pick	Periodo secundario
Anchoveta	Junio a noviembre	Septiembre Octubre	Sin periodo secundario
Sardina común	Junio a septiembre	Agosto (Concep.) Octubre (Valdivia)	febrero-marzo
Sardina austral	Septiembre a noviembre	Septiembre	

Factor de Condición

Anchoveta	Sardina común	Sardina austral
Mas alto en primavera - verano, disminuye en otoño - invierno	Mas alto en primavera - verano, disminuye en otoño - invierno	Mas alto en primavera - verano, disminuye en otoño - invierno

Proporción sexual

Referencia	Anchoveta	Sardina común	Sardina austral
2006	41% y 78% hembras	29%-72% hembras	54% hembras

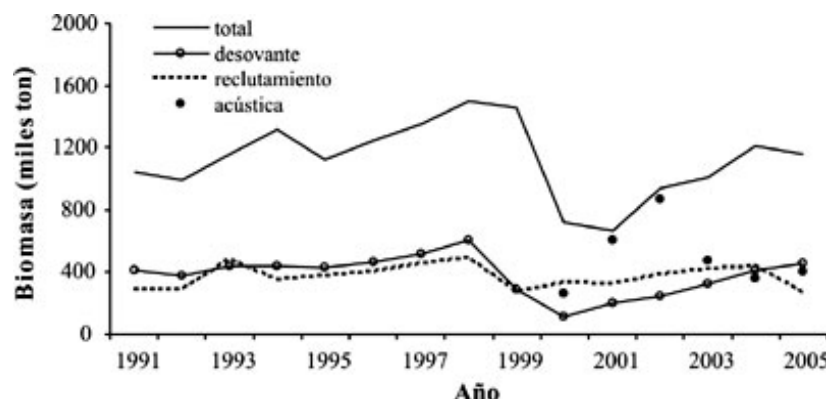
Biomasa y abundancia de pequeños pelágicos en evaluaciones hidroacústicas (en rojo evaluación en mar interior de Chiloé).

Zona (latitud)	Año	Estación	Biomasa anchoveta (t)	Biomasa sardina común (t)	Referencia
34°S – 40°15'S	1999	primavera	344.659	227.397	(Castillo et al , 2000)
	2001	verano	450.818	601.373	(Castillo et al , 2001)
	2001	invierno	584.862	271.393	(Castillo et al , 2002)
	2002	verano	1.513.007	884.269	(Castillo et al , 2003)
33°5'S – 41°S	2003	verano	243.556	481.605	(Castillo et al , 2003)
33° 5'S – 40°S	2004	verano	1.244.560	350.994	(Castillo et al , 2004)
	2005	verano	909.664	399.936	(Castillo et al , 2005)
41°3'S - 43°2'S	2006	otoño	22.000	1.500	(Niklitschek et al,2007)

Sardina austral

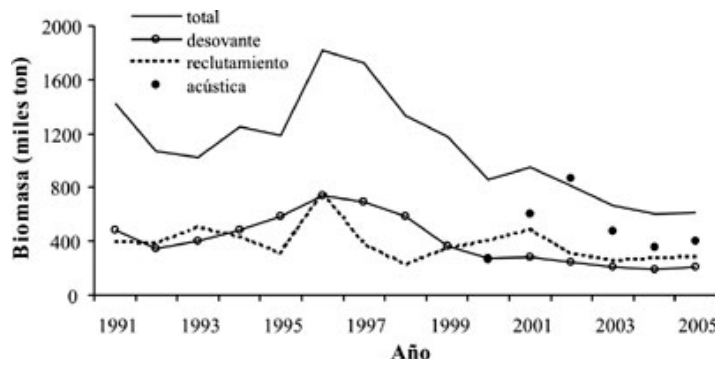
41°3'S - 43°2'S	2006	otoño		335.000	(Niklitschek et al,2007)
-----------------	------	-------	--	---------	--------------------------

Tendencia de la biomasa en anchoveta




Tendencias de la biomasa total, desovante y reclutamiento de anchoveta 1991-2005 (Gatica et al 2007)

Tendencia de la biomasa en sardina común



Tendencias de la biomasa total, desovante y reclutamiento de sardina común 1991-2005 (Gatica et al 2007)

Muchas gracias...


Universidad Austral de Chile
Centro Trapananda

Proyecto FIP 2007-05
“Identificación y evaluación hidroacústica de pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007”

Diseño muestral, materiales y métodos
(Objs 1, 2, 3 y 4).

Abril de 2009

Cruceros

Crucero	Area	Periodo	Fecha	Días efectivos de prospección	Lances
1	Aguas interiores Región de Los Lagos	Otoño	18 abril-12 mayo	22	49
2	Fiordos y canales Región de Aysén	Primavera	27 septiembre - 04 noviembre	21	34



L/M Nautilus V, Región de Los Lagos



L/M Don Francisco S, Región de Aysén



B/M Sur Weste, Región de Aysén

Muestreo acústico

- Evaluación acústica diurna
 - Reducción de sesgo por “evitamiento”.
 - Imposibilidad de acceder a zonas costeras usadas como refugios nocturnos (más evidente en Aysén).
 - Seguridad en la navegación (ver siguiente lámina).
- Empleo continuo de dos frecuencias (38 y 120 kHz)
 - Incrementar resolución de blancos individuales
 - Facilitar exclusión de plancton
 - Permitir algoritmos de clasificación de fondos.

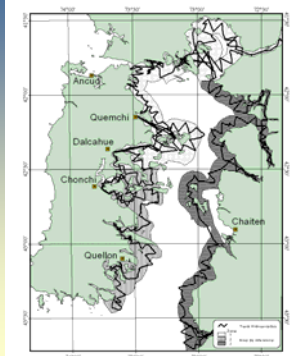
Región de Los Lagos (abril-mayo 2008)

Área estimada: 5.327 km².

Track acústico 2.379 km.

Transectas zig-zag:

- Desde la costa (15 m prof.)
- Hasta 5 mn mar adentro
- < 5 mn entre vértices



Región de Aysén (septiembre-noviembre 2008)

Área estimada: 8.180 km².

Track acústico: 1.930 km.

Transectas zig-zag:

- Equivalentes a Región de Los Lagos



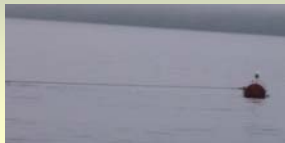
Obstáculos físicos



Centros de cultivo



Zona de exclusión Volcán Chaitén



Espineles pesca artesanal local



Otras embarcaciones

Muestreo biológico Región de Los lagos



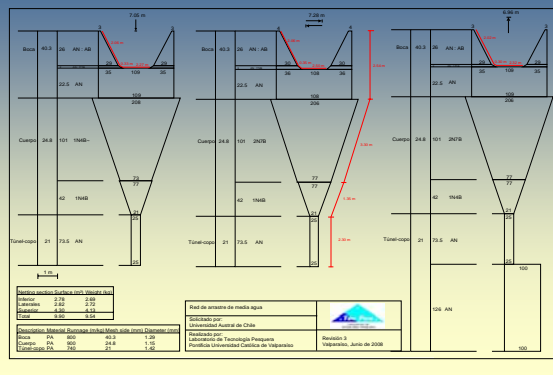
Muestreo Biológico Región de Los Lagos

- Se opta inicialmente por muestreo diurno con red de media agua, considerando:
 - Permitiría consistencia de muestreo acústico y biológico (cerco es sólo exitoso de noche).
 - Se lograría independencia de la flota artesanal (disponibilidad de la flota, compensaciones de cuota)
 - Éxito del arte como procedimiento estándar en evaluación de anchoveta en estuarios someros de EEUU.
 - Disponibilidad del mismo diseño (CBL-MWT) y fabricante del arte empleado en EEUU.

Red de arrastre de mediagua (CBL-MWT)

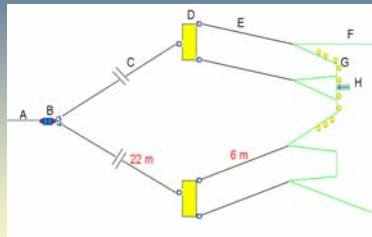


Red de arrastre de mediagua (CBL-MWT)



Esquema de amarinamiento de red de arrastre de mediagua (CBL-MWT)

- A = cable de cala principal
- B=destorcedor central
- C=cables de cala
- D=grillete
- F=estandares
- G=red media agua
- H=flotador
- I=porta equipos para medir profundidad



Breve historia del uso de la CBL-MWT

1. Importación, amarinamiento, pruebas preliminares
2. Reemplazo winche Nautilus V por sistema hidráulico de velocidad variable.
3. Puesta a punto de la maniobra.
4. Inicio del cruceo con lances ciegos, según diseño experimental
5. Evidencia de fracaso sistemático en captura de especies-objetivo.
6. Solicitud de asesoría nacional e internacional, a distancia y en terreno.
7. Nuevos ajustes y adición de lances dirigidos, diurnos y nocturnos.
8. Falla en incrementar la efectividad del arte.
9. Solicitud de auditoría técnica a UCV-TECPES



Resumen de lances con red CBL-MWT

Lances con captura.

Tipo de lance	Número lances	Número lances exitosos	Capturas totales			
			S. austral (g)	S. común (g)	Anchoveta (g)	Otras especies (n)
Ciego	18	2	0	0	0	2
Dirigido	31	4	4600	935	120	4

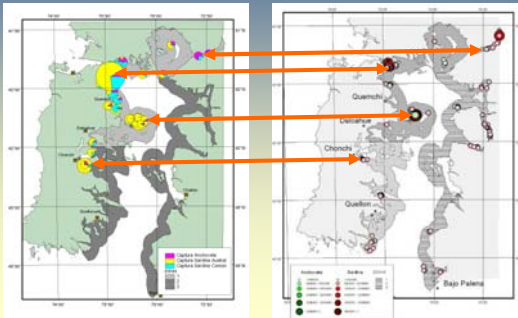
Tabla de captura de pequeños pelágicos.

Fecha	Sardina austral (g)	Sardina común (g)	Anchoveta (g)
6 de abril	4565	935	0
1 de mayo	10	0	120
2 de mayo	25	0	0

Muestreo Biológico Región de Los Lagos

1. Ante el bajísimo tamaño muestral alcanzado por el muestreo directo se opta por solicitar a SUBPESCA, muestreo desembarque P.I. pequeños pelágicos en aguas interiores.
2. Datos obtenidos, digitados y tabulados por IFOP, con detalle de posición de captura, especie y longitud.
3. Se seleccionó período de desembarques, consistente con período de evaluación hidroacústica en Chiloé.
4. Gran coincidencia entre centroides de distribución de capturas y densidad acústica (lámina siguiente)

Distribución capturas comerciales y densidad acústica pequeños pelágicos



Muestreo biológico Región de Aysén



Aysén: arte de muestreo

1. Borlinche artesanal de operación manual: paño anchovetero (5/9) de 14 x 150 m.

- Menor altura y longitud que el cerco artesanal usado en la Región de Los Lagos que tiene un promedio de 40 x 300 m (Aranis et al, 2006).
- Muy efectivo, pero sólo de noche y en zonas costeras.
- No se pudo descartar efecto adverso de la luz de luna reportado reiteradamente por pescadores locales.

2. Borlinche artesanal de operación hidráulica

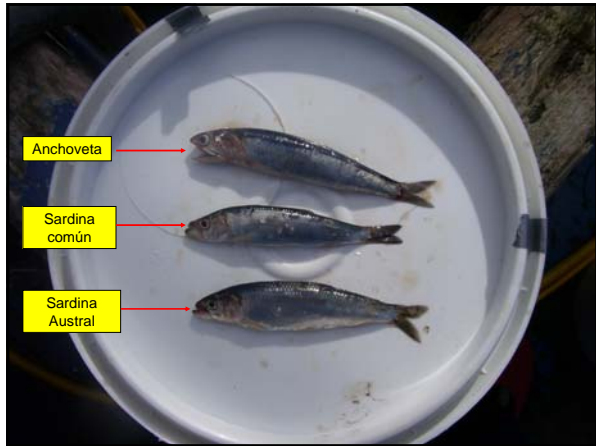
- Equivalente a cerco artesanal usado en la Región de Los Lagos.
- Baja efectividad dada topografía y comportamiento nocturno sardina austral.
- Agravado por falta de experiencia local.

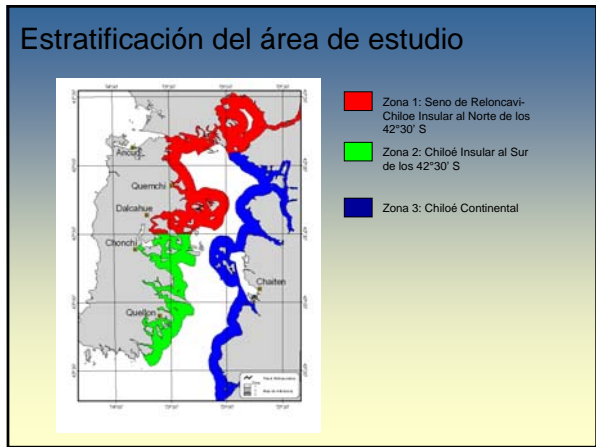
Aysén: Muestreo biológico

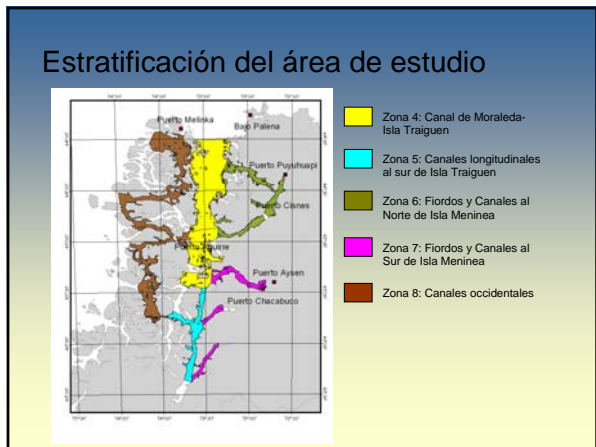
Se efectuó cuatro tipos de muestreos:

- *Muestreo de composición de especies*
- *Muestreo de composición de tallas*
- *Muestreo de talla, peso y proporción sexual*
- *Muestreo de fauna acompañante*









Muestreo oceanográfico

Zona	Nº de estaciones
1	5
2	7
3	5
4	11
5	6
6	8
7	14
8	11
Total	67



(CTD) Seabird modelo Seacat 19+ con sensor de oxígeno

Estaciones de CTD, oxígeno disuelto e ictioplancton Los Lagos - Aysén.



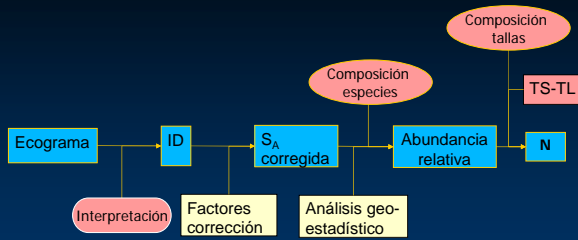


Proyecto FIP 2007-05
 "Identificación y evaluación hidroacústica de
 pequeños pelágicos en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007"



Objetivo 1: Distribución y abundancia

Estimación de abundancia



Estimación de abundancia

$$\hat{N} = \frac{\hat{S}_A}{\sigma_{sp}} \cdot p(S) \cdot A$$

$$\hat{B} = \hat{N} \cdot \hat{w}$$

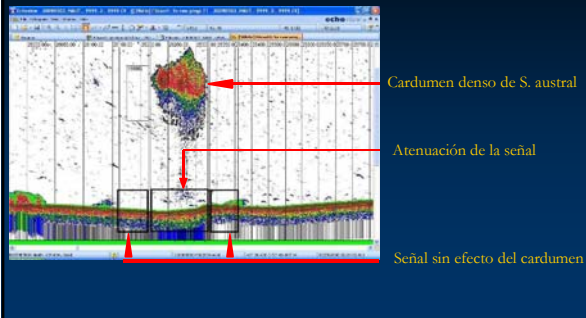
- \hat{S}_A Media condicional de la densidad acústica (m²·mn²)
- σ_{sp} Coeficiente esférico de retro-dispersión individual (m²/Ind)
- $p(S)$ Proporción del área efectivamente ocupada por el stock
- A Área de inferencia (km²)

Roa-Ureta & Niklitschek (2007)

Estimación S_A media: correcciones

- Calibración
- Eco incidental
- Pulsos perdidos y defectuosos
- Absorción del sonido
- Atenuación del sonido por densidad (cardumen)
- Zona ciega superior

Atenuación del sonido por densidad



Zona ciega superior



Factores de corrección

Anchoveta, Región de Los Lagos.

Zona	N° de ecotrazos utilizados	Factor de corrección			
		Absorción del sonido	Atenuación del sonido	Zona ciega superior	Eco incidental
1	22	0,994	1,038	1,217	0,983
2	-	-	-	-	-
3	4	0,990	1,009	1,000	1,000

Sardina austral y sardina común, Región de Los Lagos.

Zona	N° de ecotrazos utilizados	Factor de corrección			
		Absorción del sonido	Atenuación del sonido	Zona ciega superior	Eco incidental
1	57	0,979	1,117	1,082	0,999
2	30	0,987	1,035	1,000	1,000
3	31	0,969	1,027	1,000	0,989

Sardina austral, Región de Aysén

Zona	N° de ecotrazos utilizados	Factor de corrección			
		Absorción del sonido	Atenuación del sonido	Zona ciega superior	Eco incidental
4	6	1,007	1,008	1,000	0,935
5	5	0,997	1,002	1,000	0,956
6	4	1,004	1,003	1,000	0,924
7	3	1,015	1,001	1,001	0,934
8	6	1,005	1,010	1,000	0,950

Fuerza de blanco sardina austral

Castillo y Espejo (2003), Castillo (2007) y Niklitschek et al. (2007-2009) utilizaron equivalentes o similares a la relación de TS-longitud propuesta por Castillo et al (2005).

$$TS=20 \cdot \log_{10}(LT) - 72.485$$

Sin embargo, existen relaciones alternativas que implicarían una reducción en los estimados de abundancia y biomasa de hasta 64%

Didrikas & Hansson (2004) para *Sprattus sprattus*

$$TS=20 \cdot \log_{10}(LT) - 67.8$$

Soule et al. (presente trabajo) para *S. fuegensis*

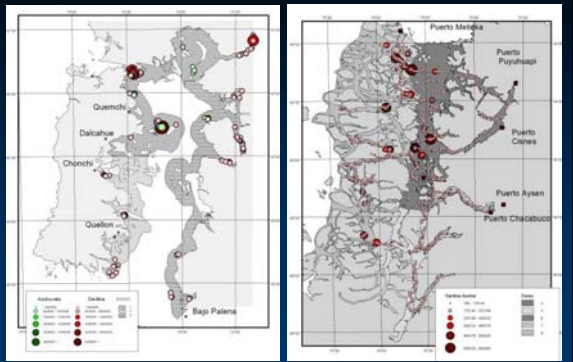
$$TS=20 \cdot \log_{10}(LT) - 67.8$$

Rostad and Kaartvedt para *Sprattus sprattus*

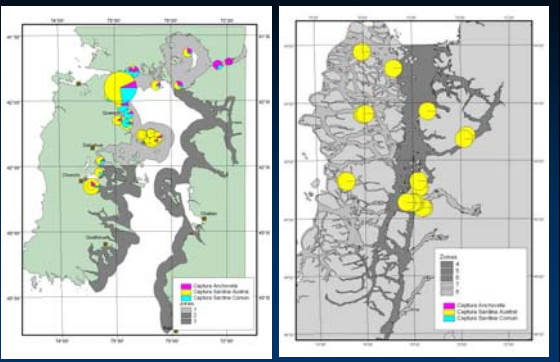
Similar a Didrikas, alta variabilidad asociada a comportamiento.

Resultados

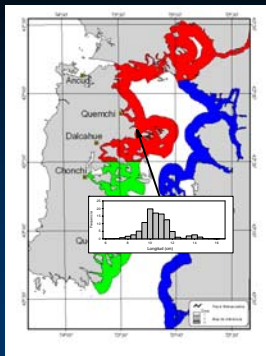
Distribución global pequeños pelágicos (S_A)



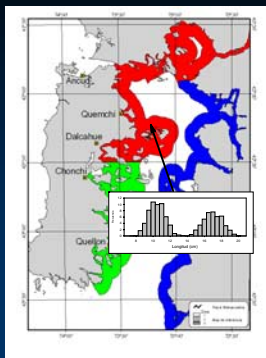
Composición de especies



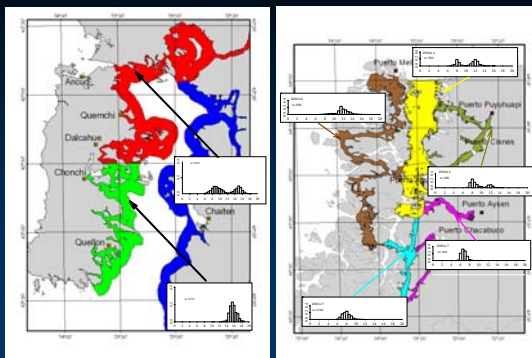
Composición de tallas: sardina común



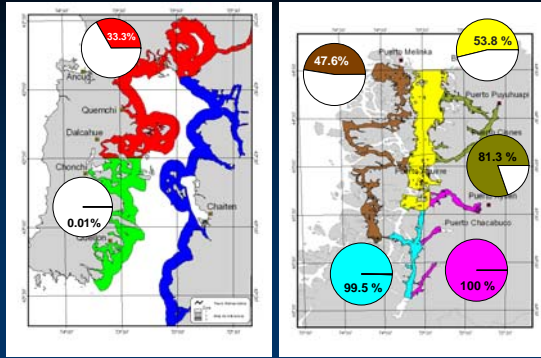
Composición de tallas: anchoveta



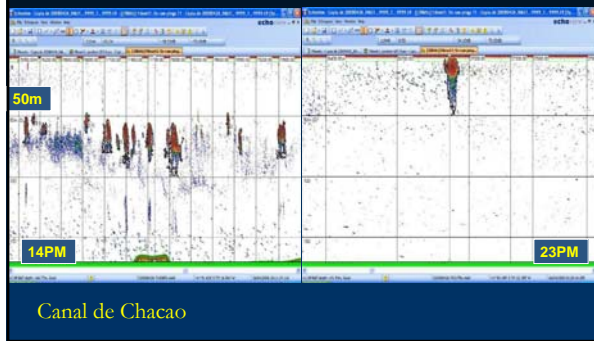
Composición de tallas sardina austral



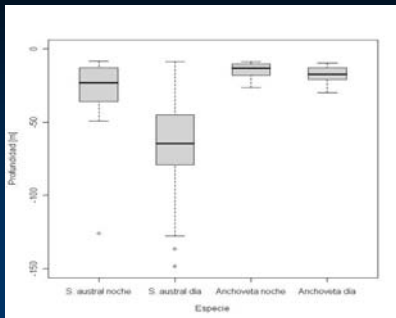
Proporción juveniles sardina austral



Distribución vertical: sardina austral



Distribución vertical: sardina austral



Cambios interanuales en tamaño cardúmenes 2006 vs 2008

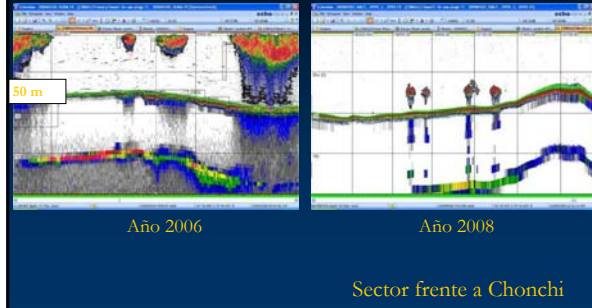
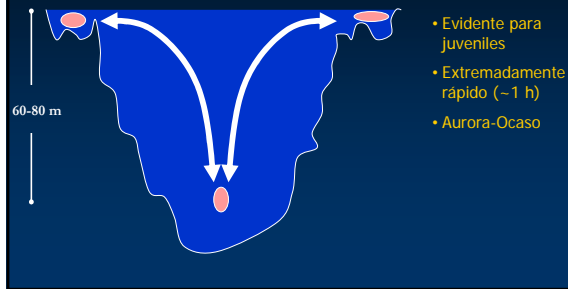


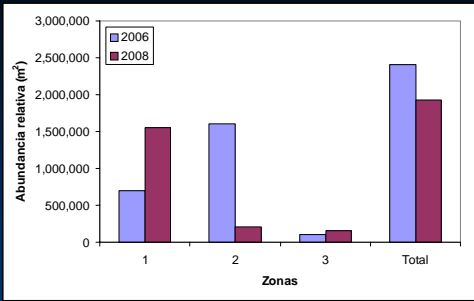
Diagrama ciclo migratorio circadiano en fiordos



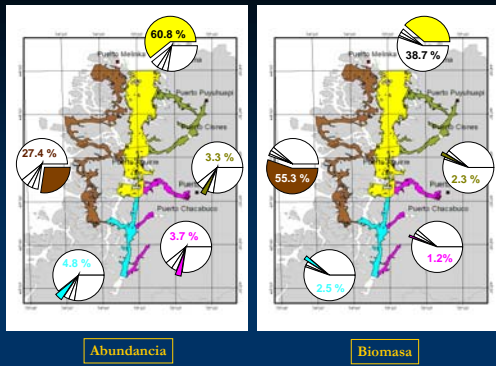
Abundancia relativa anchoveta

Zona	Área estudio km ²	pS p(S _λ >0)	EE pS	(α) (km ²)	(α) EE	S _λ (m ² /nm ²)	EE (S _λ)	ψ (m ²)	EE (ψ)
Zona 1	1.614	0,004	0,0010	5,7	1,57	64.765	48.287	108.544	83.301
Zona 2	1.312	-	-	-	-	-	-	-	-
Zona 3	2.401	0,0010	0,00030	1,4	0,63	15.777	3.273	6.516	3.127
Sub-total Los Lagos	5.327	0,0020	0,00040	7,2	1,69	55.080	33.097	115.060	83.360
Zona 4	3.433	0	-	0	-	0	-	0	-
Zona 5	707	0	-	0	-	0	-	0	-
Zona 6	869	0,048	0,0064	41,9	5,56	5.99	1.59	73	6,3
Zona 7	584	0	-	0	-	0	-	0	-
Zona 8	2.587	0,122	0,0099	314,8	25,6	3,34	0,32	307	11
Sub-total Aysén	8.180	0,103	0,0072	785,8	46,2	1,87	0,32	380	23

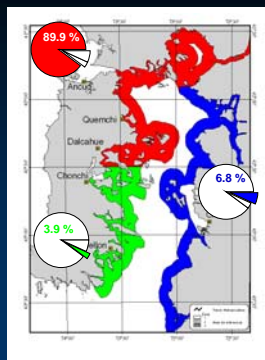
Abundancia y biomasa sardina austral: Chiloé



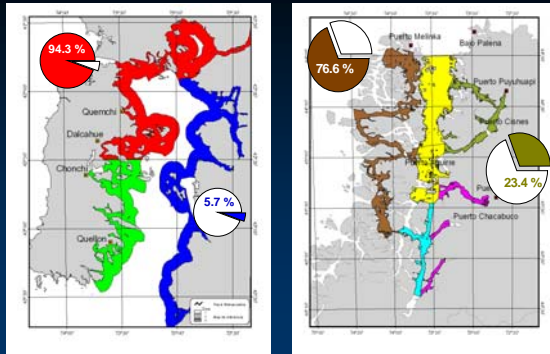
Abundancia y biomasa sardina austral: Aysen



Biomasa sardina común



Biomasa anchoveta



Resumen y conclusiones

Aspectos metodológicos

- La estimación de densidad acústica y abundancia relativa fue exitosa, efectuada de acuerdo a lo propuesto, en ambas regiones.
- La conversión a abundancia y biomasa absoluta enfrentó dificultades asociadas a la baja eficacia del arte de media-agua elegido en Los Lagos.
 - Afortunadamente, el muestreo de capturas comerciales proporcionado por IFOP coincidió temporal y espacialmente con la época y zona donde se observó cerca del 90% de la señal acústica.
- La combinación de muestreo acústico diurno con muestreo biológico nocturno en Aysén se ajustó a un diseño común, pero no exento de dificultades:
 - Asume que composición de especies permanece inalterada por ritmo circadiano.
 - Impide la identificación directa de ecotrazos de interés

Resumen y conclusiones

Aspectos metodológicos

- El muestreo directo y simultáneo de las agregaciones observadas acústicamente sigue siendo la opción más recomendable para reducir sesgo e incertidumbre.
 - Optimización red de mediagua y tecnología asociada
 - Métodos complementarios (cámara acústica Didson)
- Nuevos estimados disponibles de TS de sardina austral (presente trabajo) implican una reducción de hasta un 64% en los estimados anteriores (Castillo et al. 2002, Niklitschek et al. 2007, Castillo et al. 2007, Niklitschek et al. 2009).
- Problemas asociados a la transformación transitoria de naves artesanales en plataformas científicas altamente inadecuada, e implicó pérdidas de más de 25 millones de pesos.

Conclusiones

Resultados

- Sardina austral es la especie dominante en las comunidades de pequeños pelágicos del mar interior de Chiloé y Aysén, representando un 76 y un 99% de las biomásas estimadas, respectivamente.
- Mientras que las biomásas estimadas de sardina austral en las regiones de Los Lagos y Aysén fueron similares, se debe considerar los siguientes aspectos:
 - Los estimados corresponden a dos estaciones distintas del año.
 - Desconocemos aún el grado de sobreposición y dinámica espacial del stock entre ambas zonas
 - En octubre-noviembre 2008 (evaluación en Aysén) se desarrollaba una actividad pesquera intensiva en Chiloé.
- La proporción de juveniles fue significativamente mayor en la Región de Aysén, concentrados en los fiordos y canales orientales (Puyuguapi, Aysén, Quilralco, Cupuelan).

Prioridades de investigación futura

- Historia de vida de sardina austral en los canales patagónicos:
 - Migraciones reproductivas y tróficas
 - Mecanismos de transporte y retención de huevos y larvas.
 - Cambios espaciales y verticales en su distribución ontogenética
- Interacciones tróficas y potencial efecto de una eventual remoción importante del stock sobre el ecosistema y otras especies de interés comercial.
- Estudios complementarios de TS de *S. fuegensis*. En particular si los resultados de estas evaluaciones directas han de ser interpretados como absolutos.

... Muchas gracias

**Target Strength Measurements of Sprat (*sprattus fuegensis*)
during the FIP2007-05 Survey of Region XI, Aysén, Chile:**

27 September - 04 November 2008.



**Michael Soule
Fisheries Resource Surveys
Cape Town
South Africa**

Location of Experiments



TS experiment	Date	Position	Start time	End time
Estero Quitalco	30/09/08- 01/10/08	45°46.95' S 73°33.39' W	19:13	01:30
Isla Churrecue	16/10/08- 17/10/08	45°21.62' S 73°34.29' W	20:43	00:53
Canal King	29/10/08- 30/10/08	44°36.11' S 74°00.25' W	21:07	00:52
Canal Pihuel	31/10/08- 01/11/08	44°12.12' S 73°40.16' W	21:48	01:02

Fiordo Caceres:-

Depth too shallow (10m) - No targets visible.

Seno Canalad:-

Unable to fish due to weather.

Estero Pangal:-

Too few targets for analysis.

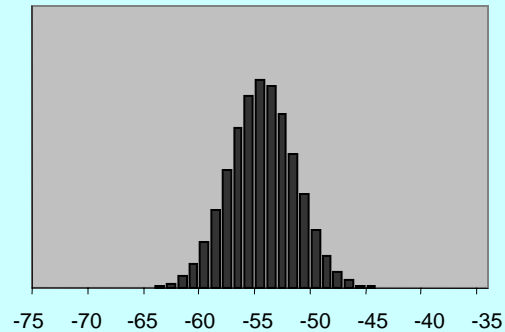
Isla Churrecue:-

Unable to interpret distributions obtained

PRIMARY CONSIDERATIONS

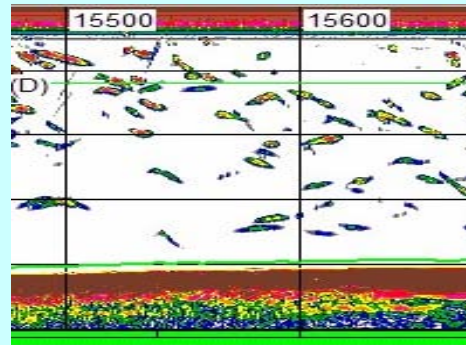
1. Target Requirements

Ideally mono-specific aggregations with uni-modal length distributions.



2. Data Quality

Data collected must originate from areas of low density to minimise bias resulting from overlapping echoes.

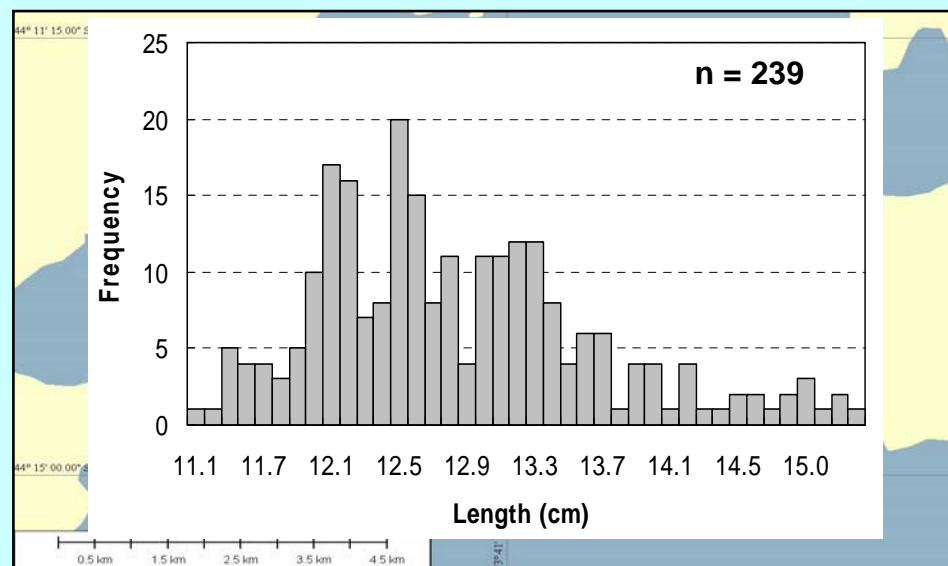
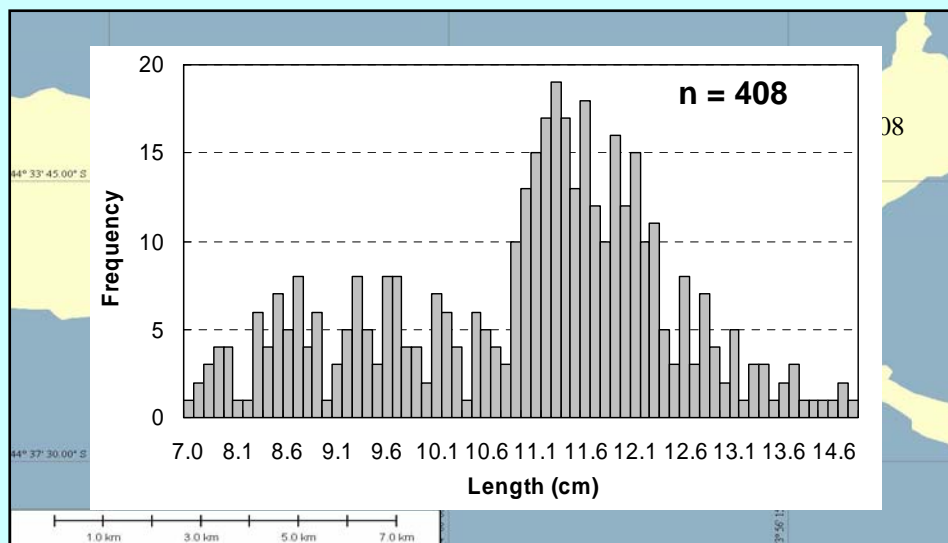
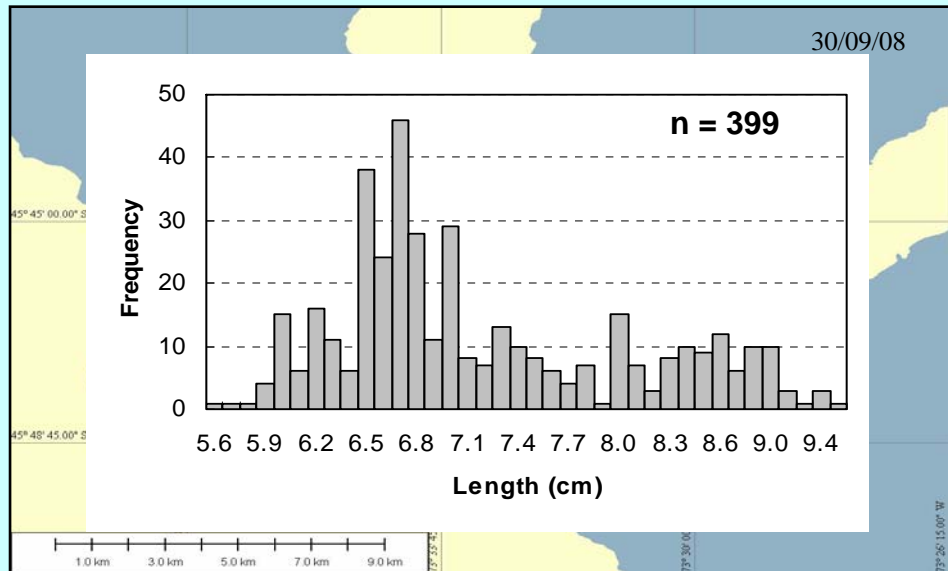


3. Sampling

Frequent sampling by means of non-selective trawls (bottom, pelagic or purse seine) which target fish in the immediate area and provide accurate length-frequency and species mix information.

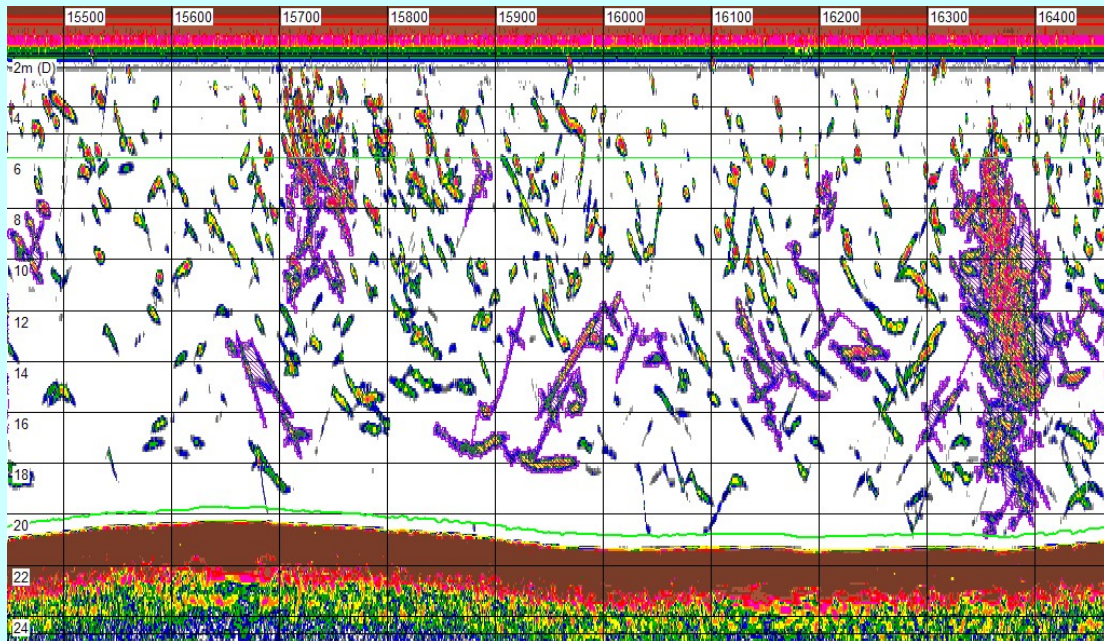
SAMPLING

PURSE SEINE (14 x 150m)



ESTERO QUITRALCO

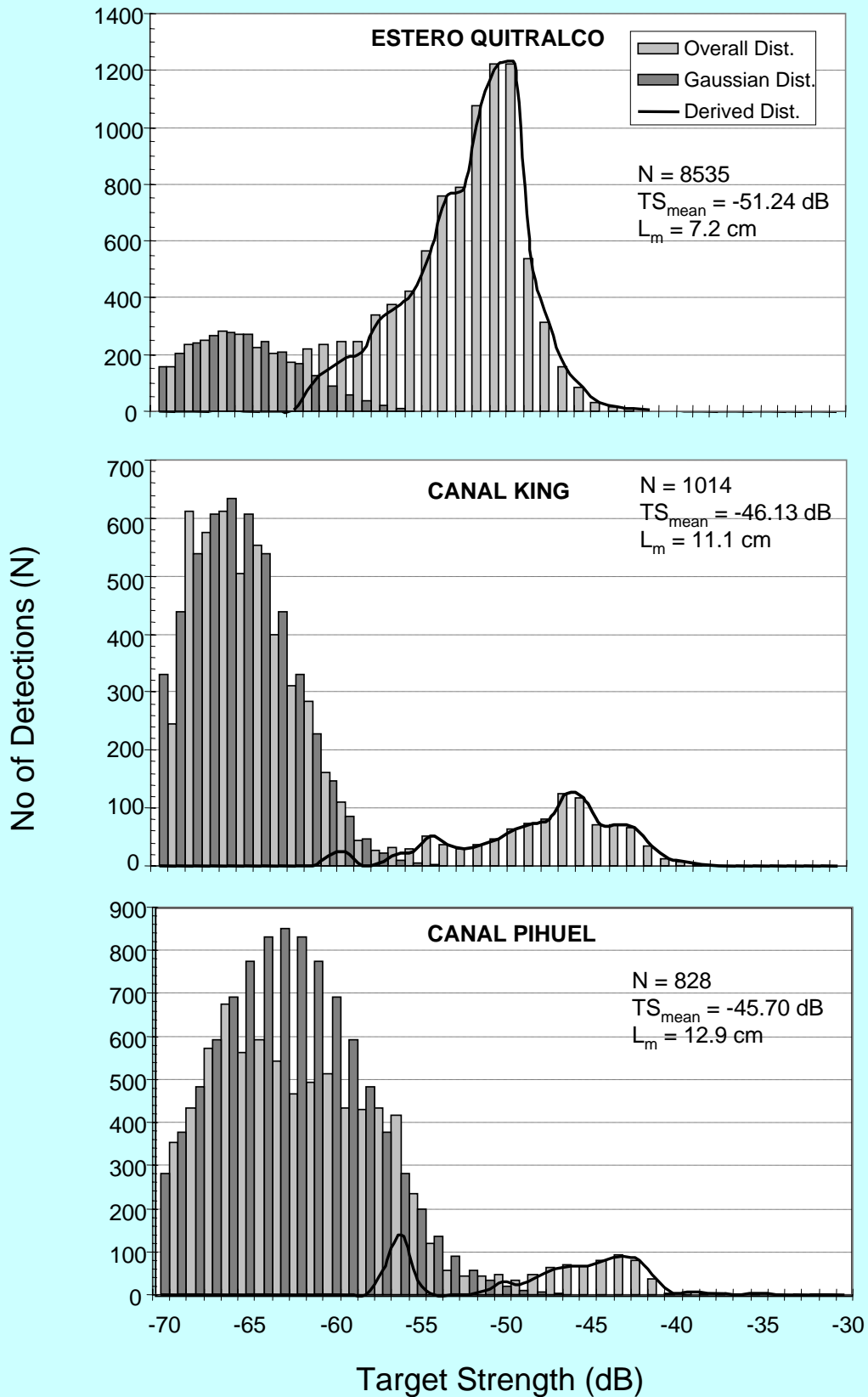
38 kHz Target Strength (TS) Experiment



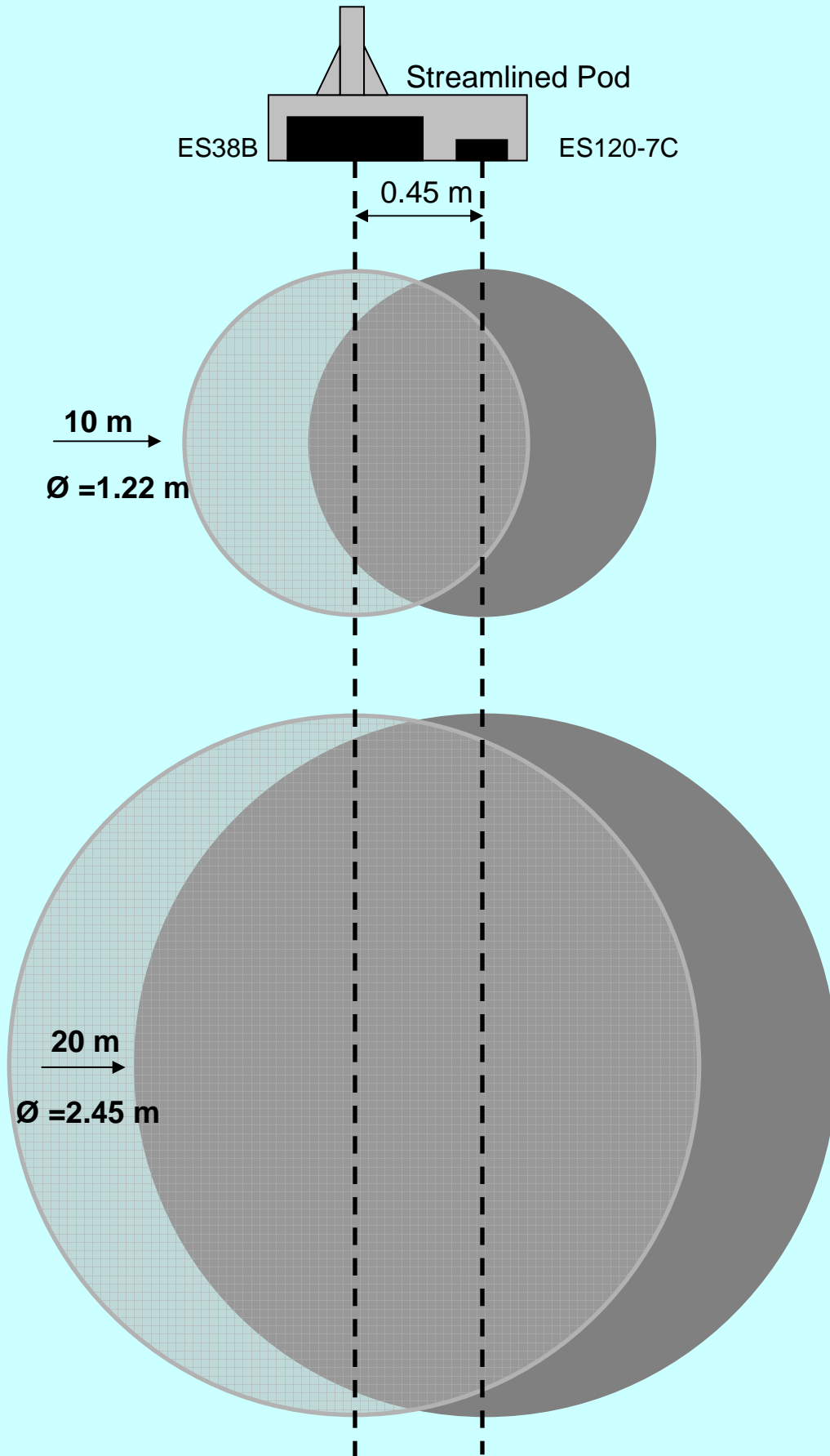
- Shapes algorithm used to mark areas of high density – defined as bad data regions.
- Green lines denote upper and lower limits for data extraction.
- Echogram divided into cells measuring 100 pings x 2 m in depth. Cells selected for analysis if densities are < 1 target per sampled volume.

RESULTS

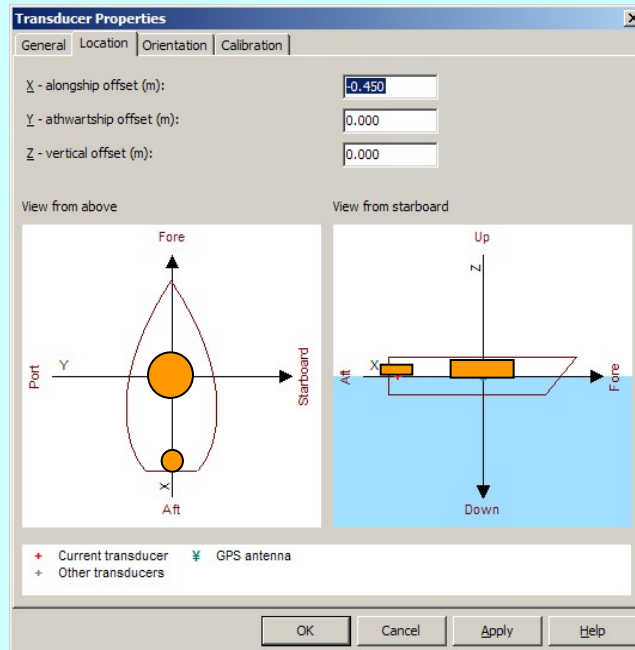
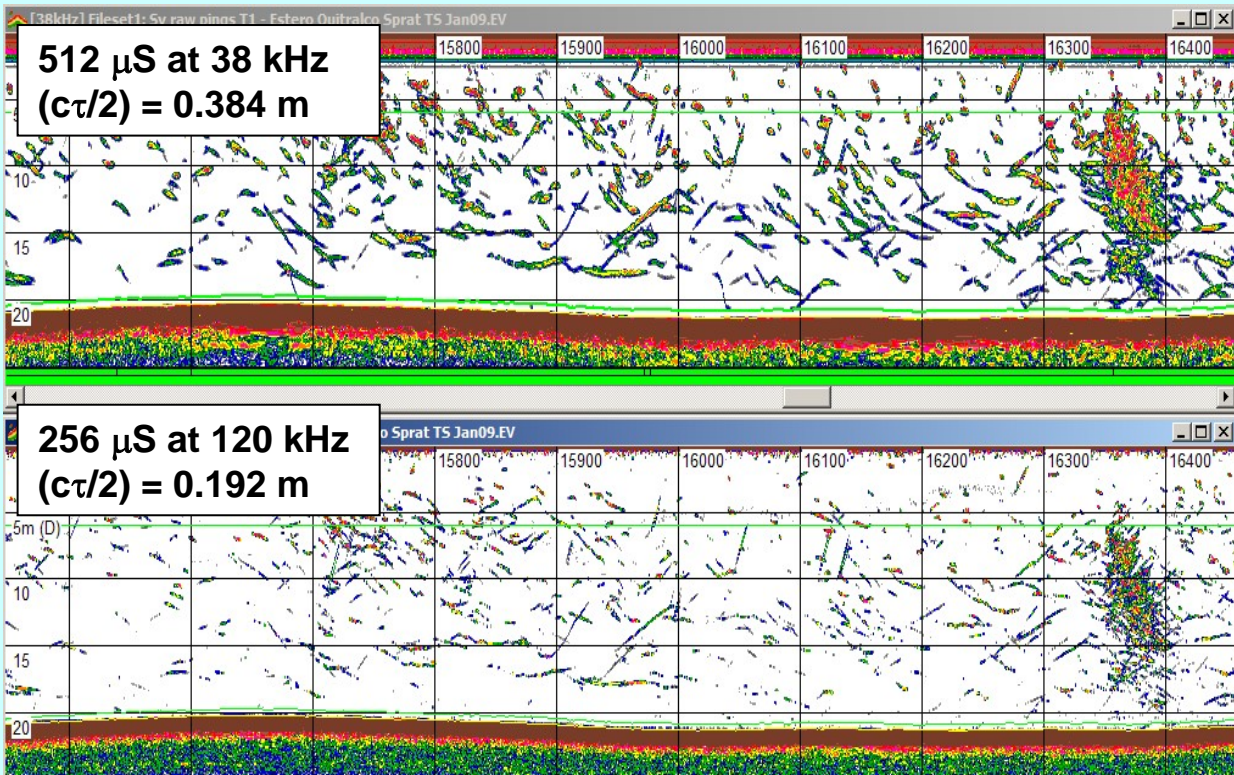
SINGLE FREQUENCY – 38 kHz



DUAL FREQUENCY

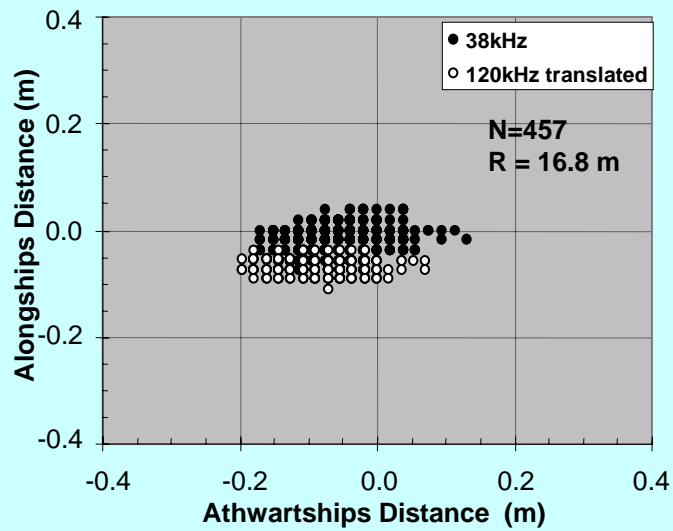
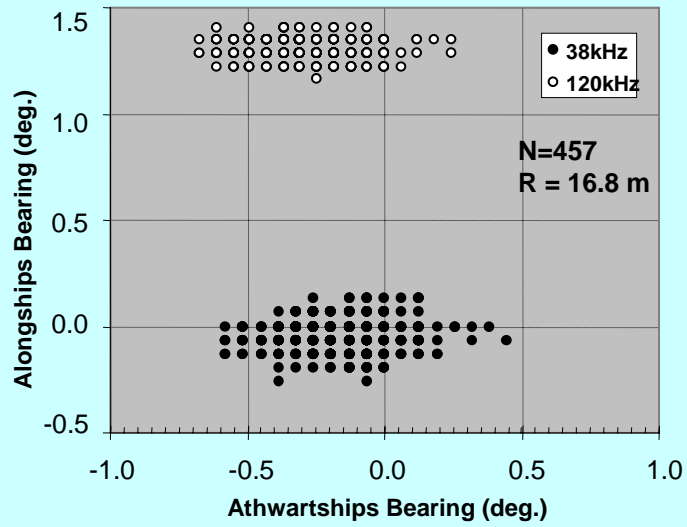


DUAL FREQUENCY ECHOGRAM

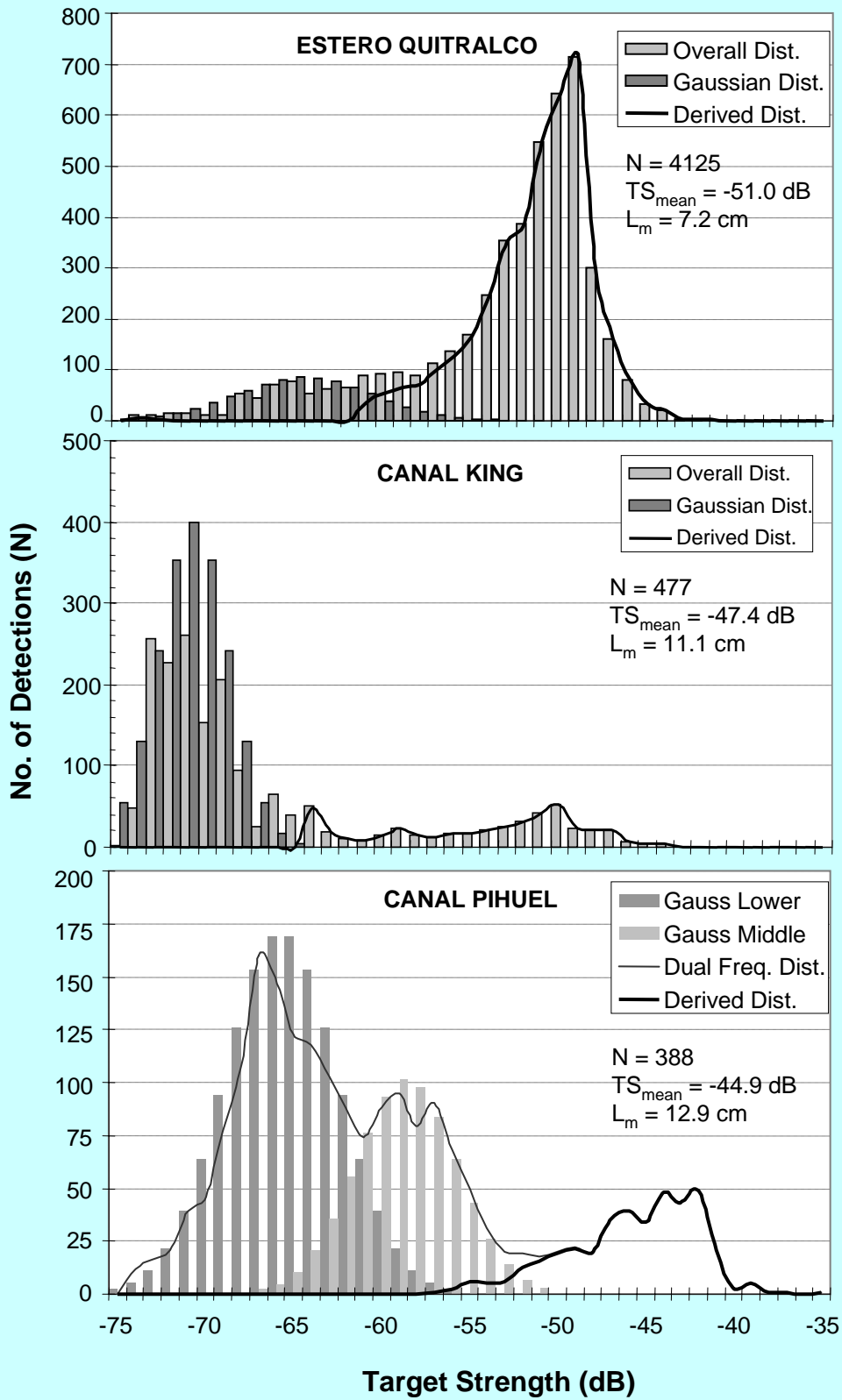


DUAL FREQUENCY

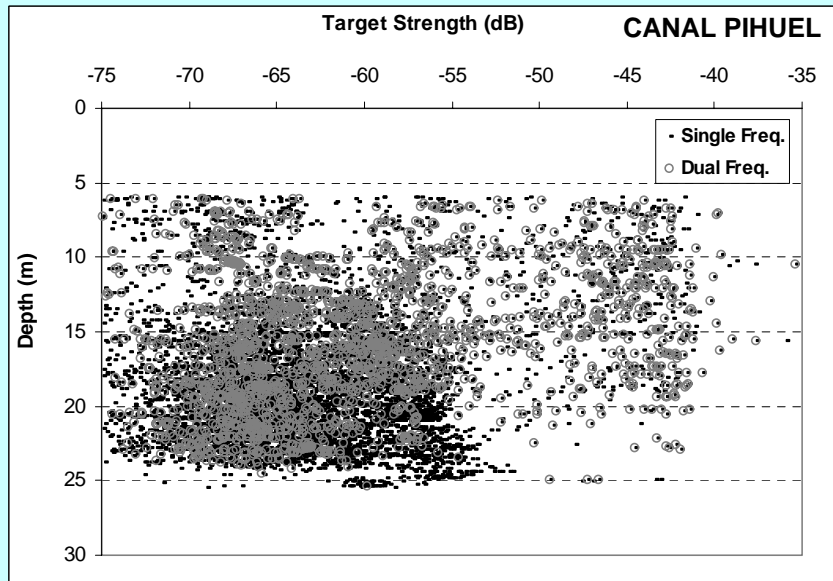
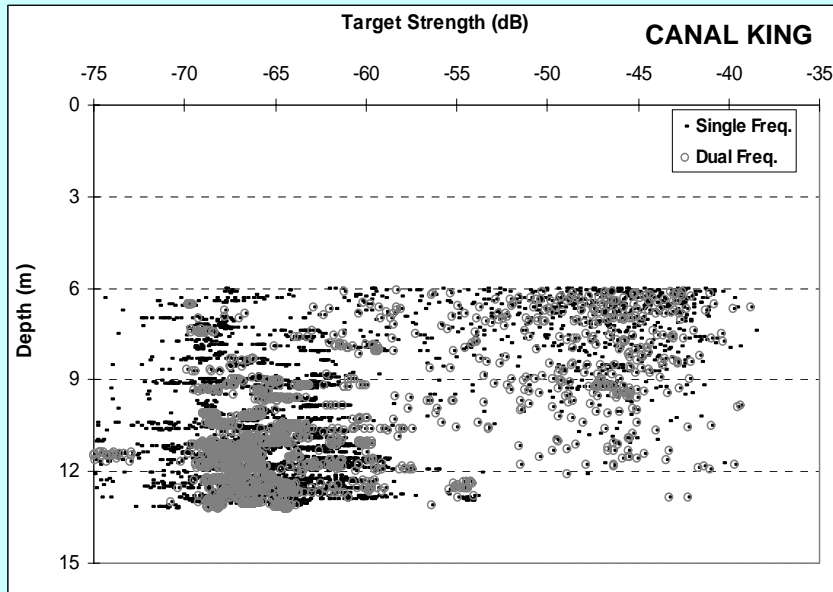
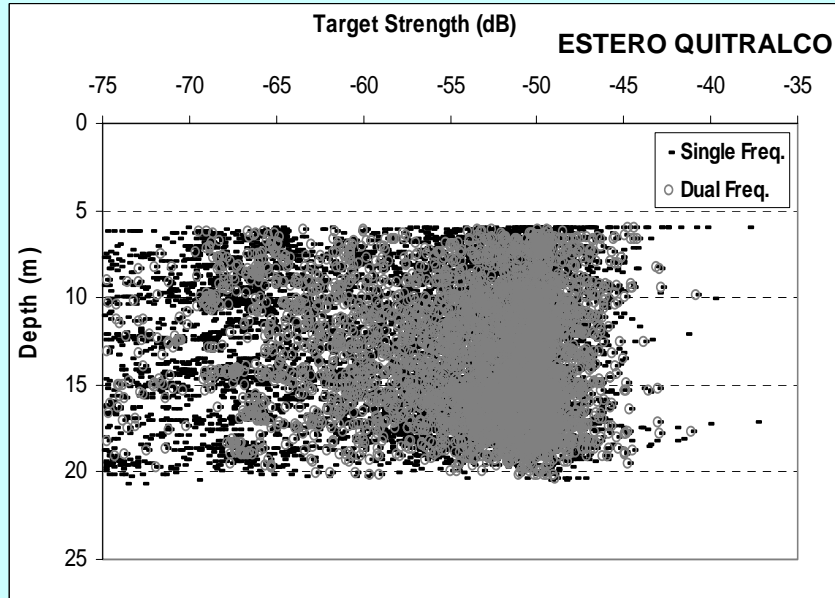
ON AXIS TARGET CORRELATION



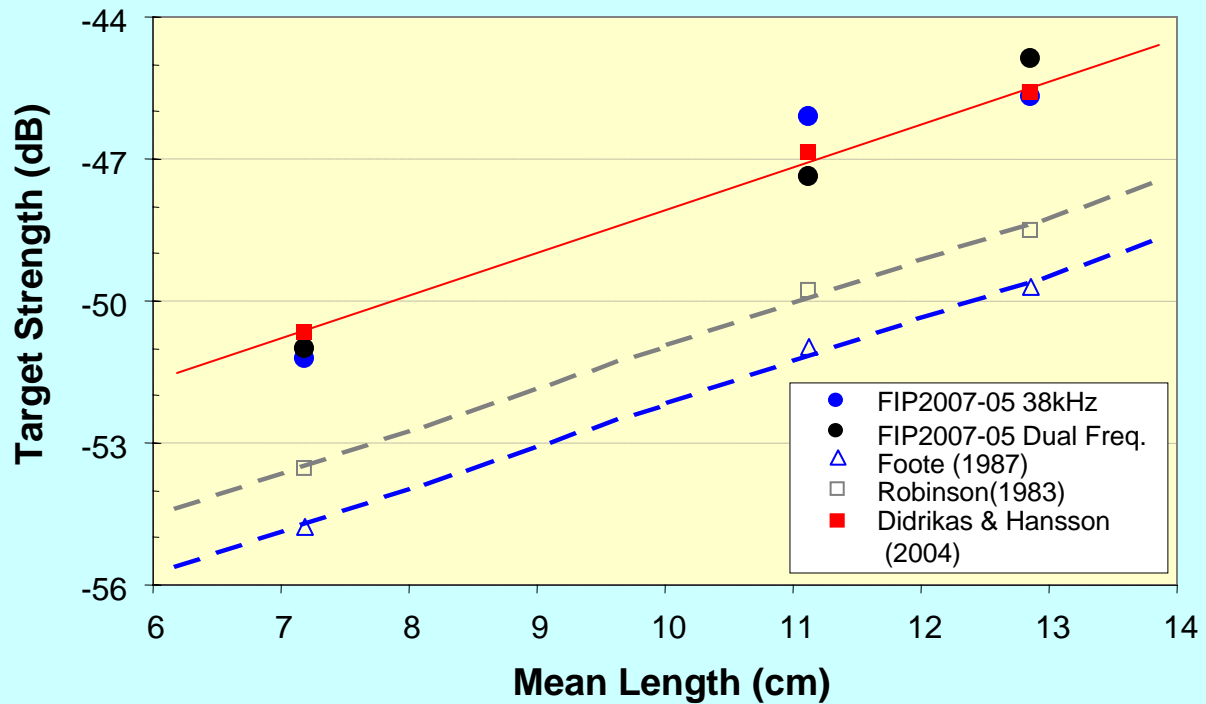
RESULTS - DUAL FREQUENCY



TS vs Depth



TS COMPARISONS



△ Foote (1987): $20 \text{ LOG}(L) - 71.9$
(Clupeoids)

□ Robinson (1983): $20 \text{ LOG}(L) - 70.7$
(North Sea sprat)

■ Didrikas (2004): $20 \text{ LOG}(L) - 67.8$
(Baltic Sea herring and sprat)

CONCLUSIONS

- Three of the 7 target strength experiments yielded what appear to be credible results [which are consistent with the experiments conducted by Didrikas and Hanssen on Baltic Sea sprat/herring (2004)] and are suitable for scaling the biomass results from the survey.
- Due to low target densities the dual frequency method was of little advantage in this study but should outperform the single frequency method when densities are higher.
- Dedicated experiments are required to expand the results to a wider size range and different pelagic species.

