

INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA FIP Nº 2001-13

Evaluación hidracústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2002





INFORME FINAL

FIP N° 2001-13

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, Año 2001

• Enero, 2003 •



REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP

Presidente del Consejo: Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Evaluación Pesquerías Nacionales: Jorge Farías Ahumada

Director Ejecutivo: Guillermo Moreno Paredes

• Enero, 2003 •



JEFE DE PROYECTO

JORGE CASTILLO PIZARRO

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial de anchoveta y sardina común y caracterización de cardúmenes durante el periodo del reclutamiento. Zona centro-sur. Verano 2002.

JORGE CASTILLO P. ALVARO SAAVEDRA G. MARCOS ESPEJO V. JOSÉ CÓRDOVA M. PATRICIO GÁLVEZ G. MARÍA ANGELA BARBIERI B.

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos durante el verano del 2002 en la zona centrosur.

SERGIO NÚÑEZ E. JOSÉ ORTIZ R. FLOR VÉJAR D.

Biología Pesquera de la anchoveta y sardina común en la zona centro-sur durante el periodo del reclutamiento. Verano 2002.

GLORIA ARRIAGADA B. PATRICIO BARRÍA M.

Edad y Crecimiento de anchoveta en la primavera del 2001.

RAÚL GILI V.

Ítems alimentarios de la anchoveta en la primavera del 2001

HERNÁN REBOLLEDO F. LUIS CUBILLOS S.

• Enero, 2002 •



PERSONAL PARTICIPANTE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

EVALUACIÓN ACÚSTICA
GEORREFERENCIACIÓN Y
ANÁLISIS CONJUNTO

BIOLOGÍA PESQUERA

EDAD Y CRECIMIENTO

Jorge Castillo P. M. Angela Barbieri B. Hernán Miranda P. Marcos Espejo V. Alvaro Saavedra G. Víctor Catasti B. Manuel Rojas G. Patricio Gálvez G.

Patricio Barría M. Gloria Arriagada B. René Riffo C.

Osvaldo Castillo (Germán Bravo) Raúl Gili V. Amalia López A.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS VIII REGION

OCEANOGRAFÍA Y CLOROFILA-a

ÍTEMS ALIMENTARIOS DE ANCHOVETA Y SARDINA COMUN Sergio Núñez E. José Ortíz R. Flor Vejar D.

Luis Cubillos S. Hernán Rebolledo F. (reemplazó a Mariella Canales)



I. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados de la evaluación acústica de la biomasa, abundancia y distribución espacial de la anchoveta y sardina común en el periodo de reclutamiento de enero del año 2002 en la zona centro-sur y las condiciones oceanográficas asociadas proyecto FIP N° 2001-13 "Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001".

Los datos se recolectaron en un crucero de investigación realizado a bordo del B/I "Abate Molina", entre el 7 y 26 de enero de 2002. La zona de estudio abarcó entre la desembocadura del río Rapel (34°00'S) y punta Galera (40°00'S); la longitud de las transectas estuvo determinada por el veril de los 15 m, cerca de la costa, llegando hasta 0,3 mn y hasta el veril de los 500 m en el límite occidental. Al interior del Golfo de Arauco se realizó un muestreo intensivo acústico, oceanográfico y pesquero. En la franja costera entre punta Nigue (39°15'S) y morro Gonzalo (39° 51'S), se efectuó una prospección acústica para determinar el posible sesgo de orilla en la evaluación, ésta se realizó con una embarcación cerquera artesanal, equipada con un sistema acústico EK-500 similar al del B/I "Abate Molina".

La evaluación acústica se efectuó con el sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 (38 KHz). El muestreo acústico se llevó a cabo mediante 37 transectas diurnas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa separadas por 10 mn, intensificándose en las áreas costeras mediante un recorrido paralelo a la costa, a fín de cubrir extensamente los recursos presentes. En el golfo de Arauco se efectuó un recorrido acústico con 4 transectas paralelas separadas por 5 mn y una navegación exploratoria en sentido nor-oeste. Para la determinación de las condiciones oceanográficas se efectuó un muestreo sistemático en estaciones dispuestas sobre las transectas impares del "track" hidroacústico, distanciadas latitudinalmente por 20 mn y longitudinalmente a 1, 5 , 10, 20 y 30 (40) mn de costa, también se midieron las variables oceanográficas físicas de superficie en forma continua durante la navegación con el perfilador EPCS. La información meteorológica se registró a bordo del buque, con una frecuencia horaria, para las variables altura de olas (m), dirección (°) y rapidez del viento (m s⁻¹), temperatura del aire (°C) y presión atmosférica (bar). Las pescas de reconocimiento se



realizaron con una red de arrastre a media agua Engel, especialmente diseñada para la pesca de pelágicos pequeños, amantillada con portalones Suberkruv y líneas de flotación para su operación en superficie.

Las biomasas, abundancias y varianzas para cada especie fueron estimadas mediante los métodos de los conglomerados, estratos agrupados, bootstrap y variables regionalizadas.

La biomasa total de anchoveta varió entre 1.494.267 y 1.509.247 t, según el método de estimación aplicado, con una densidad promedio para toda la zona entre 175,3 y 182,6 t/mn², las estimaciones mayores se alcanzaron con los métodos bootstrap y variables regionalizadas, con diferencias menores a 1% entre los cuatro métodos utilizados. Sobre el 88% de la biomasa estuvo concentrada entre 35° 29'S y 40° 03'S con densidades promedio mayores a 509 t/mn². En el golfo de Arauco se registró una biomasa entre 18.815 y 20.698 t, siendo alrededor del 1,3% del total. Los reclutas representaron entre el 8,4 y 8,7% del total, con estimados que variaron entre 126.239 y 131.151 t, según el método utilizado. La abundancia total de anchoveta fluctuó entre 95.400,5 y 96.840,3 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo los mayores con los métodos de conglomerados (Hansen) y bootstrap, con diferencias menores a 1,5% entre los distintos métodos aplicados. El 81% de esta abundancia estuvo concentrada entre los 40° 03'S y los 35° 45'S. En el golfo de Arauco se registró una abundancia entre 2.684,0 y 2.952,7 millones de ejemplares, según el método de estimación, representando alrededor del 3,0 % del total. La abundancia de reclutas varió entre 36.331,8 y 38.783,8 millones de ejemplares, según el método aplicado, representando el 39,8% del total. Las mayores concentraciones de reclutas se registraron entre los 35° 45'S a 38° 25'S y entre 35° 29'S a 33° 57'S y en el golfo de Arauco.

La biomasa de sardina común varió entre 844.713 y 869.745 t según el método aplicado, con diferencias entre los distintos métodos inferiores al 2,9%, siendo los mayores estimados con el bootstrap y variables regionalizadas. Al sur de Lebu se concentró sobre el 73% de la biomasa de esta especie. La densidad promedio para el total varió entre 102,9 y 111,2 t/mn². La abundancia total fluctuó entre 153.855,2 y 159.805,1 millones de ejemplares, concentrándose sobre 35,6% entre los 38° 25'S a 36° 55,0'S. El golfo de Arauco también presentó una importante concentración de la abundancia con más del 18% del total. Las densidades promedio variaron entre 18,7 y 28,3 ind/mn². Los reclutas constituyeron alrededor del 94% de



la abundancia total, concentrándose principalmente al norte de los 39° de latitud y el golfo de Arauco con más del 99% del total. Al sur de los 39° S su presencia fue escasa alcanzando solamente al 6,3%.

La estructura de tallas de la anchoveta, fue multimodal con modas centradas en 8 y 15,5 cm. En las zonas, en que se registraron las mayores concentraciones de biomasa, la estructura de tallas presentó una moda principal en 15 y 13 cm, respectivamente, mientras que en las subzonas donde se concentraron los reclutas, las tallas modales fueron 8; 7,5 y 8,5 cm, respectivamente. En el golfo de Arauco se registró una estructura de tallas bimodal centrada en los 8 y 14 cm. La estructura de tallas de sardina común para toda la zona de estudio presentó dos modas, centradas en 8 y 14 cm. En general, al sur de los 39º S se concentraron los ejemplares de mayor talla, con modas en 14 y 15,5 cm, mientras que hacia el norte, las modas se situaron entre 7 y 8,5 cm.

Los Coeficientes de Variación (CV) de la biomasa de anchoveta variaron entre 0,0516 y 0,15 y errores entre 8,5 y 25,4 %, según el método de estimación utilizado, obteniéndose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas. Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la biomasa total de sardina común fluctuaron entre 0,136 y 0,159, con un error de un 22,4 % alcanzándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas.

La anchoveta se distribuyó en casi toda la zona de estudio en una franja costera entre las 0,3 a 3 mn de la costa y en los primeros 20 metros de profundidad, con focos de alta densidad ubicados principalmente al sur de isla Mocha, asociados a las desembocaduras de los ríos Imperial y Toltén, en isotermas entre 11 y 14°C; salinidad desde valores menores a 33 psu hasta un máximo de 34,7 psu; oxiclinas sobre 2 ml/l hasta los 8 ml/l y con altos valores de clorofila "a" integrada (sobre los 45 mg/m²). La sardina común se localizó en las primeras 3 mn de la costa en casi toda la extensión latitudinal de la zona de estudio, presentando focos de alta densidad hacia el sur de Lebu y en el golfo de Arauco, asociados a las desembocaduras de los ríos Biobío, Imperial y Toltén en isotermas entre 11° a 15°C; salinidades <33 psu hasta 34,4 psu; oxiclinas entre 1 y > 6ml/l y valores de clorofila-a integrada que variaron entre <10 mg/m² y > 90 mg/m².



Durante el día las agregaciones tendieron a ser más compactas y menos elongadas que durante la noche. Las áreas promedio de las agregaciones diurnas fueron de 119,8 m² (rango 1,6 m² -14.197 m²) y en ambiente nocturno de 754,3 m² (rango 4,7 m² a 61.290 m²). La elongación (relación largo/alto de las agregaciones), durante la noche (promedio 7,3) fue mayor que durante el día (promedio 23,3). Durante el día las agregaciones fueron de mayor densidad que en la noche con una dimensión fractal promedio de 1,35 y 1,61, respectivamente.

La relación longitud-peso de anchoveta fue PESO = $0,002492 L^{3,4111139}$ (r² =0,9838, n= 4.776) y para sardina fue PESO = $0,004833 L^{3,251078}$ (r² =0,955, n= 5.240). Los pesos promedio de anchoveta bajo la talla 12 cm fueron menores a los estimados en el verano del 2001 (RECLAS 0101) y diciembre de 1999 (RECLAS 9912), siendo mayores por sobre la misma talla. Respecto de sardina común los pesos fueron mayores que los registrados en RECLAS 0101 e inferiores a los de RECLAS 9912. Los pesos y longitudes de ambas especies presentan una estratificación latitudinal encontrándose los mayores en el sur de la zona de estudio. La proporción sexual estuvo dominada en ambas especies por las hembras con un 67,9 % en anchoveta y un 64,6 % en sardina común. En las anchovetas predominó el estado de madurez 3 y en las sardinas el 2.

Los resultados relativos a la alimentación de sardina común y anchoveta, revelaron un espectro trófico similar para ambas especies, con una dieta compuesta por itemes alimentarios asociados al fitoplancton y al zooplancton. El item presa más abundante en los estómagos de ambas especies fueron las diatomeas (27 formas distintas), especialmente vinculadas con el género *Skeletonema*. El componente zooplanctónico fue más importante en el sector norte del área prospectada, donde estuvo compuesto principalmente por especies de copépodos, y en forma muy secundaria, por estados naupliares, miscidáceos, estados larvales de eufáusidos y anfípodos. Destaca la presencia importante de huevos de peces y de invertebrados en ambos recursos, lo que fue particularmente evidente en el sector sur.

Durante el crucero la zona estuvo dominada por vientos del sur con intensidad promedio de $5,01 \pm 3,83 \text{ m s}^{-1}$. Las variables oceanográficas presentaron gradientes longitudinales importantes, con la presencia de aguas más frías, salinas, densas y menos oxigenadas (<1 ml l⁻¹) en el sector costero (entre la costa y las 15 mn), lo que estuvo vinculado con eventos activos de surgencia costera que fueron más intensos en los sectores central y sur. La distribución



horizontal de la salinidad, reveló la influencia de procesos de mezcla entre Aguas Subantárticas y aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región, donde destacan, de norte a sur, el río Mataquito, Maule, Itata, Imperial, Toltén y Valdivia. El análisis específico realizado en el golfo de Arauco revela la influencia local del río Bíobío. Los índices termohalinos revelan una zona superficial muy variable, caracterizada por la presencia de las Aguas Subantárticas (ASAA) sensiblemente modificada por mezcla con aguas de origen continental, particularmente en el sector costero sur del área de prospección. Subsuperficialmente, se verificó el flujo hacia el polo de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), de baja temperatura y contenido de oxígeno disuelto y alta salinidad, las que se proyectan hacia la costa situándose, en numerosas oportunidades, sobre la plataforma continental.

La biomasa fitoplanctónica, estimada como clorofila-a, reveló una distribución superficial con núcleos de mayores concentraciones (> 7 mg m⁻³) vinculados, con el sector sur del área de estudio en que la plataforma continental es muy somera y en las estaciones situadas al interior del golfo de Arauco.

La Profundidad de la Capa de Mezcla (PCM) fue muy somera en toda el área de estudio, presentando un rango de variación entre 4 y 69 m, con un valor promedio de 14,6 ± 11,3 m. La Profundidad Base de la Termoclina (PBT) se ubicó entre los 7 y 89 m con un marcado gradiente longitudinal (costa-océano), positivo hacia el océano, la que se acentuó en el sector situado al sur de los 38°S. Las menores PBT (< 30 m) estuvieron asociadas al interior del Golfo de Arauco y a la región más austral, cercanas a la bahía de Corral.



.....



II ÍNDICE GENERAL

.....

			Página
I.	RES	UMEN EJECUTIVO	1
II.	ÍNDI	CE GENERAL	7
III.	ÍNDI	CE DE FIGURAS Y TABLAS Y ANEXOS	13
IV.	OBJ	ETIVOS DEL PROYECTO	37
	А. В.	Objetivo general	37 37
V.	ANT	ECEDENTES	39
VI.	MET	ODOLOGÍA POR OBJETIVO	41
	1.	Objetivo específico B1	41
	1.1 1.2 1.3	Zona de estudio Plan de muestreo acústico Calibración del sistema acústico	41 41 42
	1.3.1 1.3.2	Calibración electroacústica Medición del TS <i>in situ</i> de anchoveta y sardina común	42 44
	1.4	Identificación de especies	46
	1.4.1 1.4.2	Método acústico (Guzmán <i>et al.</i> , 1983 Pescas de identificación	46 47
	1.5 1.6	Procesamiento de la información acústica Estimación de la abundancia y la biomasa	47 48
	1.6.1 1.6.2 1.6.3 1.6.4	Estratificación de la estructura de tallas Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa Estimación del coeficiente de error (%) y coeficiente de variación (CV)	48 48 51 55
	1.7	Estudio del sesgo de orilla	56
	2.	Objetivo B2	58 7

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

2.1	Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta y y sardina común en la zona de estudio 54	8		
2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 2.1.6	Muestreo de las capturas de lances de mediagua55Estructura de tallas55Estimador de la composición en talla55Pesos medios a la talla66Expansión al área total66Relación longitud/peso66	8 9 1 2 3		
2.2	Estructura de edad de anchoveta y sardina común 64	4		
2.2.1 2.2.2 2.2.3	Lectura de ototlitos64Elaboración de la clave edad-talla de sardina común y anchoveta64Composición en número por grupo de edad64	4 5 6		
2.3Descripción de los estadios de madurez de anchoveta y sardina común672.4ïndice gonadosomático682.5Proporción sexual692.6Ítems alimentarios de anchoveta y sardina común69				
2.6.1 2.6.2	Obtención de las muestras69Análisis del contenido estomacal7272	9 2		
3.	Objetivo B3 77	3		
3.1Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona de estudio durante el verano del 20027373				
3.1.1 3.1.2	Diseño de muestro 77 Análisis de las muestras y de la información oceanográfica y meteorológica 74	3		
3.1.3	Análisis de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar 7	5		
3.2	Distribución espacial de los recursos 7	6		
3.2.1	Índices de ocupación y abundancia relativa7	7		
3.3	Análisis de las condiciones oceanográficas asociadas a la distribución espacial de los recursos anchoveta y sardina común78	8		
3.3.1 3.3.2	Procesamiento de la información77 Análisis de la distribución de anchoveta y sardina común y las	8 a		
223	Análisis de la distribución esnacial de anchoveta y sardina común	0		

.....



	4.	Objetivo 4	80	
VII.	RES	RESULTADOS		
	1.	Condiciones hidrográficas en la zona Centro-sur durante el verano del 2002.		
		(Objetivo especifico B3)	85	
	1.1	Batimetría de la zona de estudio	85	
	1.2	Condiciones atmosféricas	85	
	1.2.1	Temperatura del aire y presión atmosférica	85	
	1.2.2	Dinámica de los vientos	86	
	1.3	Distribución horizontal de las variables oceanográficas	87	
	1.3.1	Registros a 5 m de profundidad	87	
	1.3.2	Registros a 25 m de profundidad	89	
	1.3.3	Registros a 50 m de profundidad	90	
	1.3.4	Registros a 100 y 200 m de profundidad	91	
	1.3.5	Clofila-a	92	
	1.4	Análisis de imágenes satelitales superficial del mar (TSM)	94	
	1.5	Distribución vertical de las variables oceanográficas	96	
	151	Secciones oceanográficas	96	
	1.5.2	Perfiles verticales	105	
	16	Drefundidad da la cana da mazala y profundidad y canacar da la		
	1.0	termoclina	113	
	1.7	Profundidad del mínimo de oxígeno y profundidad del máximo de	115	
	1.8	Variables ambientales medidas con EPCS: transectas e intertransectas	115	
	1.9	Diagramas TS	118	
	1.10	Golfo de Arauco	118	
	1 10	1 Distribución horizontal superficial	118	
	1.10.	2 Secciones oceanográficas en el golfo de Arauco	120	
	1.10.	3 Perfiles verticales	122	
	1.10.	4 Diagramas TS	123	
	2.	Biología pesquera	123	
	2.1	Resultados de los lances de pesca	123	
	2.2	Determinación de la estructura de tamaños de anchoveta por zona	-	
		pesquera y el conjunto de la zona de estudio	124	



2.3	Determinación de la estructura de tamaños de sardina común por zona	105
2.4	Relaciones longitud peso de anchoveta y sardina común	125
2.4.1 2.4.2	Modelos lineales Modelos no lienales	126 127
2.5 2.6 2.7 2.8	Proporción sexual de anchoveta y sardina común IGS y estados de madurez de anchoveta y sardina común Descripción de la fauna asociada Comparaciones de pesos de anchoveta y sardina común entre	128 129 130
2.9	Cruceros mediante modelo lineal y no lineal Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta y sardina común	131 132
3.	Ítems alimentarios de sardina común y anchoveta	133
3.1	Análisis de la importancia de las presas	134
4.	Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería (Objetivo B1)	135
4.1 4.2 4.3 4.4	Estratificación de las estructuras de talla de anchoveta y sardina común Calibración hidroacústica Calibración de la intensidad de blanco TS <i>in situ</i> de anchoveta y sardina común Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta y sardina común	135 136 136 138
4.4.1 4.4.2	AnchovetaSardina común	138 139
4.5 4.6	Precisión de los estimados de biomasa Determinación de las estructuras de edad de anchoveta y sardina común	140 141
4.6.1 4.6.2	Claves edad-talla Estimación de la abundancia por grupo de edad	141 142
4.7	Determinación del sesgo de orilla	143
5.	Distribución espacial de los recursos	145
5.1 5.2 5.3 5.4	Sardina común Anchoveta Índice de Ocupación (IOC) Distribución espacial de los recursos y su relación con las variables	145 145 146



.

5.4.1 Anchoveta 5.4.2 Sardina común 5.5 Señal latitudinal de los recursos y su relación con las variables oceanográficas 5.5.1 Anchoveta 5.5.2 Sardina común 5.6 Distribución espacial de anchoveta y sardina común en los cruceros de primavera-verano (período 1999-2001) y su asociación histórica con las variables temperatura y salinidad superficial 5.6.1 Anchoveta 5.6.2 Sardina común 6.6.2 Sardina común 6.1 Anchoveta 6.2 Sardina común 6.1.1 Agregaciones diumas 6.1.2 Agregaciones diumas 6.1.4 Agregaciones nocturnas 6.2 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas 6.2.1 Descriptores morfológicos 6.2.2 Descriptores morfológicos 6.3.2 Agregaciones diumas grupos A y B 6.3.1 Agregaciones diumas grupos A y B 6.3.2 Agregaciones nocturnas grupos A y B 6.3.1 Agregaciones nocturnas grupos A y B 6.3.2 Agregaciones diumas grupos A y B 6.3.1 Agregaciones diumas grupos A y B 6.3.2 <t< th=""><th></th><th></th><th>bio-oceanográficas</th></t<>			bio-oceanográficas
5.5 Señal latitudinal de los recursos y su relación con las variables oceanográficas 5.5.1 Anchoveta 5.5.2 Sardina común 5.6 Distribución espacial de anchoveta y sardina común en los cruceros de primavera-verano (período 1999-2001) y su asociación histórica con las variables temperatura y salinidad superficial 5.6.1 Anchoveta 5.6.2 Sardina común 6.1 Anchoveta 5.6.2 Sardina común 6.1 Resultados análisis y componentes principales 6.1.1 Agregaciones diurnas 6.1.2 Agregaciones diurnas y nocturnas 6.2 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas 6.2.1 Descriptores morfológicos 6.2.2 Descriptores batimétricos 6.3 Resultados agregaciones separadas por latitud 37°20'LS 6.3.1 Agregaciones diurnas grupos A y B 6.3.2 Agregaciones nocturnas grupos A y B 6.3.1 Análisis comparativo de la hidrografía regional 2 Resultados agregaciones diurnas grupos A y B 6.3.2 Agregaciones diurnas grupos A y B 6.3.3 Resuperativo de la hidrografía regional 2 Biología pesquera <th></th> <th>5.4.1 5.4.2</th> <th>Anchoveta Sardina común</th>		5.4.1 5.4.2	Anchoveta Sardina común
 5.5.1 Anchoveta		5.5	Señal latitudinal de los recursos y su relación con las variables oceanográficas
 5.6 Distribución espacial de anchoveta y sardina común en los cruceros de primavera-verano (período1999-2001) y su asociación histórica con las variables temperatura y salinidad superficial		5.5.1 5.5.2	AnchovetaSardina común
 5.6.1 Anchoveta		5.6	Distribución espacial de anchoveta y sardina común en los cruceros de primavera-verano (período1999-2001) y su asociación histórica con las variables temperatura y salinidad superficial
 Caracterización y análisis de las agregaciones de sardina común y anchoveta		5.6.1 5.6.2	AnchovetaSardina común
 6.1 Resultados análisis y componentes principales		6.	Caracterización y análisis de las agregaciones de sardina común y anchoveta
 6.1.1 Agregaciones diurnas		6.1	Resultados análisis y componentes principales
 6.2 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas		6.1.1 6.1.2	Agregaciones diurnas
 6.2.1 Descriptores morfológicos		6.2	Resultados agregaciones diurnas y nocturnas
 6.3 Resultados agregaciones separadas por latitud 37°20'LS 6.3.1 Agregaciones diurnas grupos A y B 6.3.2 Agregaciones nocturnas grupos A y B VIII. ANÁLISIS DE REULTADOS		6.2.1 6.2.2	Descriptores morfológicos Descriptores batimétricos
 6.3.1 Agregaciones diurnas grupos A y B		6.3	Resultados agregaciones separadas por latitud 37°20'LS
 VIII. ANÁLISIS DE REULTADOS		6.3.1 6.3.2	Agregaciones diurnas grupos A y BAgregaciones nocturnas grupos A y B
 Análisis comparativo de la hidrografía regional Biología pesquera Ítem alimentarios de anchoveta y sardina común Relaciones de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta y sardina común utilizadas Estimaciones de abundancia y biomasa Anchoveta 	VIII.	. ANÁLISIS DE REULTADOS	
5.1 Anchoveta		1. 2. 3. 4. 5.	Análisis comparativo de la hidrografía regional Biología pesquera Ítem alimentarios de anchoveta y sardina común Relaciones de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta y sardina común utilizadas Estimaciones de abundancia y biomasa
		5.1	Anchoveta



	5.2	Sardina común	180	
	6.	Sesgo de orilla	182	
	7.	Distribución espacial de los recursos y las variables hidrográficas	182	
IX.	CON	CLUSIONES	185	
Х.	REF	ERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	193	
FIGURAS				
ТАВ	LAS			
ANE ANE	XO 1: XO 2:	Personal participante por actividad. Efectividad de pesca de la red de media agua de diseño Engel del B/I Abat Molina	е	

ANEXO 3: Molina. Informe Final (PDF) y Base de datos

.



III. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS Y ANEXO

FIGURAS

- Figura 1. Ubicación de transectas (a), estaciones oceanográficas (b) y lances de pesca de reconocimiento (c). En (c) se indican las zonas de muestreo norte, centro y sur para el análisis de los contenidos estomacales. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 1(a) Área de muestreo y distribución de lances de pesca de para la obtención de ejemplares de sardina común y anchoveta.
- Figura 2. Batimetría de la zona de estudio.
- Figura 3. Serie de tiempo de las condiciones meteorológicas del área de estudio: (a) temperatura del aire (°C), (b) presión atmosférica (mbar) y (c) rapidez del viento (nudos).
- Figura 3.(cont.). Serie de tiempo de las condiciones meteorológicas del área de estudio: (d) componente norte-sur, (e) componente este-oeste y (f) rosa de los vientos.
- Figura 4. Diagrama de vectores de viento en cada una de las estaciones de muestreo
- Figura 5. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad $(\sigma_t) y$ (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 05 m de profundidad.
- Figura 6. Distribución superficial horizontal de: (a) temperatura (°C) y (b) salinidad (psu), construidos a partir de los registros de EPCS.
- Figura 7. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad $(\sigma_t) y$ (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 25 m de profundidad.
- Figura 8. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad $(\sigma_t) y$ (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 50 m de profundidad.
- Figura 9. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad $(\sigma_t) y$ (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 100 m de profundidad.



- Figura 10. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 200 m de profundidad.
- Distribución horizontal de clorofila-a (mg m⁻³) en el estrato de 05 m de Figura 11. profundidad, distribución horizontal de la clorofila integrada (mg m²), v distribución superficial horizontal de clorofila-a (mg m³), construidos a partir de los registros de EPCS.
- Figura 12. Relación bivariada entre clorofila-a superficial (mg m⁻³) y fluorescencia in vivo (u.r.) y entre la clorofila integrada (mg m⁻²) y clorofila-a superficial (mg m⁻³).
- Figura 13. Imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar para los días 3, 6 y 10 de Enero de 2001.
- Figura 13. (cont.) Imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar para los días 11, 15 y 20 de Enero de 2001.
- Figura 14. Imágen promedio de la temperatura superficial del mar de todas las imágenes validadas en el período de estudio.
- Figura 15. a) Evolución temporal de la cobertura areal para las isotermas de 10, 11, 12, 13 y 14 °C en el área de estudio y b) filamentos de surgencia determinados a partir de imágenes satelitales de TSM para el período y área de estudio.
- Figura 16. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 1
- Figura 17. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 2
- Figura 18. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 3
- Figura 19. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 4.



- Figura 20. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 5.
- Figura 21. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 6.
- Figura 22. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 7.
- Figura 23. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 8.
- Figura 24. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 9.
- Figura 25. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 10.
- Figura 26 . Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 11.
- Figura 27. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 12.
- Figura 28. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 13.
- Figura 29. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 14.
- Figura 30. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 15.
- Figura 31. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 16.
- Figura 32. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 17



- Figura 33. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 18.
- Figura 34. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 19.
- Figura 35. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y
 (c) densidad (σ_t). Transecta longitudinal costera.
- Figura 35. cont. Distribución vertical de las variables: (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila (mg m⁻³). Transecta longitudinal costera.
- Figura 36. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y
 (c) densidad (σ_t). Transecta longitudinal oceánica.
- Figura 36. cont. Distribución vertical de las variables: (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³). Transecta longitudinal oceánica
- Figura 37. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona sur: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).
- Figura 38. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).
- Figura 39. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona norte: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).
- Figura 40. Perfiles verticales promedio de temperatura (°C) para cada una de las transectas realizadas.
- Figura 41. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para cada una de las transectas realizadas



- Figura 42. Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para cada una de las transectas realizadas.
- Figura 43. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml l⁻¹) para cada una de las transectas realizadas.
- Figura 44. Perfiles verticales promedio de clorofila-a (mg m⁻³) para cada una de las transectas realizadas.
- Figura 45. Distribución horizontal de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base termoclina (m), (c) espesor de la termoclina (m) y (d) temperatura base de la termoclina (°C).
- Figura 46. Distribución horizontal de: (a) profundidad mínima de oxígeno (m) y (b) profundidad del máximo de clorfila-a (m).
- Figura 47. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 1 a 8.
- Figura 48. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 9 a 16.
- Figura 49. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 17 a 24.
- Figura 50. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 25 a 32.
- Figura 51. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 33 a 36.
- Figura 52. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las intertransectas costeras de EPCS en los sectores: (a) sur (38 40°S), (b) centro (36-38°S) y (c) norte (34-36°S).
- Figura 53. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las intertransectas oceánicas de EPCS en los sectores: (a) sur (38 40°S), (b) centro (36-38°S) y (c) norte (34-36°S).



- Figura 54. Diagramas T-S considerando las estaciones de toda la zona de estudio
- Figura 55. Distribución horizontal en el Golfo de Arauco: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³) en el estrato de 5 m de profundidad.
- Distribución superficial de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) Figura 56. clorofila-a (mg m⁻³) construidos a partir de los registros de EPCS en el interior del Golfo de Arauco.
- Figura 57. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 101, al interior del Golfo de Arauco.
- Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), Figura 58. (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 103, al interior del Golfo de Arauco.
- Figura 59. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 105, al interior del Golfo de Arauco.
- Figura 60. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas al interior del Golfo de Arauco: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).
- Figura 61. Diagramas T-S considerando las estaciones del Golfo de Arauco.
- Figura 62. Distribución de la captura de anchoveta en:
 - A) Frecuencia (n°).
 - B) Frecuencia (%).
 - C) Distribución en peso (kg).
 - D) Distribución en peso (%).
- Figura 63. Frecuencia de longitudes de anchoveta, lances 1 a 9; lance 3 sin captura de anchoveta.



- Figura 64. Frecuencia de longitud de anchoveta, lances 10 al 21; lance 14, 15, 16 y 19 sin captura de anchoveta.
- Figura 65. Frecuencia de longitudes de anchoveta, lances 23 al 33; lance 22, 27, 28 y 31 sin captura de anchoveta.
- Figura 66. Frecuencia de longitudes de anchoveta, lances 35 al 40.
- Figura 67. Distribución de la captura de sardina común en:
 - A) Frecuencia (n°).
 - B) Frecuencia (%).
 - C) Distribución en peso (kg).
 - D) Distribución en peso (%).
- Figura 68. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 1 al 9; lance 3 sin captura de sardina común.
- Figura 69. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 10 al 20; lance 16, 17 y 19 sin captura de sardina común.
- Figura 70. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 21 al 30; lance 27 y 28 sin captura de sardina común.
- Figura 71. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 32 al 40; lance 34, 35 y 36 sin captura de sardina común.
- Figura 72. Relación longitud peso y parámetros de regresión para anchoveta por zona de pesca, Crucero RECLAS 0201.
- Figura 73. Relación longitud peso y parámetros de regresión para sardina común por zona de pesca, Crucero RECLAS 0201.
- Figura 74. Proporción de hembras del total de ejemplares sexuados de anchoveta, por zona de pesca en el Crucero RECLAS 0201.
- Figura 75. A) Proporción sexual, B) IGS y C) IGS por estado de madurez. De sardina común por sexo para la zona de Corral en el Crucero RECLAS 0201.
- Figura 76. IGS de anchoveta por sexo y zona de pesca Crucero RECLAS 0201.



- Figura 77. Indice gonadosomático por estado de madurez de anchoveta a la talla, y por zona de pesca Crucero RECLAS 0201.
- Figura 78. Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y zona de pesca Crucero **RECLAS 0201.**
- Figura 79. Estado de madurez sexual (%) de sardina común por sexo Crucero RECLAS 0201.
- Figura 80. Proporción de especies encontradas durante el Crucero RECLAS 0201.
- Figura 81. Frecuencia de ocurrencia en porcentaje por zonas geográficas para los ítems presa de Sardina y Anchoveta.
- Figura 82. Diagrama zonal del espectro trófico de sardina común en las diferentes regiones evaluadas del área de estudio.
- Figura 83. Diagrama zonal del espectro trófico de anchoveta en las diferentes regiones evaluadas del área de estudio.
- Figura 84. Distribución espacial de zonas de anchoveta y sardina común y representación de las estructuras de tallas acumuladas. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 85a Histogramas de intensidad de blanco (db) individuales (frecuencia 38 Khz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 4 y 5). Crucero RECLAS 0201.
- Figura 85b Histogramas de intensidad de blanco (db) individuales (frecuencia 38 Khz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 5, 8 y 10). Crucero RECLAS 0201.
- Figura 85c Histogramas de intensidad de blanco (db) individuales (frecuencia 38 Khz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 10 y 11). Crucero RECLAS 0201.
- Figura 85d Histogramas de intensidad de blanco (db) individuales (frecuencia 38 Khz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 17, 25 y 26). Crucero RECLAS 0201.



- Figura 86. Histogramas de intensidad de blanco (TS) de 38 Khz (A) y estructura de tallas de sardina común (B), utilizados en el ajuste de la ecuación de calibración TS-L. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 86 (continuación) Histogramas de intensidad de blanco (TS) de 38 Khz (A) y estructura de tallas de sardina común (B), utilizados en el ajuste de la ecuación de calibración TS-L. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 87. Intensidad de blanco individual (TS) y por kilo (TSkg) de anchoveta respecto a la talla en los Cruceros RECLAS 0201 y 0101.
- Figura 88. Intensidad de blanco individual (TS) y por kilo (TSkg) de sardina común respecto a la talla en los Cruceros RECLAS 0201 y 0101.
- Figura 89. Biomasa (toneladas) y la abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por tallas, por subzonas y total. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 90. Biomasa (toneladas) y la abundancia (millones de ejemplares) de sardina común por tallas, por subzonas y total. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 91. a) distribución de las transectas de navegación del B/I Abate Molina y LPA Samaritano II en la zona e evaluación del sesgo de orilla y b) distribución de los lances de pesca realizados por las LPA Samaritano II y Don Alberto.
- Figura 92. Frecuencia de longitudes de anchoveta capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Samaritano.
- Figura 93. Frecuencia de longitudes de anchoveta capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Don Alberto.
- Figura 94. Frecuencia de longitudes de sardina común capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Samaritano.
- Figura 95. Frecuencia de longitudes de sardina común capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Don Alberto.
- Figura 96. Relación de las lecturas acústicas observadas por el B/I Abate Molina y la LPA Samaritano II en la zona de evaluación del Sesgo de Orilla.



- Figura 97. Distribución espacial de los recursos sardina común y anchoveta. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 98. Distribución espacial de los reclutas de sardina común y anchoveta. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 99. Distribución batimétrica de a) sardina común y b) anchoveta.
- Figura 100. Distribución espacial de temperatura y salinidad superficial y 11 metros de profundidad y principales focos de abundancia de anchoveta y sardina común. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 101. Distribución espacial de oxígeno disuelto en superficie y 11m y clorofila "a" integrada hasta 30 m y principales focos de abundancia de anchoveta y sardina común. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 102. Histogramas de la distribución total de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 103. Histogramas de la distribución de reclutas de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 104. Histogramas de la distribución total de sardina respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 105. Histogramas de la distribución de reclutas de sardina respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 106. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 107. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.



- Figura 108. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLASN 0201.
- Figura 109. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 110. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0111.
- Figura 111. Señal latitudinal gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 112. Señal latitudinal de gradientes longitudinales de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 113. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 114. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 115. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 116. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLASN 0201.



- Figura 117. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 118. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0111.
- Figura 119. Señal latitudinal gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 120. Señal latitudinal de gradientes longitudinales de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 121. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.
- Figura 122. Distribución espacial de: a) anchoveta y b) sardina común, en la Zona Centro Sur de Chile. Cruceros 9912, 0101y 0201.
- Figura 123. Rangos de distribución de anchoveta y sardina común en temperatura y salinidad superficial cruceros 9912, 0101 y 0201.
- Figura 124. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Figura 125. Cargas de cada componente principal, agregaciones diurnas.
- Figura 126. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes principales, agregaciones diurnas.
- Figura 127. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones nocturnas.



- Figura 128. Cargas de cada componente principal, agregaciones nocturnas.
- Figura 129. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones nocturnas.
- Figura 130.Distribución de frecuencia del descriptor Elongación
a) Agregaciones diurnasb) Agregaciones nocturnas



Figura 131.	Distribución de frecuencia del descrip a) Agregaciones diurnas	otor Dimensión Fractal. b) Agregaciones nocturnas
Figura 132.	Distribución de frecuencia de profun a) Agregaciones diurnas	didad de agregaciones b) Agregaciones nocturnas
Figura 133.	Distribución de frecuencia del descrip a) Agregaciones diurnas	otor Indice de altura b) Agregaciones nocturnas
Figura 134.	Distribución diurna de frecuencia del a) Grupo A	descriptor Elongación b) Grupo B
Figura 135.	Distribución diurna de frecuencia de l a) Grupo A	Dimensión fractal b) Grupo B
Figura 136.	Distribución diurna de frecuencia de l a) Grupo A	Profundidad de agregaciones b) Grupo B
Figura 137.	Distribución diurna de frecuencia de l a) Grupo A	Índice de altura b) Grupo B
Figura 138.	Distribución nocturna de frecuencia c a) Grupo A	le descriptor Elongación b) Grupo B
Figura 139.	Distribución nocturna de frecuencia c a) Grupo A	le Dimensión fractal b) Grupo B
Figura 140.	Distribución nocturna de frecuencia F a) Grupo A	Profundidad de agregaciones b) Grupo B
Figura 141.	Distribución nocturna de frecuencia c a) Grupo A	le Índice de altura b) Grupo B
Figura 142.	Factor de condición para anchoveta y PELASUR 0108.	durante los Cruceros RECLAS 0101, 0201
Figura 143.	Factor de condición para anchoveta pesquería).	desde 1997 al 2001 (datos obtenidos de la

.



- Figura 144. Factor de condición para sardina común durante los Cruceros RECLAS 0101, 0201 y PELASUR 0108.
- Figura 145. Factor de condición para sardina común desde 1997 al 2001 (datos obtenidos de la pesquería).
- Figura 146. IGS de anchoveta:
 - A) Por año en forma mensual.
 - B) Promedio por año.
 - C) Cruceros RECLAS 0201 y 0101.
- Figura 147. IGS de sardina común:
 - A) Por año en forma mensual.
 - B) Promedio por año.
 - C) Cruceros RECLAS 0201 y 0101.
- Figura 148. Abundancias y Biomasa de anchoveta y de reclutas estimados en cruceros de Evaluación Hidroacústica de primavera-verano e invierno (PELASUR 0108) en la zona centro-sur, se indican los porcentajes de reclutas en cada crucero.
- Figura 149. Estimados de abundancia (millones) y biomasa (t) de anchoveta y sardina por crucero.
- Figura 150. Abundancias y Biomasa de sardina común y de reclutas estimados en cruceros de Evaluación Hidroacústica de primavera-verano e invierno (PELASUR 0108) en la zona centro-sur se indican los porcentajes de reclutas en cada crucero.



TABLAS

- Tabla
 1.
 Escala de cuantificación del grado de llenado de los estómagos.
- Tabla 2.
 Escala de cuantificación del estado de digestión de las presas dentro del estómago.
- Tabla 3.Condiciones atmosféricas registradas durante el crucero de prospección. Se
indica el promedio diario de las observaciones y su desviación estándar.
- Tabla 4. Categorías por densidad.
- Tabla 5.Resumen de operación por lance de pesca con captura de anchoveta y sardina
común en el crucero RECLAS 0201.
- Tabla
 6.
 Capturas por lance de reconocimiento.
 Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 7.Resumen de lances de pesca por zona y comparación de pesos y tallas
promedios para anchoveta, durante el crucero PELASUR 0108.
- Tabla 8.Resumen de lances de pesca por zona y comparación de pesos y tallas
promedios para sardina común, durante el crucero PELASUR 0108.
- Tabla 9.Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modeloslineales y no lineales.
- Tabla 10Estimación de los parámetros de regresión para sardina común con modelos
lineales y no lineales.
- Tabla 11.
 Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos.
- Tabla 12.
 Comparación de pesos de sardina común entre diferentes modelos.
- Tabla 13.Comparación de pesos de anchoveta entre Cruceros de evaluación y métodos
lineales y no-lineales de regresión.
- Tabla 14.Comparación de pesos de sardina común entre Cruceros de evaluación y
métodos lineales y no-lineales de regresión.



- Tabla 15. Ancova para anchoveta, Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 16.Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de
anchoveta.
- Tabla 17.Ancova para sardina común, Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 18.Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de
sardina común.
- Tabla 19.Comparación de elevaciones para regresiones de sardina común Crucero
RECLAS 0201.
- Tabla 20.Test Tukey para comparación de alfas de la relación longitud-peso de sardina
común.
- Tabla 21.Análisis de regresiones coincidentes de sardina común para las zonas de pesca
San Antonio-Talcahuano y San Antonio-Corral.
- Tabla 22. Cuantificación en porcentaje del grado de llenado de estómagos de sardina y anchoveta
- Tabla 23. Espectro trófico de sardina y anchoveta
- Tabla 24.
 Abreviatura de las principales presas presentes en la dieta de sadina común y anchoveta
- Tabla 25.Límites de las zonas en que se estratificaron las tallas de anchoveta y sardina
común
- Tabla 26.Comparación de estructuras de tallas de anchoveta y sardina común entre
zonas mediante el test DHG (a=0.05). Datos ponderados a la captura. Crucero
RECLAS 0201.
- Tabla 27.Comparación de estructuras de tallas de anchoveta por zonas, mediante el test
DHG (a=0.05). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAS 0201.



- Tabla 28.Comparación de estructuras de tallas de sardina por zonas, mediante el test
DHG (a=0.05). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 29.Resultados de la calibración del sistema de ecointegración del B/I Abate Molina.Crucero PELASUR 0201.
- Tabla 30. TS _{mo} y L _{mo} de anchoveta utilizados en el ajuste de la relación TS-L
- Tabla 31. TS _{mo} y L _{mo} de sardina común utilizados en el ajuste de la relación TS-L
- Tabla 32. Análisis de varianza de la regresión TS = 19.7213 73.2257 Log(L), n =29, , correspondiente a anchoveta. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 33. Análisis de varianza de la regresión TS = 17.5313 69.5435 Log(L), n=11, correspondiente a sardina común. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 34.Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta estimados por el método de
Conglomerados Aleatorios de Hansen y Wolter.
- Tabla 35.Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta estimados por el método de
Bootstrap.
- Tabla 36.Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta estimados por el método de
las variables regionalizadas.
- Tabla 37.Biomasa (toneladas) de anchoveta estimados por el método de losConglomerados Aleatorios de Hansen y Wolter.
- Tabla 38.
 Biomasa (toneladas) de anchoveta estimados por el método de Bootstrap.
- Tabla 39.Biomasa (toneladas) de anchoveta estimados por el método de las variables
regionalizadas.
- Tabla 40.Abundancia (millones de ejemplares) de sardina común estimados por el
método de Conglomerados Aleatorios de Hansen y Wolter.
- Tabla 41.Abundancia (millones de ejemplares) de sardina comun estimados por el
método Bootstrap.



- Tabla 42.Abundancia (millones de ejemplares) de sardina comun estimados por el
método de las variables regionalizadas.
- Tabla 43.Biomasa (toneladas) de sardina común estimados por el método de
Conglomerados Aleatorios de Hansen y Wolter.
- Tabla 44. Biomasa (toneladas) de sardina común estimados por el método Bootstrap.
- Tabla 45.Biomasa (toneladas) de sardina común estimados por el método de las
variables regionalizadas.
- Tabla 46.Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Hansen.
- Tabla 47.Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Wolter.
- Tabla 48.
 Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método Bootstrap.
- Tabla 49.Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método de las variables
regionalizadas.
- Tabla 50.Varianza de la Abundancia de anchoveta estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Hansen.
- Tabla 51.Varianza de la Abundancia de anchoveta estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Wolter.
- Tabla 52.
 Varianza de la Abundancia de anchoveta estimados por el método Bootstrap.
- Tabla 53.Varianza de la Abundancia de anchoveta estimados por el método de las
variables regionalizadas.
- Tabla 54.Varianza de la Biomasa de sardina común estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Hansen.
- Tabla 55.Varianza de la Biomasa de sardina común estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Wolter.


- Tabla 56.
 Varianza de la Biomasa de sardina común estimados por el método Bootstrap.
- Tabla 57.Varianza de la Biomasa de sardina común estimados por el método de las
variables regionalizadas.
- Tabla 58.Varianza de la Abundancia de sardina comúne estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Hansen.
- Tabla 59.Varianza de la Abundancia de sardina común estimados por el método de los
conglomerados aleatorios Wolter.
- Tabla 60.Varianza de la Abundancia de sardina común estimados por el método
Bootstrap.
- Tabla 61.Varianza de la Abundancia de sardina común estimados por el método de las
variables regionalizadas.
- Tabla 62. Clave edad-talla de anchoveta en la zona centro-sur. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 63.Clave edad-talla (en probabilidades) de anchoveta en la zona centro-sur.Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 64.Clave edad-talla de sardina comun en la zona centro-sur. Crucero RECLAS
0201.
- Tabla 65.Clave edad-talla en probabilidades) de sardina comun en la zona centro-sur.Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 66.Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta en la zona centro-sur. Crucero
RECLAS 0201
- Tabla 67.Varianzas de la clave edad-talla de sardina común en la zona centro-sur.Crucero RECLAS 0201
- Tabla 68.Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la
zona total centro-sur. Método Bootstrap. Crucero RECLAS 0201



- Tabla 69.Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la
zona total centro-sur. Método de Variables Regionalizadas. Crucero RECLAS
0201.
- Tabla 70.Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la
zona total centro-sur. Método de Hansen. Crucero RECLAS 0201
- Tabla 71.Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la
zona total centro-sur. Método de Wolter. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 72.Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en
la zona total centro-sur. Método Boostrap. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 73.Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en
la zona total centro-sur. Método de Variables Regionalizadas. Crucero
RECLAS 0201.
- Tabla 74.Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en
la zona total centro-sur. Método Hansen. Crucero RECLAS 0201
- Tabla 75.Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en
la zona total centro-sur. Método Wolter. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 76. Resultado del análisis del sesgo de orilla. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 77.Resumen de operación de pesca, realizado a bordo de las L/P Samaritano y
Don Alberto durante el período del Crucero de Evaluación Hidroacústica de
Anchoveta y Sardina Común en la zona Centro-Sur temporada 2002.
- Tabla 78.Análisis de varianza de las lecturas acústicas del B/I Abate Molina y L/PSamaritano en la zona común.
- Tabla 79 .Número de pixeles e Índice de Ocupación (IOC), por especie, clasificados por
categorías de abundancia (t/mn²), de totales y reclutas. Crucero RECLAS 0201.
- Tabla 80. Coeficentes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de a) anchoveta y b) sardina común, y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y a 11 m y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.



- Tabla 81. Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y 11 m. y clorofila "a" integrada hasta 30 m., por zonas. Crucero RECLASN 0201.
- Tabla 82. Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de sardina común y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y 11 m. y clorofila "a" integrada hasta 30 m., por zonas. Crucero RECLASN 0201.
- Tabla 83.Area de cobertura (mn²) de a) anchoveta y b) sardina común, por categorías de
densidad (t/mn²). Cruceros 9912, 0101 y 0201.
- Tabla 84.Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y
batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta y sardina común
- Tabla 85.
 Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.
- Tabla 86.Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes
principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 87.Vectores propios de la matriz de componentes principales con las variables
originales , agregaciones diurnas.
- Tabla 88.Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y
batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta y sardina común
- Tabla 89.
 Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 90.Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes
principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 91.Vectores propios de la matriz de componentes principales y las variables
originales , agregaciones nocturnas.
- Tabla 92. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta y sardina común al norte de latitud 37°20 (Grupo A).



- Tabla 93. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta y sardina común al sur de latitud 37°20 (Grupo B).
- Tabla 94. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta y sardina común al norte de latitud 37°20 (Grupo A).
- Tabla 95. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta y sardina común al sur de latitud 37°20 (Grupo B).
- Tabla 96.Comparación de los estimados de abundancia y biomasa (totales y reclutas) de
anchoveta entre Cruceros de Evaluación Hidroacústica.
- Tabla 97.Comparación de los estimados de abundancia y biomasa (totales y reclutas) de
sardina común entre Cruceros de Evaluación Hidroacústica.
- **ANEXO 1:** Personal participante por actividad.
- **ANEXO 2:** Efectividad de pesca de la red de media agua de diseño Engel del B/I Abate Molina.
- **ANEXO 3:** Informe Final (PDF) y Base de datos



IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock recluta de los recursos anchoveta y sardina común, a través del método hidroacústico, existente en el área marítima comprendida entre la V y X Regiones, y caracterizar el proceso de reclutamiento de ambas especies en el área de estudio.

B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- **B1.** Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.
- **B2.** Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual e ítems alimentarios del stock recluta de anchoveta y sardina común en el área de estudio.
- B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.
- **B4.** Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta y sardina común en el área de estudio.





V. ANTECEDENTES

Las pesquerías de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur son realizadas en forma conjunta por la flota cerquera artesanal e industrial, concentrándose sobre el 95 % de los desembarques en la V y VIII Regiones (Cubillos y Arancibia, 1993; SERNA<u>PESCA</u>, 1999).

En el periodo 1977-88 las capturas de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur no superaron las 40.000 t anuales por especie, a partir de 1988, se registró un acelerado crecimiento en las capturas que para el caso de la sardina común significó máximos históricos de desembarque en 1991 cercano a las 565.000 t, disminuyendo en 1992 y 1993 hasta 244.000 t, con un periodo de inestabilidad entre 1993 y 1995 y un nuevo incremento y estabilización en los desembarques en alrededor de 440.000 t en los años 1996 a 1998. En la pesquería en conjunto los máximos históricos se alcanzaron en 1999 con 1,6 millones de t, mientras que en el año 2000 se desembarcaron 408.000 t de anchoveta y 598.000 t de sardina común en la zona centro-sur.

Esta pesquería es altamente dependiente de los pulsos de reclutamiento, los cuales han presentado importantes fluctuaciones en los últimos años, especialmente en el caso de sardina común.

Estos recursos se caracterizan por presentar una distribución asociada con la intensidad de las surgencias costeras y en el caso de sardina común, con la desembocadura de los principales ríos, motivo por el cual el límite longitudinal de su distribución normalmente no supera las 30-40 millas náuticas desde la costa. (Serra, 1978; Aguayo y Soto, 1978; Arrizaga y Veloso, 1982; Yáñez *et al.*, 1990; Cubillos y Arancibia, 1993; Cubillos *et al.*, 1994). Aún cuando ambas especies son consideradas como desovantes parciales durante todo el año, la máxima actividad reproductiva se presenta fundamentalmente en el segundo semestre y principios del segundo, iniciándose entre julio y agosto extendiéndose hasta enero (Serra *et al.*, 1978) (Cubillos y Arancibia, 1993; Cubillos *et al.*, 1994). Auto de densidad de estados larvales en el plancton entre septiembre y octubre (Sepúlveda, 1990). Al término del verano (febrero), ambos recursos exhiben un máximo secundario de actividad reproductiva.



La biomasa de estos recursos en la zona centro-sur ha sido estimada principalmente mediante métodos indirectos y desde 1995 se empezó a aplicar los métodos acústicos en el marco de los proyectos FIP N° 95-08 "Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur", realizado en la primavera de 1995; FIP N° 99-13 "Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur", llevado a cabo en la primavera de 1999 y FIP N° 2000-09 "Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur", nelizado en la primavera de 1995; FIP N° 99-13 "Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur", nelizado en la primavera de 1999 y FIP N° 2000-09 "Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000, con un crucero realizado en enero de 2001

Antecedentes disponibles en informes finales de proyectos, indican que la época de reclutamiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur, ocurre principalmente entre los meses de noviembre y diciembre, aunque en el invierno del año 2001 (Castillo *et al.*, 2002), se registró un pulso importante de reclutas en la zona.

Los antecedentes recopilados en las evaluaciones acústicas de la biomasa de anchoveta y sardina realizados en las primaveras de 1996, 1999 y verano del año 2001, indican que la sardina presentó una alta homogeneidad latitudinal en las estructuras de tallas, mientras que la anchoveta registró una tendencia a estratificarse latitudinalmente, con los de menor talla localizados hacia el norte de la zona de estudio e incrementándose hacia el sur. Estos trabajos también han permitido comprobar que los juveniles de sardina común presentan un crecimiento de aproximadamente 1 cm por mes, con tallas modales de 7 a 9 cm en enero.

La información de los cruceros, debe ser considerada como una fotografía instantánea en la que se congela la distribución espacial de las estructuras de tallas, siendo por este motivo, insuficiente para deducir un comportamiento temporal.

De acuerdo con estos antecedentes, se postula la hipótesis de trabajo que el reclutamiento de sardina común y anchoveta tiene un sentido norte a sur, iniciándose en el sector norte a principios de la primavera y avanzando hacia el sur de los 37°S, junto con el verano, finalizando a fines de febrero.



VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

 Objetivo específico B1. Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

1.1 Zona de estudio

La zona de estudio se localizó desde la desembocadura del río Rapel (34°00'S) hasta punta Galera (40°00'S), entre la menor aproximación a la costa posible determinada por las condiciones de seguridad en la navegación, llegándose hasta las 0,3 mn y el veril de los 500 metros de profundidad.

El crucero de evaluación se realizó a bordo del B/I "Abate Molina" entre el 3 al 27 de enero del año 2002, incluido el muestreo intensivo al interior del golfo de Arauco.

1.2 Plan de muestreo acústico

Se aplicó un diseño de muestreo sistemático considerando que la distribución de los recursos es de carácter contagiosa y aleatoria con respecto a la posición de las transectas (Shotton y Bazigos, 1984; Francis, 1984; Simmonds, 1984 y Simmonds *et al.*, 1991). Este tipo de muestreo es recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la información presenta un gradiente de densidad en el sentido de las transectas.

La evaluación acústica se realizó con el sistema de ecointegración SIMRAD EK 500, utilizando la frecuencia de 38 KHz, con transductor de haz dividido, programándose los 10 canales digitales cada 25 m y el canal analógico entre los 3 y 150 m, entregando información relativa a la densidad de peces detectada y referida a 1 mn². El rango dinámico de 160 dB y el nivel mínimo de detección, puesto en –65 dB, permitieron la incorporación de un amplio espectro de señales provenientes de blancos de tamaño pequeño (plancton) hasta peces de gran tamaño, distribuidos en forma dispersa o en densos cardúmenes sin perder señal o saturarse.



La información acústica relativa a las densidades de los peces se registró de manera continua durante la navegación, discretizándose en intervalos de muestreo (ESDU) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de ecointegración con el navegador satelital GPS. Adicionalmente se midió y almacenó la profundidad del fondo del mar.

El muestreo acústico se realizó mediante 37 transectas diurnas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa separadas por 10 mn, en las áreas costeras se intensificó el barrido acústico de tal modo de cubrir extensamente los recursos presentes (**Fig.** 1), realizándose un recorrido paralelo a la costa. A fin de estudiar las posibles diferencias en comportamiento y patrones de distribución espacial de los recursos, transecta acústica diurna por medio fue replicada en la noche, completándose 19 transectas acústicas nocturnas.

En el golfo de Arauco se intensificó el muestreo acústico, realizándose un recorrido con 4 transectas paralelas separadas por 5 mn y una navegación exploratoria en sentido nor-oeste.

Los datos utilizados en la evaluación acústica fueron filtrados desde la información obtenida durante la prospección, teniendo como premisas que dichos datos se ajusten a un patrón de muestreo sistemático y que con ellos se pudiera construir de mejor manera los mapas de distribución de los recursos, especialmente en el caso del método de las variables regionalizadas.

1.3 Calibración del sistema acústico

1.3.1 Calibración electroacústica

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar de cobre diseñado para la frecuencia de trabajo y de intensidad medida en laboratorio, ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el valor teórico del blanco de referencia (Foote *et al.*, 1987; Foote, 1981). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de \pm 0,1 dB.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración, ésta se

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ubicó en el haz acústico mediante tres líneas de nailon monofilamento, utilizándose carretes de cañas de pescar para variar y controlar la ubicación del blanco en el haz.

El procedimiento de medición del TS consiste en medir las ganancias del transductor, ajustándose según:

$$G_{I} = G_{0} + \frac{TSm - TSb}{2}$$

donde:

G1	=	nueva ganancia del transductor
G ₀	=	ganancia antigua
Tsm	=	intensidad de blanco medida (dB)
Tsb	=	intensidad de blanco teórico (dB)

Para ajustar los parámetros de las lecturas del ecointegrador (Sa) se aplica el siguiente procedimiento:

$$G_{I} = G_{0} + \frac{10 \log\left(\frac{Sa_{(m)}}{Sa_{(t)}}\right)}{2}$$

siendo:

$$Sa_{(1)} = \frac{4\pi r_0^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{\psi r^2}$$



donde:

Sbs	=	sección dispersante de la esfera (dB).
r	=	profundidad de la esfera (m).
r ₀	=	profundidad de referencia (1 m).
Y	=	ángulo equivalente del haz acústico (dB).
Sa _(t)	=	salida teórica del ecointegrador.
Sa _(m)	, =	salida medida del ecointegrador.
Ψ	=	angulo equivalente del haz acústico

1.3.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta y sardina común

La información necesaria para determinar el TS *in situ* de anchoveta y sardina común fue recopilada durante los lances de pesca y en experimentos nocturnos en sectores en los que se estableció previamente la presencia de las especies objetivo mediante los lances de pesca, para lo cual el barco navegó a velocidades inferiores a 2 nudos o con el barco detenido.

Los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos cortos y medio con una tasa de sondeo automáticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utilizó típicamente una escala de 25 m, almacenándose en medios magnéticos. A fin de aumentar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detección del EK-500, durante los experimentos se ajustó el ángulo del haz en base a la talla promedio de los peces y a la profundidad de distribución de los ecos.

Las estructuras de tallas de los peces insonificados fueron obtenidas de las muestras realizadas en los lances de pesca realizados durante, antes o después de cada medición.

La información recolectada fue procesada mediante el programa SONARDATA, para seleccionar los TS correspondientes a las tallas modales de los peces.

El principio general en las mediciones de TS *in situ* es que las modas en los histogramas de TS se parean con las modas en las distribuciones de tallas de los peces muestreados en las pescas.



Considerando que las eco-amplitudes se distribuyen aleatoriamente según Rayleight, es posible considerar que el área dispersante de sonido del pez se distribuye exponencialmente pudiendo ajustarse a una función de probabilidades de densidades (PDF) (Foote, 1980; MacLennan and Simmonds, 1992) según:

$$PDF(\sigma) = (1/\overline{\sigma}) \exp(-\sigma/\overline{\sigma})$$

El TS corresponde a la ecuación:

$$TS = 10 \log \left(\frac{\sigma}{4\pi}\right)$$

donde:

TS = intensidad de blanco (dB) σ = área dispersante (m²)

El TS se refirió a valores de TS kg según:

$$TS_{kg} = TS - 10 \log w$$

siendo:

 TS_{kg} = intensidad de blanco (dB/kg) w = peso del pez (kg).

Finalmente, el coeficiente de ecointegración en número (C_n) se calculó según:

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

El coeficiente de ecointegración en peso (C_b) se calculó según:

$$C_b = \frac{(4\pi x \, 10^{\frac{TS_{kg}}{10}})^{-1}}{1000}$$

44



1.4 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada mediante dos procedimientos, que en general se aplicaron consecutivamente, con una identificación preliminar con el método acústico, el que también se utilizó en los sectores en que no fue posible efectuar lances de pesca ó para discriminar otras especies como jurel, bacaladillo o merluza de cola y una corroboración con las capturas con lances de arrastre a media agua.

Se debe señalar que en atención al importante grado de mezcla de los recursos en estudio, se privilegió la identificación con lances de pesca.

1.4.1 Método acústico (Guzmán *et al.*, 1983)

Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según la expresión:

$$S_v = \frac{CI V^2}{L D}$$

donde:

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardumen.
- C1 = constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK 500 está incluida en la salida calibrada del ecointegrador.

D = altura media de la señal remitida por la agregación (m).



1.4.2 Pescas de identificación

Con el objeto de validar la identificación efectuada mediante el método acústico y establecer el grado de mezcla interespecífico, en los sectores que las condiciones lo permitieron, se realizaron lances de pesca con una red de arrastre a media agua de 4 paneles de diseño ENGEL. Esta red es de 97 m de largo, sin copo, con 168 mallas de circunferencia en la boca, tamaño de malla estirada en las alas y cielo de 1800 mm, disminuyendo paulatinamente hasta 12 mm en el túnel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m² de área y 750 kg de peso seco (300 kg peso húmedo), amantillada con 60 flotadores de 8" de diámetro, en paquetes de 10 dentro de bolsas de malla que se instalan en la relinga y 4 flotadores tipo hidrofoil de 40 litros cada uno, que se ubican dos en las puntas de las alas y dos en el centro de la boca, permitiéndose de este modo realizar pesca en superficie. El copo tiene aproximadamente 21 m con 122 mallas (4) de 24 mm de tamaño (210/39 nylon) y un cubrecopo de 11,6 mm. En el caso de lances con profundidad superior a los 10 m, se utilizó un net-sounder FURUNO para la verificación de la profundidad y comportamiento de la red.

De las capturas obtenidas en el Crucero se determinaron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos a la talla de las especies dominantes en las capturas, con especial énfasis en anchoveta y sardina común, aplicándose a las lecturas acústicas en las ESDU, cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1992). De igual modo esta información fue comparada con la identificación de las especies realizada mediante el método acústico.

1.5 Procesamiento de la información acústica

El procesamiento de los datos fue realizado en gran parte a bordo mediante el software SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Los datos a ingresar a la base de datos son las lecturas acústicas por cada ESDU, las profundidades máximas y mínimas de la agregación, la posición geográfica de cada ESDU, fecha, número y rumbo de la transecta. Además, se ingresó la información sobre temperatura y salinidades para cada estación oceanográfica.



Posteriormente, la información fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistemático, eliminando los remuestreos y asegurando que la información seleccionada permitiera construir los mapas de distribución que representar de mejor modo a los recursos.

Con tales datos se confeccionaron los mapas de distribución espacial de los recursos detectados, los estimados de biomasa total y de la fracción reclutas y sus respectivas varianzas.

1.6 Estimación de la abundancia y la biomasa

1.6.1 Estratificación de la estructura de tallas

Se definieron subzonas en que las tallas de anchoveta y sardina común, determinadas desde los lances de pesca, se estratificaron, registrando estructuras similares.

En cada subzona se agruparon los lances de pesca, determinándose una estructura de tallas común, con la que se obtuvo el aporte por cada talla y el correspondiente peso, derivándose el TS y el coeficiente de ecointegración.

Se probaron las estratificaciones de las tallas por subzonas, mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2 , (Conover, 1981) la homogeneidad en distribuciones de tallas.

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

La abundancia y biomasa de anchoveta y sardina común por subzona se estimó según:

$$\hat{A}_{k} = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_{k}$$
$$\hat{A}_{T} = \sum_{k} \hat{A}_{k}$$
$$\hat{B}_{k} = \hat{A}_{k} \hat{W}_{k}$$
$$\hat{B}_{T} = \sum_{k} \hat{B}_{k}$$

donde :



- INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
- \hat{A}_k = abundancia a la talla k (en número).
- a = área prospectada (mn²), en cada subzona.
- \hat{C}_{nk} = coeficiente de ecointegración a la talla k (n/mn²/S_a)
- \tilde{w}_{ki} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).
- $\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.
- P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca agrupados por subzona.
- \hat{R}_k = estimador de razón a la talla k.

Siendo :

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

El estimador de razón (\hat{R}) en cada subzona, se obtuvo mediante los métodos Hansen, Wolter, Bootstrap y Geoestadístico.

Hansen y Wolter

El estimador de razón (R[^]) de las lecturas acústicas del ecointegrador (S_a) por ESDU correspondiente al método de Hansen y Wolter se calcula según:

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

donde:

n = número de transectas de la muestra xi = densidad de la transecta i-ésima. yi = número de ESDU. en la transecta i-ésima.



Bootstrap

El estimador de \hat{R} según el método Bootstrap se calcula según:

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

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

• Variables regionalizadas

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la razón \hat{R} , sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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

La lectura acústica del ecointegrador por ESDU corresponde a la expresión:

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



donde :

Sv	=	coeficiente volumétrico de dispersión (m²/m²).				
R _o	=	profundidad de referencia del blanco (m).				
r2,r1	=	límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos				
		programados (m).				
1.852	=	factor de transformación de m a mn.				

1.6.3 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

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

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

mientras que la varianza de la biomasa se calcula según:

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

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

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

Donde:

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



siendo

 α y β = coeficientes de la regresión TS-L. L_k = longitud a la talla k.

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden se usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza de la razón.

• Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen et al., 1954)

$$\hat{V}_{l}(\hat{R}) = (l - \frac{n}{N}) \frac{l}{nv^{2}} (s_{x}^{2} + \hat{R}^{2} s_{y}^{2} - 2\hat{R} s_{xy})$$

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

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

$$s_{x}^{2} = s_{xx} \quad ; \quad s_{y}^{2} = s_{yy}$$

$$\overline{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_{i}}{n} \quad ; \quad \overline{y} = \sum_{i=1}^{n} \frac{y_{i}}{n}$$

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



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

• Estratos agrupados (Wolter, 1985)

$$\hat{V}_{2}(\hat{R}) = \frac{1}{2} (1 - \frac{n}{N}) \frac{1}{n} \frac{\hat{R}^{2}}{(n-1)} (s_{x}^{2} + s_{y}^{2} - 2 s_{xy})$$

donde:

.

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

$$S_x^2 = S_{xx}$$
; $S_y^2 = S_{yy}$

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

$$(\hat{B} - t_1 - \frac{\alpha}{2} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_1 - \frac{\alpha}{2} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})})$$

• Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)

$$\hat{V}_{3}(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} = \sum_{i=1}^{G} (\hat{R}i - \overline{\hat{R}})^{2}$$

donde:

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

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

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

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

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

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

y donde,

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

siendo f⁻¹ la función inversa de la distribución normal estándar y Za es el percentil superior de una normal estándar.

• Método de las variables regionalizadas

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971, *fide* Petitgas y Prampart, 1993) para datos geográficamente correlacionados mediante la ecuación:

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

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

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



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

donde V es el área de distribución del recurso, (a,ß) los índices de los intervalos básicos de muestreos y n el número de muestras en V.

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

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

1.6.4 Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV)

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

Porcentaje de error:

$$E(\%) = \frac{t(1 - \frac{\infty}{2}) \sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}} \ 100$$

donde:

V(B) = varianza de la abundancia ó biomasa

B = Abundancia o biomasa

T = test de Student

 α = nivel de significación.



Coeficiente de variación:

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

1.7 Estudio del sesgo de orilla

El experimento tendiente a estimar el sesgo de orilla en la evaluación acústica de la biomasa se realizó en la zona comprendida entre punta Nigue (39° 15'S) y morro Gonzalo (39° 51'S), dado que las características de la batimetría del fondo del mar aumentan la probabilidad que se presenten concentraciones de recurso en sectores costeros que no son cubiertos por el B/I "Abate Molina".

Específicamente, la hipótesis nula del experimento de sesgo de orilla es: una fracción del recurso se ubica en sectores costeros inaccesibles al buque de prospección acústica.

El trabajo se efectuó a bordo de la lancha pesquera artesanal "Samaritano II", con matrícula de Niebla equipada con un sistema acústico científico SIMRAD EK-500 calibrado, con un transductor de haz partido de 38 khz ubicado por el costado de la embarcación mediante un sistema retraíble. La alimentación eléctrica se realizó mediante un generador portátil de 220v/50hz, con el cual se energizó el sistema acústico, el computador y el GPS. Junto a esta embarcación y con el fin de apoyar en las pescas de reconocimiento y servir de apoyo en la seguridad en la navegación, se incorporó a la L/M "Don Alberto", también con matrícula de Niebla. Dado que durante el periodo del estudio, los recursos se encontraban en veda, ambas embarcaciones operaron mediante una autorización de Pesca de Investigación. Ambas embarcaciones utilizaron redes de cerco de jareta convencionales, tipo anchovetera, con tamaños de malla de $\frac{1}{2}$ " (1,25 cm) y de 33x280 br (60x511 m), malla estirada.

El plan de muestreo del sesgo de orilla consistió en ampliar el recorrido acústico del B/I "Abate Molina" hacia sectores costeros no cubiertos, determinando de este modo la fracción del recurso ubicado en áreas costeras y que no se incluyó en la evaluación de la biomasa.



Dado lo anterior el muestreo acústico planeado para la L/P "Samaritano II" consistió en un plan de muestreo acústico diurno sobre una red de transectas perpendiculares a la costa separadas por 5 mn, con la mayor aproximación a la costa posible, factor que es variable por cuanto depende de la batimetría del fondo del mar y de las condiciones de viento presentes durante la navegación. El límite occidental de la prospección con la embarcación artesanal aseguró una sobreposición con una fracción del muestreo acústico a realizar por el B/I "Abate Molina" en las mismas latitudes.

El sesgo por transecta se determina en base a la información recolectada con la lancha pesquera artesanal. El primer paso consiste en determinar para cada transecta del B/I "Abate Molina" en la zona común con la lancha pesquera y a iguales latitudes, el límite oriental de la prospección, con esta información se divide la prospección de la lancha en dos franjas, la costera y la oceánica.

El sesgo por transecta se determina desde la información recolectada con la lancha pesquera, según:

$$Sesgo = \frac{\overline{S}aTotal - \overline{S}a(^*))}{\overline{S}aTotal}$$

siendo:

 $\overline{SaTotal}$ = Lectura acústica promedio del total de la transecta de la lancha pesquera. $\overline{Sa}(*)$ = Lectura acústica promedio de la lancha pesquera correspondiente a la

fracción de la transecta sobrepuesta a la prospección del B/I "Abate Molina".

Este sesgo se aplica a las transectas del B/I "Abate Molina" como factor corrector de las lecturas acústicas obtenidas en cada fracción de transectas sobrepuestas.

Las semejanzas entre las lecturas acústicas de las fracciones sobrepuestas de las transectas realizadas por el B/I Abate Molina y la lancha pesquera se analizan mediante un análisis de varianza (ANDEVA).



- 2. Objetivo B2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual e ítems alimentarios del stock recluta de anchoveta y sardina común en el área de estudio.
- 2.1 Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta y sardina común en la zona de estudio.

2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua

La totalidad de los lances de pesca a bordo del B/I "Abate Molina", fueron muestreados a fin de determinar la captura total del lance, la composición específica realizándose un muestreo aleatorio simple de las anchovetas y/o sardina común, tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla, así como un análisis biológico de las muestra, recolectándose estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extrayéndose otolitos. En el caso que la sub estratificación sea positiva, permitiendo crear estratos, los datos se tratan como un diseño de muestreo bi-etápico, tomando como unidades de muestra primaria a los lances y unidades secundarias a una sub-muestra de ejemplares del lance.

• Muestreo de proporción

En cada lance se sacaron tres cajas de 25 kg c/u aproximadamente, clasificándose y pesándose por especie, de este modo se determina la proporción de especies presente en el lance.

• Muestreo de longitud

El muestreo de longitud consiste en seleccionar en cada lance 200 ejemplares al azar, aproximadamente 4 kilos, de anchoveta o sardina común o de cada una, si fuera captura mezclada y si el volumen de la muestra lo permite. Cada uno de los ejemplares se mide y



clasifica por categoría de tamaños cada medio centímetro. Medidos con ictiómetro con escala desplazada en 0,25 cm, lo que entrega clases de tamaño de 0,5 cm.

Posteriormente, en cada categoría de tamaño, los ejemplares se clasifican por sexo (hembras, machos e indeterminados), se cuentan y pesan.

• Muestreo biológico y de otolitos

Esta actividad es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar N=200 ejemplares (aproximadamente 4 kilos). Este tamaño de muestra incluso excede el número estándar que se utiliza en el muestreo de peces pelágicos. En cada ejemplar se realizan las siguientes mediciones: longitud total, peso total, peso eviscerado, peso gónada, sexo y estado de madurez. Además se le extraen los otolitos. Todas las medidas se registran en los formularios de muestreo biológico y de otolitos.

• Fijación de las muestras

El material biológico que se considere importante preservar para su análisis en laboratorio en tierra, fué fijado en una solución diluida de 3 l de formalina (formaldehido 37%) en 22 l de agua de mar y 2,5 g de bórax en polvo.

2.1.2 Estructura de tallas

Se post- analizaron, las posibles estratificaciones de las tallas o pesos medios a la talla, de zonas o áreas de características similares mediante pruebas estadísticas chi- cuadrado (Conover, 1981) para probar hipótesis de homogeneidad en distribuciones de tallas, para lo cual se utilizaron las estructuras de tallas y pesos medios específicos provenientes de los lances de pesca a mediagua, agrupados en sub-zonas, determinándose de este modo, las características de las estructuras de longitudes y pesos medios específicos.

2.1.3 Estimador de la composición en talla

Los estimadores son expresados por estrato, en la eventualidad que el post-análisis de los datos indique la existencia de ellos.



Notación

- H : indice de estrato (1,, L)
- K : índice de clase de talla (1,.... K)
- L : índice de lance (1, 2,....)
- T : número de lances en la muestra
- T : número total de lances en el área
- N : muestra de ejemplares en el lance (j= 1,....n)
- X : captura en número de ejemplares en el lance.
- Y : captura en peso en el lance.

$$p_{hk} = \sum_{l=1}^{th} \frac{X_{hl} p_{hkl}}{\sum_{l=1}^{hl} X_{hl}}$$

donde:

$$p_{hkl} = \frac{n_{hkl}}{n_{hl}}$$

a. Estimador de la varianza de P_{hk}

$$\hat{V}(p_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h}\right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2} \left(p_{hlk} - p_{hk}\right)^2 + \frac{1}{t_h} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hl}^2$$

donde:

$$\overline{x}_{h} = \frac{1}{t_{h}} \sum_{l=1}^{t_{h}} X_{hl}$$

$$S_{hl}^{2} = \frac{1}{n_{hl} - 1} p_{hlk} (1 - p_{hlk})$$



donde la captura en número por lance es:

$$X_{hl} = \frac{Y_{hl}}{\overline{w}_{hl}}$$

$$\overline{w}_{hl} = \sum_{j=l}^{n_{hl}} \frac{w_{hlj}}{n_{hl}}$$

2.1.4 Pesos medios a la talla

Notación

La notación es la misma que la presentada en el punto anterior y donde w_j representa el peso de cada ejemplar.

a. Estimador del peso medio a la talla por estrato

$$\overline{w}_{hk} = \sum_{l=l}^{t_h} \frac{X_{hl}}{\sum_{l=l}^{t_{hl}} X_{hl}} \overline{w}_{hkl}$$

donde:

$$\overline{w}_{hkl} = \frac{l}{n_{hlk}} \sum_{j=l}^{n_{hlk}} w_{hkjl}$$

b. Estimador para la Varianza de \Vec{M}_{lk}

$$\hat{V}(\overline{w}_{hk}) = (\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h})\frac{1}{t_h - 1}\sum_{l=l}^{t_{hk}}\frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2}(\overline{w}_{hkl} - \overline{w}_{hl})^2 + \frac{1}{t_{hl}T_{hl}}\sum_{l=l}^{t_h}\frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2}(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}})s_{hkl}^2$$

donde:

$$s_{hkl}^2 = \frac{1}{n_{hl} - 1} \sum_{j=1}^{n_{hl}} (w_{hkl} - \overline{w}_{hk})^2$$

60



2.1.5 Expansión al área total

- a. Composición por talla
- a1. Estimador de la composición por talla

$$p_k = \sum_{h=l}^{L} \frac{X_h}{\sum_{h=l}^{L} X_h} p_{hk}$$

b. Estimador de la varianza P_k

$$\hat{V}(p_k) = \sum_{h=1}^{L} \left(\frac{X_h}{\sum_{h=1}^{L} X_h}\right)^2 \hat{V}(p_{hk})$$

donde X_h representa la captura total en número para el estrato h.

c. Estimación del peso medio por talla para el área de estudio

c.1. Estimador del peso medio por talla

$$\overline{w}_k = \sum_{h=l}^L \frac{X_h}{\sum_{h=l}^L X_h} \overline{w}_{hk}$$

c.2. Estimador de la varianza w_k

$$\hat{V}(\overline{w}_k) = \sum_{h=l}^{L} \left(\frac{X_h}{\sum_{h=l}^{L} X_h} \right)^2 \hat{V}(\overline{w}_{hk})$$

2.1.6 Relación longitud/peso



La estructura de pesos se determina utilizando los pesos a la talla. Para analizar la relación entre la longitud y el peso de la anchoveta y sardina común, se utiliza el análisis de regresión lineal simple linearizado. Este modelo estima los parámetros de las curvas vía mínimos cuadrados ordinarios. Puesto que la variable peso se relaciona con la variable longitud a través de una relación potencial, para ajustar la regresión se utiliza una transformación logaritmica, según el modelo:

$$y = \beta_0 x^{\beta_1}$$

$$\log(y) = \log\beta_0 + \beta_1 \log(x)$$

donde y es el peso de los ejemplares y x corresponde a la longitud de los individuos. β_0 y β_1 son los parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión, que en términos biológicos corresponde al índice o tasa de crecimiento relativo.

Se ajustan los modelos por zona de pesca. Para conocer la significancia de las estimaciones se plantean las siguientes hipótesis, entre zonas de pesca, de la siguiente forma:

Para verificar si existen diferencias significativas entre los modelos ajustados, se realiza un análisis estadístico tendiente a verificar específicamente si existen diferencias entre los coeficientes de regresión estimados. Para esto se utilizará la siguiente expresión:

donde:

$$t=\frac{b_1-b_2}{S_{b_1-b_2}}$$

donde:

$$S_{b_1 \cdot b_2} = \sqrt{\frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_l} + \frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_2}}$$

62



$$(S_{yx}^2)_p = \frac{RSS_1 + RSS_2}{RDF_1 + RDF_2}$$

donde RSS1 y RSS2 corresponden a la suma residual de cuadrados de la regresión 1 y 2 respectivamente; RDF1 y RDF2 corresponden a los grados de libertad residuales de la regresión 1 y 2, respectivamente. La ecuación tiene una distribución t de student con n1 + n2-4 grados de libertad (Zar, 1974).

2.2 Estructura de edad de anchoveta y sardina común

La determinación de la estructura de edad de anchoveta y sardina común se realizó mediante el recuento de anillos de crecimiento que se manifiestan en los otolitos.

2.2.1 Lecturas de otolitos

Corresponde al proceso de determinación de edad de las muestras de otolitos, mediante el análisis de las marcas anuales presentes en estas estructuras y la asignación del grupo de edad al cual pertenecen los ejemplares de acuerdo a la edad determinada, la época de captura y la fecha de cumpleaños arbitrario adoptada, el 1º de enero para anchoveta y el primero de julio para sardina común.

Los otolitos leídos corresponden a una submuestra aleatoria obtenida del total de otolitos recibidos del crucero. El tamaño de la muestra a leer se ha establecido mediante un procedimiento estadístico que considera entre otras, las zonas de estudio, las clases de tallas y los grupos de edad presentes. Esto permite asegurar la representación que debe tener la submuestra analizada de la estructura de la población.

La lectura de los otolitos se realizó empleando un microscopio estereoscópico con aumento de 10X e iluminación incidente para la identificación de los anillos anuales de crecimiento.

La validación de la periodicidad de la formación de anillos fue realizada para sardina común por Aguayo y Soto (1978) y ratificada por Orrego (1993), y para anchoveta por Aguayo (1980).



2.2.2 Elaboración de la clave edad-talla de sardina común y anchoveta

La clave edad-talla es la matriz que representa la distribución por grupo de edad y por clase de talla. La ecuación que representa la elaboración de la clave edad-talla es:

$$P_{L(X)} = \sum n_{L(X)c} / n_{L_c}$$

donde:

- X : grupo de edad
- L : longitud total del pez

 $P_{L(x)}$: probabilidad de edad X de los individuos con longitud L.

n_{L(X)} : número de individuos de edad X con longitud L en la clave edad-talla.

n_{Lc} : número total de individuos de longitud L en la clave edad-talla.

La proporción de peces por edad p_i y su varianza (Southward, 1976) se estiman por

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

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

donde

64

Proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud j (corresponde a la probabilidad "p" para estimar la composición de tallas).

N = Tamaño de la muestra de longitudes.

- n_j = Tamaño de la submuestra de edad en estrato de longitud j.
- q_{ij} = Proporción de n_j peces clasificados en la clase edad i.
- L = Número de estratos de longitud.

2.2.3 Composición en número por grupo de edad



Corresponde a la expanción de la clave edad-talla a la abundancia en número estimada en la evaluación acústica. Así esta composición corresponde a la matriz que representa la distribución de los ejemplares presentes en la abundancia, por grupo de edad y por estrato de tamaño.

Las ecuaciones que representan el proceso son las siguientes:

$$\hat{A}_{ke} = \hat{A}_{k} * \hat{q}_{ke}$$

donde:

 A_k : Abundancia de ejemplares de talla "k".

 q_{ke} : Proporción de ejemplares de talla "k" en la edad "e" en la clave edad-talla

La varianza de la abundancia por clase de talla se estima mediante:

 $\hat{V}\left[\hat{A}_{ke}\right] = \hat{A}_{k}^{2} * \hat{V}\left[\hat{q}_{ke}\right] + \hat{q}_{ke}^{2} * \hat{V}\left[\hat{A}_{ke}^{2}\right] - \hat{V}\left[\hat{A}_{k}\right] * \hat{V}\left[\hat{q}_{ke}\right]$

donde la varianza de la clave edad-talla es estimada por la expresión:

$$\hat{V}[q_{ke}] = \frac{q_{ke}^{*(1-q_{ke})}}{n'_{k} - 1}$$

$$N_{L(X)} = P_{L(X)} * N_{L}$$

$$N_{(X)} = \sum P_{L(X)} * N_{L}$$

donde:

X ; L y PL_(X) : igual que en la ecuación de claves edad-talla.
 N_{L(X)} : número de individuos de una longitud L correspondiente a una determinada edad X



N(X): número de individuos a la edad X.NL: número de individuos a la longitud L.

2.3 Descripción de los estadios de madurez de anchoveta y sardina común

El exámen macroscópico de las gónadas de sardina común y anchoveta permite determinar sus estadios de madurez sexual, clasificándolas según la escala de Einarsson y Flores (1965); mediante la que se pueden distinguir en machos y hembras, seis estados de desarrollo gonádico. Esta escala de maduración sexual, presenta VI estadios de desarrollo de la gónada a diferencia de (Holden y Raitt, 1975) que tiene V estadios y agrupa los estadios IV y V como IV.

Los juveniles de ambas especies presentan las gónadas en un estado de inmadurez virginal a partir del cual se sigue una evolución progresiva que se mantiene hasta que alcanzan la primera madurez sexual. Los adultos muestran ciclos periódicos con las gónadas en diferentes estados, durante el año, y son procesos reversibles que se repiten a través de la vida.

Las gónadas de los ejemplares de sardina común y anchoveta son clasificados de acuerdo a la siguiente escala de madurez:

Estadios de las hembras

I. Inmaduros. Los ovarios son tubulares. Muy delgados, de aspectos brillantes y la coloración es amarillenta pálida. No se observan 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 Se presentan más delgados y anchos, tubulares y más voluminosos y turgentes. La coloración se acentúa más a un tono amarillo anaranjado. Aumenta el desarrollo arterial y 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 túrgidos. Se incrementa el suministro arterial. Son de color naranja intenso. Se observan óvulos grandes, de formas ovalada y de color blanquecino opaco, separados en sus septos ováricos.



IV Hidratado. Han aumentado considerablemente de tamaño ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El diámetros sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado mas intenso; los óvulos son translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en la 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. Han alcanzado su máximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y están en pleno proceso de desove. La 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. Corresponde al post-desove y los ovarios se tornan flácidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vacías. Su color es 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 sé reiniciar un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.


2.4 Indice gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS) se determina según la expresión:

$$IGS = \frac{PO}{PT - PO}100$$

donde:

PO = peso de la gónada (g) PT = peso total del pez (g).

2.5 Proporción sexual

Para estimar la proporción sexual de las anchovetas y sardina común por lances se utiliza la expresión:

$$\hat{P}S = \frac{n_i}{n}$$

donde: n_i corresponde al número de ejemplares (anchovetas o sardinas) hembras y n corresponde al número total de ejemplares presentes en la muestra (anchovetas o sardinas).

2.6 Items alimentarios de anchoveta y sardina común

2.6.1 Obtención de las muestras

Las muestras fueron obtenidas de los lances de pesca a media agua realizados a bordo del B/I "Abate Molina" y que registraran capturas de sardina común y anchoveta. El área de estudio fue dividida en tres sectores: a) norte (34°-36°LS); b) centro (36°- 38°LS); y c) sur (38°- 40°LS).



De cada lance de pesca se obtuvo una muestra aleatoria de 100 ejemplares de sardina común y anchoveta, siendo almacenados a bordo en bolsas plásticas para su inmediata congelación (- 18°C), registrando fecha, hora, número y posición geográfica de cada lance.

a) Selección de una submuestra

Debido a que los cardúmenes de clupeiformes presentan generalmente una condición biológica homogénea (Blaxter y Hunter, 1982), uno de los aspectos que se deben tomar en cuenta es analizar un mayor número de cardúmenes más que un gran número de individuos por cardúmen. De esta manera un lance de pesca se realiza sobre ejemplares de una misma condición biológica, y una muestra aleatoria obtenida de ese lance revelará las características propias de dicho cardumen. En este contexto, y con el objeto de determinar el espectro trófico de sardina común y anchoveta se consideró adecuado analizar la variabilidad entre lances más que la variabilidad al interior de cada lance.

El número de lances obtenidos se considera adecuado, por lo tanto el problema está orientado a la selección de una submuestra de estómagos de cada lance. Debido a que el muestreo se basó en un diseño bi-etápico (Cochran 1980), siendo la primera etapa orientada al número de lances y la segunda al número de individuos por lance, la media y la varianza son estimadas por:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \overline{X}_{i}}{n}$$
, donde $\overline{X}_{i} = \frac{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}}{m}$

у

$$V\hat{A}R(\overline{X}) = (1 - f_1)\frac{S_1^2}{n} + f_1(1 - f_2)\frac{S_2^2}{nm}$$

donde $S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\overline{X}_i - \overline{\overline{X}})^2}{n-1}$ es el componente de varianza entre lances, y



$$S_2^{2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} (X_{ij} - \overline{X}_i)^2}{n(m-1)}$$
 es el componente de varianza intra-lances.

Además, $f_1 = \frac{n}{N}$, donde *N* es el número total de estaciones, y, $f_2 = \frac{m}{M}$ donde *M* es el número total de elementos en cada estación (M=100 la muestra aleatoria intra lances). La ecuación del estimador de varianza permite encontrar los valores óptimos de *n* (número de lances) y *m* (elementos en cada lance) que son de mínima varianza. Sin embargo, considerando que la fracción muestreada es pequeña o despreciable ($f_1 \cong 0$), la ecuación se reduce a:

$$V\hat{A}R(\overline{\overline{X}}) = \frac{S_1^2}{n}$$

Al eliminar el componente de varianza intra lances, la muestra de lances puede ser tratada como una muestra agrupada. En este contexto, y considerando que el análisis del contenido estomacal de los reclutas involucra un gran tiempo de procesamiento y análisis, para los fines de este estudio se consideró apropiado un tamaño de submuestra de 10 individuos por especie, lo que en 40 lances implicaba un total estimado de 400 estómagos totales por especie. Debido a que el objetivo del estudio es determinar el espectro trófico, la variable aleatoria utilizada para determinar el tamaño de submuestra fue el número de ítems presa en los estómagos. El tamaño de la submuestra tiene asociado un error relativo cercano al 20% en relación con el número promedio de ítems presa que puede ser encontrado en un estómago tomado al azar. Cabe señalar que tamaños de submuestra de esta magnitud han sido utilizados por Sturdevant *et al.* (2001) al analizar los hábitos alimentarios de juveniles del año de **Theragra chalcogramma** y **Clupea pallasi** en Prince William Sound, Alaska.



2.6.2 Análisis del contenido estomacal

Los ejemplares fueron fijados enteros y congelados inmediatamente después de ser muestreados abordo, para su posterior análisis en el laboratorio. El análisis del contenido estomacal se realizó en el laboratorio del Instituto de Investigación Pesquera VIII Región (IIP). Los ejemplares capturados fueron medidos en su longitud total (LT) y pesados, removiendo su tracto digestivo para obtener sólo el estómago, obteniendo a la vez su peso total (sensibilidad 0,0001g). Posteriormente, cada estómago fue almacenado en frascos de vidrio ámbar de 5 ml de capacidad, y conservados en una solución de formaldehído tamponada con tetraborato de sodio al 3%, para su posterior análisis.

El análisis consistió en obtener la submuestra de 10 estómagos por lance, luego de cada estómago se registró el peso del contenido estomacal, y se clasificó el grado de "llenado" del estómago según los criterios expuestos en la Tabla 1. Por otra parte, se determinó el estado de digestión del contenido estomacal (Tabla 2, Rojas de Mendiola 1989).

Una vez clasificado los estómagos, se analizó la composición del contenido. Para ello, se procedió a separar (tamizado) la fracción fitoplanctónica de la zooplanctónica, almacenándolas en forma separada. La fracción de fitoplancton se llevó a un volumen constante de 2,5 ml, desde el cual se tomó una alícuota y se procedió a la identificación y cuantificación de las taxa existentes. La cuantificación del fitoplancton se realizó al nivel microscópico utilizando una placa de cuantificación de línea brillante (Neubauer) de 1/100 de profundidad y un volumen de grilla de 0,0025 ml. En el caso del zooplancton se analizó la muestra en su totalidad, identificando el tipo de especie, el número y el peso del grupo de presas. El análisis de la importancia de las presas consistió en la identificación de los ítems alimentarios a nivel genérico. La abundancia de presas en los estómagos fue determinada utilizando la proporción de la frecuencia de aparición de cada presa versus el total del espectro trófico.



- 3. Objetivo B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en éstas áreas durante el crucero de evaluación.
- 3.1 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona de estudio durante el verano del 2002.

3.1.1 Diseño de muestreo

El muestreo de las condiciones oceanográficas se realizó en estaciones oceanográficas dispuestas sobre el "track" hidroacústico. Este diseño involucró la ejecución de 19 transectas con estaciones oceanográficas, dispuestas en forma perpendicular a la línea de costa (transectas impares del "track" hidroacústico), distanciados latitudinalmente por 20 mn.

En el muestreo sistemático para oceanografía, las transectas estuvieron compuestas por un mínimo de 3 y un máximo de 5 estaciones de muestreo, dependiendo de la extensión longitudinal del veril de los 500 m de profundidad, límite longitudinal para cada una de las transectas de muestreo. Dependiendo de la disposición longitudinal del límite oeste de las transectas, las estaciones se situaron a 1, 5, 10, 15, 25 y 30 mn desde la costa (Figura 1). En cada una de las estaciones oceanográficas se obtuvo registros continuos de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia, hasta una profundidad máxima de 500 m ó de 5-10 m sobre el fondo de ecosonda para las estaciones someras. Para el registro vertical de estas variables se utilizó una sonda oceanográfica CTD Neil Brown, Modelo Mark III y un fluorómetro Sea-Tech, conectado a un sistema de muestreo automático tipo roseta General Oceanics, provista de 12 botellas Niskin de 5 I de capacidad cada una.

En cada estación de muestreo se recolectó agua de mar, a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 y 500 m, dependiendo de la profundidad de ecosonda, para cuantificar la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua. Parte de estas muestras de agua de mar se utilizaron para la estimación de la biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) por el método de fluorescencia extractiva (Parsons *et al.*, 1984), con el propósito



de usar esta información como contramuestra para la transformación de las lecturas verticales de fluorescencia.

Durante la navegación, se registró en forma continua (cada 5 minutos) y superficial (*ca.*, 4 m de profundidad) la variabilidad de las variables temperatura, salinidad y fluorescencia utilizando un sistema de muestreo horizontal (Electronic Plankton Counting and Sizing System, EPCS), con el propósito de delimitar de mejor manera estructuras espaciales de interés (*e.g.*, regiones frontales).

La información meteorológica se registró a bordo del buque, con una frecuencia horaria, para las variables altura de olas, dirección y rapidez del viento, temperatura del aire y presión atmosférica. Se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991) (Tabla 3).

3.1.2 Análisis de las muestras y de la información oceanográfica y meteorológica

La salinidad se determinó por medio de un salinómetro de inducción marca BECKMAN RS7C. La concentración de oxígeno disuelto se cuantificó a través del método de Winkler (Parsons *et al.* 1984). La cuantificación de la clorofila-a, se realizó por medio de la técnica de fluorescencia extractiva descrita en Parsons *et al.* (1984), para el método con y sin acidificación.

El cálculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

A partir de la información validada, se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie, y a las profundidades de 25, 50, 100 y 200 m de profundidad. Además, se confeccionó cartas horizontales con los valores de clorofila-a superficial, clorofila-a integrada (entre los 50 y 0 m de profundidad) y profundidad del máximo de clorofila, y de estructuras verticales, *e.g.*, profundidad de la capa de mezcla (PCM, Kara, 2000), la profundidad base y espesor de la termoclina (PBT) y la profundidad de la capa mínima de oxígeno (PMO).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las 19



transectas realizadas y, b) perfiles verticales individuales para cada estación y perfiles promediados entre todas las estaciones que comprendieron cada una de las transectas.

Las masas de agua presentes en la zona de prospección fueron determinadas a través de la confección de diagramas TS.

3.1.3 Análisis de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar

Para el período comprendido en el crucero de prospección, se recepcionó, procesó y analizó imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar (TSM), provenientes del radiómetro de alta resolución (AVHRR) a bordo del satélite NOAA-14 (1,1 x 1,1 km), las cuales fueron corregidas atmosféricamente y posteriormente graficadas y georreferenciadas, obteniendo finalmente los valores de TSM para la región costera y oceánica de Chile centro-sur. Las imágenes fueron recepcionadas en el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región, mediante el equipo Smart Track y procesadas con el programa de procesamiento digital ERDAS Imagine versión 8.0. La disponibilidad de imágenes de TSM fue condicionada por la nubosidad presente en el área de interés, contándose finalmente con un conjunto de 6 imágenes (03, 06, 10, 11, 15 y 20 de enero de 2002) debido a la eliminación de aquellas imágenes cuya cobertura de nubes fue superior a un 30% del total del área de estudio. En esta ocasión, las imágenes de los días 3 y 6 de enero de 2002 se incluyeron con propósitos comparativos, ya que exceden el período del Crucero. Sobre estas imágenes, se realizó un análisis cartográfico, con el propósito de reconocer estructuras espaciales de interés (e.g., focos locales de surgencia costera y filamentos de surgencia). Además, se elaboró una imagen promedio de las 6 disponibles, utilizando un promedio de los pixeles de cada una de las imágenes, considerando sólo aquellos cuyos valores de temperatura son mayores al valor 0 (cero) asignado a las nubes, situación que en un promedio simple no es considerada (modelo en módulo Spatial Modeler, software ERDAS Imagine versión 8.0). Una vez elaborada la imagen promedio, se aplicó un filtro de mediana (5x5) con el propósito de eliminar el ruido y facilitar la interpretación de la imagen resultante.



Con el objeto de evaluar sinópticamente los focos de surgencia costera reconocidos durante el período de muestreo, se calculó la cobertura areal de las isotermas de 10, 11, 12, 13 y 14°C (Letelier, 1998) utilizando como plataforma de trabajo el sistema de información geográfico (SIG) ArcView para PC. Las isotermas citadas han sido identificadas como la expresión espacial superficial de la evolución de eventos de surgencia activa en el sector costero de Chile centro-sur (Arcos *et al.*, 1987; Cáceres & Arcos, 1991; Cáceres, 1992; Arcos *et al.*, 1996) y han sido discutidas y/o utilizadas por Strub *et al.* (1998), Castro *et al.* (1997), Castro *et al.* (2000) y Sobarzo *et al.* (2001) para el período primaveral-estival en la región centro-sur de Chile. Lo anterior también es consistente con información no publicada del Programa Sinóptico de Pesca del IIP, en relación al análisis espacio-temporal de imágenes diarias de TSM de alta resolución, para el período 1997-2001 en Chile centro-sur.

3.2 Distribución espacial de los recursos

La información proveniente del crucero de prospección, procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribución geográfica, utilizando una escala de densidad (t/mn²), determinada por la expresión (**Tabla** 4):

$$I = 75 (2^{(n-1)})$$

donde:

I = intervalo de densidad.

n = representa el nivel de la categoría, siendo $0 < n \le 4$.

La distribución batimétrica de los recursos detectados se presenta en histogramas de frecuencia del número de cardúmenes registrados a la profundidad. La profundidad corresponde al promedio de los valores máximos y mínimos en que se detectó el cardumen.

Los mapas de distribución espacial se confeccionaron realizando una interpolación según el método de la distancia inversa al cuadrado entre las ESDU y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad según las categorías señaladas anteriormente.

3.2.1 Indices de ocupación y abundancia relativa



Con el fin de establecer indicadores del grado de agregación relativo de los reclutas de anchoveta, se utilizan los índices de Densidad y de Ocupación (Castillo *et al.* 1986). El índice de ocupación indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, dando una idea acerca del grado de agregación presentado por la especie en el momento de la prospección. Su cálculo se realiza según:

$$IC = \frac{k}{z} \ 100$$

$$ID = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} Sa_{ij} \hat{C}_b$$

donde:

k	=	número de observaciones acústicas con presencia de recurso	
Z	=	número total de observaciones acústicas en el crucero.	
Sa _{ij}	=	lecturas acústicas en la i-ésima ESDU, según la norma internacional, de	
		la j-ésima transecta	
Cb	=	coeficiente de ecointegración.	
IC	=	índice de ocupación (%)	
ID	=	índice de densidad en t/mn².	



3.3. Análisis de las condiciones oceanográficas asociadas a la distribución espacial de los recursos anchoveta y sardina común.

3.3.1 Procesamiento de la información

Se efectúa un análisis espacial de la distribución y abundancia de los recursos anchoveta y sardina común, obtenidos en la evaluación hidroacústica y de los lances de pesca, respecto a las variables bio-oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y a 11 metros de profundidad y clorofila "a" integrada hasta 30 m, registrados en el crucero de prospección.

Las información de las variables bio-oceanográficas temperatura (°C) y salinidad (psu) superficial proviene del muestreo continuo del EPCS, mientras que la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (ml/l), a 11 metros de profundidad y clorofila "a" integrada (mg/m²), provienen del muestreo mediante Roseta en las estaciones oceanográficas.

La información georreferenciada de cada variable, fue interpolada a toda el área de prospección (8222 mn²), mediante la utilización de módulos del Software Surfer 6.0. Para este fín se utilizó el interpolador Inverso de la distancia, el que crea grillas continuas de datos cuya correlación disminuye al aumentar la distancia entre ellos (abundancia) y el Kriging, que se utiliza para datos muy correlacionados entre sí (bio-oceangráficos).

El análisis espacial fue realizado con el software IDRISI for Windows 2.0 (Eastman, 1995), mediante el cual se generaron los planos de distribución de abundancia de anchoveta y sardina común y de variables bio-oceanográficas en superficie y a 11 m de profundidad.

El mapeo de cada variable y cada plano incluyó la superposición de un vector de costa obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 1^{era} Edición- enero del 2000.

Las imágenes se RECLASificaron en clases de valores asociados a diferentes colores, utilizándose los módulos HISTOGRAM, para determinar la distribución de frecuencia de los



valores de las variables, y RECLASS, para RECLASificar los valores de las celdas de una imagen.

3.3.2 Análisis de la distribución de anchoveta y sardina común y las variables oceanográficas.

El análisis espacial del área de estudio fue realizado en las 5 subzonas para anchoveta y 7 subzonas para sardina común, más la zona del golfo de Arauco en que se dividió la zona de estudio según las estructuras de tallas para cada recurso, obtenidas de los lances de pesca.

Se determinó la asociación entre la distribución de ambos recursos y las variables ambientales en superficie y a 11 metros de profundidad, para el área total y por subzonas, mediante el coeficiente V de Cramer (Larson y Mendenhall, 1983) donde el rango varía entre 0 (indica la no existencia de asociación) y 1 (indica la asociación perfecta).

A fin de estudiar la posible asociación de la distribución y abundancia de los recursos con estructuras oceanográficas locales, se estimó la señal latitudinal de las variables biooceanográficas superficiales, estableciéndose 4 franjas paralelas a la costa entre los siguientes límites: costa a 2 mn; de 2 a 6 mn; de 6 a 10 mn y; de 10 a más mn.

De las imágenes de temperatura y salinidad superficial y de clorofila "a" integrada se determinaron los gradientes longitudinales en el sentido este – oeste utilizándose el módulo FILTER del SIG IDRISI 2.0. Este módulo permite generar una nueva imagen a partir de una imagen original. El filtro utilizado es una matriz de 3x3 del tipo:

0	0	0
0	1	-1
0	0	0

la cual da como resultado que cada píxel de la nueva imagen contenga la diferencia entre dos pixeles adyacentes. El gradiente se obtuvo mediante el cuociente entre la diferencia y la distancia, en pixeles.



Con esta información se generó una base de datos que contiene:zona, latitud y longitud; valores de Sa de reclutas y total; temperatura, salinidad, clorofila "a" integrada y gradientes de estas variables oceanográficas asociadas a la posición.

3.3.3 Análisis histórico de la distribución espacial de anchoveta y sardina común

Se analizó espacio-temporalmente la información de distribución de los recursos anchoveta y sardina común obtenida en los cruceros 9912, 0101 y 0201, con las cuales se generaron los mapas de distribución total de cada uno de los recursos.

A fin de permitir el análisis conjunto de las diferentes imágenes, las escalas espaciales de cada una de ellas fueron estandarizadas mediante el módulo RESAMPLE del SIG. De esta manera se crearon imágenes en rasters de 180 columnas (sentido E-O) y 360 filas (sentido N-S).

A cada uno de los planos de distribución anual se calculó el área de cobertura por intervalo de clases de distribución de densidad.

4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta y sardina común en el área de estudio.

Las agregaciones de sardina común y anchoveta , son caracterizadas mediante descriptores geométricos y espaciales determinados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas con el sistema de ecointegración (Scalabrin, 1991).

En un proceso automático de medición, se define una agregación como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.



Los descriptores que se utilizarán se pueden clasificar en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.* 1996).

Los descriptores morfológicos de las agregaciones a utilizar son: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según el siguiente esquema:



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



 $Se = d_j e$

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

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

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

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

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

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

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

El Indice de altura (Arel) es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:



 $Arel = 100*\frac{(Altura minima + \frac{Altura}{2})}{\Pr{ofundidad del fondo}}$

82

.



.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



VII. RESULTADOS

1. Condiciones hidrográficas en la zona centro-sur durante el verano del año 2002 (Objetivo específico B3)

Desarrollado por el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región

1.1 Batimetría de la zona de estudio

A partir de los datos de profundidad de ecosonda registrados en el BI "Abate Molina" durante el crucero, se graficó la batimetría global de la zona de estudio (Figura 2). La Figura presenta una batimetría regular, con una menor plataforma continental en la región norte del área de prospección, en tanto que, entre los 35° y los 37°S, se describe una plataforma más extensa (Terraza del Itata). El sector de punta Lavapié establece nuevamente una plataforma continental estrecha, observándose a partir de los 38°S y hasta el extremo sur del área de prospección una mayor extensión de la plataforma continental.

1.2 Condiciones atmosféricas

Las variables meteorológicas medidas en este estudio, *i.e.*, temperatura del aire, presión atmosférica, altura y dirección de olas, intensidad y dirección del viento, fueron registradas a bordo del BI "Abate Molina" con una frecuencia horaria. Los resultados son resumidos en la Tabla 3 a la forma de promedios diarios para cada variable.

1.2.1 Temperatura del aire y Presión atmosférica

La temperatura superficial del aire fluctuó en un amplio rango, entre los 11,5 y los 25,1°C (15,45 \pm 2,55°C, n=407); con temperaturas promedio diarias que evidenciaron un patrón similar en toda el área de estudio; no obstante, los valores más altos (> 21°C) estuvieron asociados a la región sur, evaluada entre los días 7 – 11 de enero de 2002. La Figura 3a muestra la variación temporal de los promedios diarios de la temperatura superficial del aire para el período de estudio, notándose un decremento de los valores entre el inicio de la serie y



el 16 de enero, para luego volver a incrementar en los días de evaluación del extremo norte del área de prospección.

La presión atmosférica reveló un rango de variación entre los 1014,0 y los 1030,0 mbar, con un valor promedio de 1019,9 \pm 3,51 mbar (n=407). La Figura 3b muestra el comportamiento temporal de la serie de presión atmosférica registrada durante el crucero, evidenciando valores mayores al inicio de la serie de tiempo, donde destaca un máximo de altas presiones (>1026 mb) entre los días 12 y 13 de enero de 2002. Posteriormente, la serie describe un descenso de la presión atmosférica, el cual se prolongó hasta el final del crucero.

1.2.2 Dinámica de los vientos

La Figura 3c presenta la serie de la velocidad del viento con un valor promedio de $9,75 \pm 7,45$ nudos, fluctuando entre períodos de calma y los 31,6 nudos. Durante el inicio de la serie se evidenció un periodo de calma, donde la rapidez del viento no superó los 10 nudos. Sin embargo, a partir del 11 de enero y prácticamente hasta el final de la serie, se advierte un aumento marcado en la intensidad del viento con valores superiores a 15 nudos, en el sector central y centro-norte del área de estudio. Destaca las mayores intensidades registradas entre los días 11-15 (mayores a 30 nudos).

En las Figuras 3d y 3e se muestra la evolución temporal de la velocidad del viento durante el crucero en las componentes E-W y N-S. Se evidencia la mayor importancia del componente N-S en el área de prospección, con un claro predominio de vientos desde los cuadrantes sur en el período intermedio del crucero, lo que es consistente con el análisis de frecuencia por cuadrantes (rosa de vientos de 16 puntas) que revela casi un 70% de la información vinculada con vientos de los cuadrantes sur (Figura 3f).

Por último, la Figura 4 muestra la evolución espacial de la rapidez y dirección del viento en el área de estudio, evidenciando en el sector sur (38°30' – 40°00'S) vientos menores a 10 nudos provenientes desde el sur, para luego aumentar en intensidad desde el sector de isla Mocha hacia el norte. Los cuadrantes NE, NW, N y W estuvieron escasamente representados durante el Crucero.



1.3 Distribución horizontal de las variables oceanográficas

A continuación se entrega la distribución horizontal de la temperatura (°C), salinidad, densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en los estratos de 5, 25, 50, 100 y 200 m de profundidad y la distribución superficial de la concentración de clorofila-a (mg m⁻³) y su expresión integrada en los primeros 50 m de la columna de agua.

1.3.1 Registros a 5 m de profundidad

Durante el crucero, la temperatura superficial del mar fluctuó entre los 10,1 y los 16,6°C, evidenciando una distribución espacial (estrato de 5 m) caracterizada por la presencia oceánica de aguas cálidas (> 16°C) en la región norte (al norte de los 35°20'S) y una pequeña penetración oceánica entre los 38°00'S y los 38°40'S, frente a la isla Mocha (Figura 5a). Esta situación contrasta con la detección de aguas comparativamente más frías (< 13°C) en la región costera (< 20 mn) vinculada con el desarrollo de eventos de surgencia costera durante el crucero, lo que se expresa en una franja costera situada entre punta Nugurne (35°58'S) y el sur de Lebu (37°20'S) y entre puerto Saavedra (38°40'S) y el límite sur del área de prospección (punta Galera; 40°00'S). Se destaca focos de surgencia asociados a puntas o salientes topográficas en punta Nugurne (35°58'S), punta Tumbes (36°43'S), punta Lavapié (37°08'S), punta Morguilla (37°43'S) y punta Galera (40°00'S). Esta situación hace evidente la presencia de gradientes térmicos laterales (costa-océano) de aproximadamente 2,0°C 20 mn⁻¹ al norte de los 35°20'S y de aproximadamente 1,5°C 20 mn⁻¹ frente a la isla Mocha; en contraste con la detección de leves gradientes latitudinales en el área de prospección (Figura 5a).

Esta descripción superficial es muy consistente con lo reportado por el análisis de imágenes satelitales de alta resolución de temperatura superficial del mar (reportado más adelante), y también por la distribución térmica superficial (ca., 3-4 m) generada a través de los datos registrados por el equipo EPCS (Electronic Plankton Counting and Sizing System).

Por su parte, la salinidad superficial (5 m) presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 33,44 y los 34,49, con un valor promedio de 34,16 \pm 0,255 (n= 87 datos), considerando toda el área de estudio. A diferencia de la distribución superficial de temperatura, la distribución de la salinidad (Figura 5b) no evidenció gradientes laterales de importancia, especialmente en la región norte del área de estudio (al norte de los 37°00'S), siendo más



relevantes en este caso las diferencias latitudinales, con aguas más salinas al norte de los 37°00'S (entre 34,2 y 34,4) y aguas menos salinas en el sector sur del área de estudio (al sur de los 38°00'S) caracterizadas por salinidades entre 33,6 y 34,0.

Aguas superficiales más salinas (>34,3) fueron detectadas en el sector central del área de prospección, entre punta Nugurne (36°00'S) y punta Lavapié (37°20'S), asociadas con temperaturas bajas, evidenciando el efecto de surgencia de aguas subsuperficiales hacia la costa (Figura 5b). La distribución salina en este estrato no evidenció, sino muy levemente, gradientes laterales de distribución asociados a la mezcla con aguas continentales provenientes de principales ríos de la región.

El campo horizontal superficial de densidad en el estrato superficial presentó también un amplio rango de variación, entre los 24,99 σ_t y los 26,46 σ_t , con un valor promedio de 25,71 ± 0,375 σ_t (n= 87 datos). Al igual que lo reseñado para la temperatura y a diferencia de lo reportado para la salinidad, en este caso se evidenció un claro gradiente lateral positivo a la costa en prácticamente toda el área de estudio, siendo las variaciones longitudinales dominantes sobre diferencias latitudinales. En el extremo noroeste dominaron aguas menos densas (<25,1 σ_t), en tanto que en el sector costero, entre los 34°00'S y los 36°00'S, se detecció aguas de mayor densidad (> 25,5 σ_t). Por otra parte, y en consistencia con la detección de aguas frías y salinas, el sector costero (< 15 mn) situado entre punta Nugurne y punta Lavapié, evidenció la presencia de aguas comparativamente más densas (> 26,0 σ_t) por efecto del ascenso de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) hacia la costa (foco de surgencia costera), situación que fue válida también en el extremo austral del área de prospección (frente a Corral, 39°55'S) (Figura 5c).

La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto reveló ausencia de variaciones longitudinales y escasa variación latitudinal, mostrando en general un estrato superficial bien oxigenado con concentraciones centradas en los 5 ml l⁻¹ (Figura 5d). Las mayores concentraciones de oxígeno disuelto (> 7 ml l⁻¹) fueron detectadas en la región sur del área de estudio (al sur de los 38°00'S), en tanto que las concentraciones superficiales más bajas de oxígeno disuelto fueron detectadas en la región central, entre punta Nugurne y punta Lavapié, siendo espacialmente consistente con aguas comparativamente más frías, densas y salinas, corroborando la presencia de un foco de surgencia en este sector. La concentración de oxígeno disuelto superficial, considerando todas las estaciones realizadas, tuvo un rango de 88



variación entre los 0,78 y los 7,68 ml l⁻¹, con un valor promedio de 5,04 \pm 1,304 ml l⁻¹ (n= 87 datos).

Las distribuciones horizontales de la temperatura y salinidad registradas superficialmente (3-4 m) mediante el equipo EPCS a bordo de la embarcación, se presentan en la Figura 6, incorporando una mayor frecuencia de observaciones al interior del área de estudio. En general, el patrón de distribución de estas variables es consistente con lo ya reseñado para el estrato superficial; no obstante, destaca en este caso, el forzamiento sobre la distribución salina costera de la mezcla entre Aguas Subantárticas (ASAA) y aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región, destacando de sur a norte, una dilución costera local vinculada con la desembocadura de los ríos Valdivia (Bahía Corral), Toltén, Imperial, Biobío y Maule, que si bien tienen una influencia vertical local, modulan la distribución costera de la salinidad sobre la plataforma continental en estos sectores.

1.3.2 Registros a 25 m de profundidad

En el estrato de 25 m de profundidad, la temperatura del mar fluctuó entre los $9,5^{\circ}$ C y los 13,9°C, con un valor promedio de $11,4 \pm 0,94^{\circ}$ C. Lo anterior, revela aguas comparativamente más frías que las descritas para la superficie, observándose la presencia de gradientes laterales positivos al océano, pero no la penetración occidental de aguas cálidas (> 16°C). La presencia de aguas frías en la costa se expresa de especial manera en los sectores central (Talcahuano-Punta Lavapié) y sur (Puerto Saavedra - Corral) del área de estudio (Figura 7a), confirmando el ascenso hacia la costa de AESS en estos sectores. Los mayores valores de temperatura en este estrato (> 13°C) fueron detectados en la región NW (entre los 34°00' y los 35°00'S) y, por el contrario los menores valores (<10°C) fueron detectados en la región SE del área de estudio, vinculados con la región costera situada al sur de los 39°00'S.

Por su parte, la distribución de la salinidad a los 25 m de profundidad mostró un patrón similar al descrito para el estrato superficial, no obstante los gradientes laterales se intensifican en toda la región, revelando claramente aguas más salinas en la zona costera (< 20 mn), las que alcanzan valores de salinidad mayores a 34,4 entre punta Nugurne y puerto Lebu y 34,3 en el resto de la región costera del área de estudio. Al sur de los 38°20'S, se observó un gradiente lateral mayor que en la región norte debido a la presencia de aguas menos salinas (< 33,9) en el sector oceánico (> 15 mn) y aguas más salinas (> 34,3) en una estrecha banda costera



situada entre puerto Saavedra y Corral (Figura 7b). En este estrato, los valores de salinidad fluctuaron entre los 33,62 y 34,54 con un valor promedio de $34,25 \pm 0,226$.

Asimismo, el campo horizontal de densidad presentó un rango de variación entre los 25,15 σ_t y los 26,56 σ_t , con un valor promedio de 26,11 ± 0,278 σ_t . La distribución evidenció gradientes laterales más intensos que los reseñados para la superficie. La región oceánica presentó valores menores a 25,7 σ_t y aguas comparativamente más densas en el sector costero, con densidades superiores a 26,1 σ_t al norte de los 36°00'S y, densidades mayores a 26,3 σ_t al sur de los 36°20'S, denotando la presencia de aguas de surgencia en esta región (Figura 7c).

El comportamiento horizontal de la concentración de oxígeno disuelto en este estrato evidencia un claro gradiente lateral (costa-océano) positivo al océano, verificando concentraciones menores a 3 ml l⁻¹ hacia la costa, lo que es particularmente válido para el sector central (entre punta Nugurne y punta Lavapié), donde se verificó valores menores a 2 ml l⁻¹ (Figura 7d).

1.3.3 Registros a 50 m de profundidad

A diferencia de la distribución térmica reseñada para los estratos superficial y de 25 m de profundidad, en el estrato 50 m la distribución horizontal de la temperatura (Figura 8a) reveló un comportamiento homotermo, sin evidenciar gradientes latitudinales ni longitudinales de importancia, quedando este estrato bien caracterizado por las isotermas de 11 y 10,5°C en prácticamente toda el área de estudio.

Por el contrario, la distribución horizontal de salinidad en este estrato (Figura 8b) mostró marcados gradientes laterales, con salinidades mayores a 34,4 asociadas a la región costera del área de estudio. Este gradiente longitudinal se hace más evidente en el sector sur, entre los 38° y los 40° S. Destacan aguas más salinas (> 34,4 psu) en el sector comprendido entre Punta Nugurne y Punta Lavapié.



De manera similar a la distribución de salinidad, el estrato de 50 m presentó un gradiente longitudinal de densidad, estableciendo mayores valores asociados al borde costero lo que se intensifica al sur de los 38°S (Figura 8c).

La distribución de oxígeno disuelto en el estrato de 50 m de profundidad (Figura 8d) se caracterizó por una franja costera (< 10 mn) con bajo contenido de oxígeno (<1 ml l⁻¹), principalmente entre punta Nugurne y punta Lavapié, y al sur de los 38°, denotando áreas locales de surgencia costera. Destaca la presencia de aguas muy oxigenadas en el sector occidental del sector sur, donde se registró concentraciones de oxígeno disuelto superiores a 4 ml l⁻¹.

1.3.4 Registros a 100 y 200 m de profundidad

La distribución de temperatura en estratos más profundos (100 y 200 m) (Figuras 9a y 10a) reveló diferencias latitudinales de 1°C entre los sectores extremos del área de estudio, sin la detección de gradientes laterales a lo largo de toda el área de estudio.

En el estrato de 100 m de profundidad la distribución de la salinidad presentó un comportamiento espacial homogéneo, con aguas comparativamente más salinas al norte de punta Lavapié (37°20'S) bien caracterizadas por la isohalina de 34,5 (Figura 9b). A partir de esta latitud, la salinidad decrece levemente hasta el extremo austral del área prospectada donde se verifican salinidades centradas en los 34,3. Al igual que para el caso de la temperatura, no se verificó gradientes laterales de importancia a lo largo de toda el área de estudio. Este patrón de distribución, fue igualmente válido para el estrato de 200 m de profundidad (Figura 10b), revelando aguas comparativamente más salinas (>34,6) hacia el extremo norte del área de distribución (al norte de Constitución).

El estrato de 100 m de profundidad evidenció una distribución horizontal de densidad con débiles gradientes laterales (costa-océano) positivos a la costa, donde aguas más densas (> 26,5 σ_t) estuvieron vinculadas con la región costera (< 15 mn) situada entre punta Nugurne (36°00'S) y puerto Saavedra (38°45'S) (Figura 9c). A 200 m de profundidad, la densidad del agua de mar no mostró gradientes laterales de importancia, sino una distribución homogénea caracterizada por la isopicna de 26,6 σ_t (Figura 10c).



En el caso de la concentración de oxígeno disuelto, el estrato de 100 m de profundidad evidenció la presencia de aguas pobres en oxígeno (<1 ml I^{-1}) dominando gran parte del área prospectada, entre el extremo norte (34°00'S) y los 38°30'S (Figura 9d), mientras que el extremo austral del área de estudio evidenció concentraciones de oxígeno disuelto comparativamente mayores (> 2 ml I^{-1}). En el estrato de 200 m de profundidad, toda el área de estudio estuvo dominada por aguas con bajo contenido de oxígeno (< 1 ml I^{-1}) (Figura 10d).

1.3.5 Clorofila-a

La distribución horizontal superficial de la biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila-a) evidenció valores que fluctuaron entre los 0,06 y los 7,98 mg m⁻³ (Figura 11a). A excepción de un pequeño núcleo costero (< 15 mn) de mayor concentración (4 mg m⁻³) situado inmediatamente al sur de Topocalma, las mayores concentraciones de clorofila-a estuvieron asociadas al sector central (*i.e.*, Golfo de Arauco) y sur del área de estudio, donde se detectó núcleos de altas concentraciones que alcanzaron valores mayores a 6 mg m⁻³. Destaca el sector delimitado entre los 34°30'S y los 38°00'S (exceptuando el Golfo de Arauco) por la presencia de valores de clorofila-a inferiores a 1 mg m⁻³.

La distribución espacial de la clorofila-a integrada en la columna de agua (entre la superficie y los 50 m de profundidad), reveló un comportamiento relativamente similar al reseñado para la clorofila-a superficial, esto es, la evidencia de mayores valores asociados al golfo de Arauco y al sector sur del área de estudio. Los menores valores fueron estimados en la región norte, entre los 34°00'S y los 36°30'S, exceptuado la presencia de dos núcleos costeros situados al sur de Topocalma y en punta Nugurne con valores superiores a 50 mg m⁻². El golfo de Arauco evidenció un alto valor integrado (>100 mg m⁻²), situación que también fue válida para la región costera del extremo sur del área prospectada (al sur de los 38°30'S), donde se detectó valores integrados superiores a los 120 mg m⁻², evidenciando asimismo un claro gradiente lateral (costa-océano) positivo a la costa en este sector (Figura 11b).

La distribución horizontal de la clorofila-a registrada superficialmente (3-4 m) mediante el equipo EPCS, se presenta en la Figura 11c, incorporando una mayor frecuencia de observaciones de esta variable al interior del área de estudio. En general, el patrón de distribución



de la clorofila-a es consistente con lo ya descrito para el estrato superficial, donde la zona norte se caracterizó por presentar, en general, valores de clorofila-a inferiores a 1,5 mg m⁻³, y donde los valores máximos estuvieron asociados a conspicuos núcleos costeros situados frente a Topocalma (> 4 mg m⁻³) y al sur de Constitución (35°30'S, >3 mg m⁻³). En el sector central, los valores máximos fueron detectados al interior del golfo de Arauco (> 6 mg m⁻³), en tanto que en el sector sur destaca una zona de bajas concentraciones (<1,5 mg m⁻³) entre los 38°00'S y los 39°30'S y un núcleo costero ubicado frente a bahía Corral, el cual presentó las máximas concentraciones de clorofila-a en este sector (> 3 mg m⁻³).

La relación bivariada entre la fluorescencia *in vivo* (u.r.) y la clorofila-a (mg m⁻³) presentó un buen ajuste lineal para los datos, con un coeficiente de determinación igual a 0,81 (Figura 12a). La relación entre la clorofila-a superficial y su expresión integrada en una columna de agua de 50 m de espesor, es presentada en la Figura 12b, mostrando un menor coeficiente de determinación (r^2 = 0,68) que implica, en este caso, la presencia de un número importante de máximos subsuperficiales de clorofila-a en el área de estudio.



1.4 Análisis de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM)

En este Crucero, realizado entre el 7 y el 26 de enero de 2002, se analizó 6 imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM) de alta resolución, intentando incorporar un panorama general de la evolución de estructuras superficiales durante el período de muestreo.

La Figura 13 muestra claramente la distribución espacial de aguas frías en la región costera del área de estudio producto de eventos activos de surgencia, lo cual es consistente con las distribuciones horizontales y verticales (secciones oceanográficas, ver más adelante) de las variables físicas medidas. La presencia de aguas de 11 y 12 °C en una banda costera situada principalmente entre los 35°00'S y el límite austral del área de estudio, a menudo asociadas a puntas o salientes topográficas conspicuas (*e.g.*, punta Topocalma, cabo Carranza, punta Nugurne, punta Lavapié, punta Morguilla, punta Galera), confirman la presencia de focos de surgencia costera en el área de estudio, lo que genera gradientes laterales importantes con la región oceánica (más cálida), lo que se observa también en el análisis de la imagen de TSM promedio (Figura 14) para las 6 imágenes recopiladas durante el período del Crucero.

La variabilidad temporal de la TSM, analizada a través de las imágenes satelitales, también muestra el desarrollo de eventos activos de surgencia, principalmente evidenciados los días 6, 15 y 20 de enero de 2002. Estos períodos alternan con eventos de relajación (10 y 11 de enero de 2002), lo que concuerda con el patrón general de vientos reseñado para el Crucero. De esta manera, el día 3 (previo al Crucero) se observa la presencia de aguas de 14°C en gran parte de la región costera y aguas ligeramente más frías (13°C) en el sector aledaño a cabo Carranza, punta Lavapié y punta Morguilla, salientes topográficas que responden inicialmente al flujo de vientos desde los cuadrantes sur. El día 6 muestra el dominio de aguas frías (< 11°C) en todo el sector costero al sur de los 35°S, evidenciando el desarrollo pleno de un activo proceso de surgencia en la región.

Las imágenes de TSM de los días 10 y 11 de enero muestran la evolución de la fase relajada de la surgencia en gran parte de la región costera prospectada, revelando un predominio de aguas con temperaturas superiores a 13°C. En estas imágenes destaca la penetración de



aguas cálidas (> 16°C) desde el sector oceánico, tanto en la región norte (al norte de los 35°20'S) como hacia el sur del área prospectada (entre los 39°20'S y los 40°00'S). A partir del día 15 y hasta el 20 de enero, la distribución espacial de la TSM muestra un segundo evento activo de surgencia a lo largo del área de estudio (especialmente entre los 35°S y 40°20'S), destacando una franja costera casi continua con aguas frías (<11°C), que se intensifica claramente en salientes topográficas, e g., punta Nugurne, punta Lavapié, punta Morguilla y punta Galera.

En síntesis, durante el período de crucero, la región centro-sur de Chile experimentó el desarrollo de dos eventos activos de surgencia y un evento de relajación, que en relación a las imágenes obtenidas, se verificaron los días 6, 15 y 20 de enero (surgencia activa) y 10-11 de enero (relajación de las surgencia).

Lo reseñado en los párrafos anteriores es confirmado por la evolución temporal de la cobertura areal para las isotermas de 10, 11, 12, 13 y 14°C calculada a partir de las imágenes satelitales (Figura 15). La cobertura espacial de estas isotermas muestra, al inicio del Crucero (6 de enero de 2002) una representación importante de aguas frías (11 °C) con una cobertura areal que sobrepasó los 2.500 km², confirmando un evento activo de surgencia en la región. Por el contrario, las imágenes correspondientes a los días 10 y 11 de enero de 2002, sólo muestra una cobertura areal importante para las isotermas de 13 y 14°C confirmando el período de relajación del evento anterior. Nuevamente, el análisis de la imágen del día 15 de enero de 2002, muestra una cobertura muy significativa para las isotermas de 11 y 12°C (superior a los 5.000 km² y 12.000 km², respectivamente), situación que, se intensifica hacia el día 20 de enero, donde cobra importancia la cobertura areal para la isoterma de 10°C (> 2.000 k m²).



1.5 Distribución vertical de las variables oceanográficas

1.5.1 Secciones oceanográficas

A continuación se presenta la distribución vertical de la temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a, medidas a lo largo de cada una de las transectas realizadas en el crucero.

<u>Transecta 1</u> (Figura 16): La transecta 1, situada en el extremo sur del área de prospección (40°00'S), presentó una plataforma continental relativamente estrecha, que no superó las 10 mn desde la costa. La distribución vertical de la temperatura en el estrato superficial (0-100 m) de esta sección se caracterizó por presentar un claro ascenso de las isotermas de 10 y 11°C hacia la costa, rompiendo en superficie entre la primera y las 5 mn, lo que genera diferencias laterales en esta sección, con aguas frías (<11°C) y bien mezcladas en la costa y, por el contrario, aguas cálidas (>13°C) y un mayor grado de estratificación vertical en el extremo oceánico de la transecta (Figura 16a).

La distribución de la salinidad y la densidad del agua de mar (Figuras 16b y c) presentó también diferencias laterales (costa-océano) en los primeros 100 m de profundidad. Estas diferencias estuvieron definidas principalmente por: a) una región costera (1-10 mn) caracterizada por un claro ascenso de las isohalinas de 34,1 a 34,3 y de las isopicnas de 26,0 σ_t a 26,4 σ_t , lo que generó la presencia de aguas más salinas (> 34,2) y densas (>26,2 σ_t) en este sector, conjuntamente con la presencia de gradientes verticales menores y, b) una regón oceánica (10-20 mn) caracterizada por la presencia de aguas ménos salinas (<33,7) y menos densas (<25,6 σ_t), un mayor grado de estratificación vertical y una capa de mezcla comparativamente mayor.

La distribución térmica y salina descrita en los párrafos anteriores permite establecer claramente la presencia de un foco local de surgencia, asociado muy probablemente a la respuesta de punta Galera al forzamiento del viento local (ver imagen satelital del día 6 de enero de 2002, Figura 13). Lo anterior, se ve sustentado también por la distribución seccional de la concentración de oxígeno disuelto donde se observa el claro ascenso hacia la costa de



la isolínea de 2 ml Γ^1 , que alcanza los 25 m de profundidad en la estación costera (estación 1). El sector occidental de la transecta, en cambio, presentó un estrato superficial bien oxigenado (> 5 ml Γ^1) y una extensa y débil oxiclina que se extendió entre los 50 y 160 m de profundidad (Figura 16d).

De igual manera, la distribución de la clorofila-a en este transecto (Figura 16e) presentó un claro gradiente costa-océano, con un núcleo subsuperficial (10 m) de mayor concentración (>3 mg m⁻³) hacia la región costera, en contraste con las bajas concentraciones de clorofila-a descritas para el extremo oceánico de la transecta, las que no superaron los 1 mg m⁻³.

<u>Transectas 2, 3, 4 y 5</u> (Figuras 17, 18, 19 y 20). Las transectas 2, 3, 4 y 5 se situaron entre los 38°40'S y los 39°40'S, sobre una ancha plataforma continental, lo que implicó que todas las estaciones, a excepción de la más oceánica, no superaran los 100 m de profundidad. En este contexto, estas transectas presentaron un patrón similar de distribución vertical de las variables medidas, con diferencias laterales (costa-océano) en el estrato superficial (0-50 m) de la columna de agua, que se manifestaron en: a) la presencia de aguas más frías (< 11°C), salinas (>34,2 psu) y densas (> 26,0 σ_t) vinculadas al sector costero (< 5 mn) y, aguas comparativamente más cálidas (> 13°C), menos salinas (< 33,7 psu) y menos densas (<25,7 σ_t) en el extremo occidental de las transectas; b) una mayor estratificación vertical en el sector oceánico (entre las 10 y 30 mn) evidenciando una termoclina/picnoclina situada en los primeros 70 m de profundidad y una haloclina más extensa (entre los 0 y 100 m), c) la virtual ausencia de capa de mezcla en el sector costero y un leve incremento hacia el extremo oceánico de las transectas, d) la presencia de AESS estuvo representada sólo en las estaciones oceánicas, situándose en el estrato entre 120 - 350 m, caracterizadas por la presencia de aguas frías (<10 °C), salinas (>34,4 psu), densas (26,6 σ_t) y pobres en oxígeno disuelto (<1,0 ml l⁻¹).

Cabe destacar la dilución costera (< 5 mn) observada en las transectas 3 y 5, la cual estuvo vinculada con la desembocadura de los ríos Toltén e Imperial, generando un fuerte gradiente salino local en relación a al ascenso de aguas más salinas y su intrusión sobre la plataforma continental.

En estas transectas, la distribución vertical de oxígeno disuelto evidenció también un claro ascenso hacia la costa de las isolíneas de concentración de 2 y 3 ml l⁻¹, situándose sobre la plataforma continental, en contraste a la presencia de un estrato superficial (< 30 m) con



concentraciones superiores a 5 ml l⁻¹ hacia el sector oceánico. Este gradiente lateral en la concentración de oxígeno verificó una oxiclina más intensa entre la costa y las 15 mn, la que se debilita y profundiza hacia el sector oceánico.

Por su parte, la concentración de clorofila-a, que considera sólo los primeros 100 m de la columna de agua, presentó valores altos (entre 2 y 7 mg m⁻³) en todas las transectas de este sector, con núcleos importantes dispuestos a nivel subsuperficial sobre la plataforma continental, entre los 10 y los 30 m de profundidad.

<u>Transecta 6</u> (Figura 21). La transecta 6 situada en los 38°20'S (frente a isla Mocha), presentó una plataforma continental extremadamente somera entre la costa y las 10 mn, con una profundidad que no excedió los 25 m. En esta transecta las variables oceanográficas medidas presentaron mayor estratificación térmica que en las transectas anteriores, de disposición muy superficial (0-20 m), la que se verificó a lo largo de todo el transecto y especialmente en el sector oceánico de la transecta debido a la incursión superficial desde el océano de aguas comparativamente más cálidas (> 15°C). Bajo los 30 m de profundidad la distribución térmica fue homogénea.

Por su parte, la distribución vertical de la salinidad en este sector evidenció un sector costero bien mezclado verticalmente, sin gradientes verticales, y una débil y profunda haloclina, situada entre los 60 y 100 m de profundidad, observable sólo en la estación más oceánica (estación 20). En tanto, el campo vertical de densidad evidenció un patrón similar al descrito para la temperatura, esto es, un a estratificación importante en el estrato superficial observable a lo largo de todo el transecto, y la ausencia de aguas con densidades superiores a 26,2 σ_t sobre la somera plataforma continental.

Una situación similar se reporta para la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto, donde se observó una estratificación importante sobre la plataforma pero sin

presentar aguas con bajo contenido de oxígeno y, por el contrario, una débil y extensa oxiclina en las estaciones más oceánicas del transecto (Figura 21d).



La concentración de clorofila-a reveló altas concentraciones (>6 mg m⁻³) sobre la plataforma continental (estación 26), generando un conspicuo núcleo de concentración que se extendió hacia las estaciones aledañas. En contraste, la estación costera reveló valores bajos de clorofila-a que no superaron los 1 mg m⁻³.

<u>Transecta 7</u> (Figura 22). La transecta 7 (38°00'S) presentó un patrón de distribución vertical caracterizado por la presencia de diferencias laterales en el estrato superficial (< 20 m). Se observa aguas más frías (<12°C), más salinas (> 34,3) y más densas (> 26,0 σ_t) sobre la somera plataforma continental, debido al claro ascenso hacia la costa de la isoterma de 11°C, la isohalina de 34,3 y la isopicna de 26,4 σ_t , verificando un foco local de surgencia costera en este sector. El dominio en el estrato de fondo, sobre la plataforma continental, de aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto (<2 ml l⁻¹), corrobora lo expresado anteriormente.

Por su parte, la concentración de clorofila-a presentó un núcleo costero y superficial de concentraciones mayores a 2,5 mg m⁻³, el cual se extiende superficialmente hacia el sector intermedio del transecto, generando un gradiente lateral en relación al bajo valor de biomasa fitoplanctónica registrado en la estación oceánica (< 0,5 mg m⁻³). Los altos valores de clorofila-a reportados para el sector costero de la transecta sólo tuvieron una expresión superficial, ya que bajo los 30 m de profundidad toda la sección presentó valores que no superaron los 0,5 mg m⁻³ (Figura 22e).

<u>Transecta 8</u> (Figura 23). Esta transecta, situada inmediatamente al norte de punta Lebu, presentó una plataforma continental muy estrecha, no superando las 10 mn desde la costa. El patrón de comportamiento vertical de las variables medidas en esta transecta se puede sintetizar en: a) la presencia de gradientes laterales menos marcados en comparación con lo observado en los transectos anteriores; b) una columna de agua bien mezclada verticalmente en el sector costero y la presencia de una débil y extensa picnoclina hacia el extremo occidental de la transecta, c) la presencia de aguas frías (11°C), salinas (34,4) y densas (26,4 σ_t), relacionada con la intrusión de AESS sobre la plataforma continental, d) un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado (>4 ml l⁻¹) y la presencia de aguas pobres en oxígeno disuelto bajo los 100 m de profundidad, y, e) la presencia de bajos valores de clorofila-a en gran parte del transecto (<0,5 mg m⁻³), sin la presencia de núcleos superficiales ni sub-



superficiales todo el sector, destacando valores de 1,5 mg m-3 sólo en el estrato superficial de la estación más oceánica (10 mn).

<u>Transectas 9, 10, 11 y 12</u> (Figuras 24, 25, 26 y 27). Las transectas 9, 10, 11 y 12 estuvieron situadas entre los $37^{\circ}40$ 'S y los $36^{\circ}20$ 'S. El patrón de distribución de las variables medidas en este sector reveló el claro ascenso hacia la costa de la isoterma de 11 °C, las isohalinas de 34,4 (que rompe en superficie) y 34,5, y la isopicna de 24,4 σ_t , todo lo cual revela la presencia de fuerte foco local de surgencia costera. Lo anterior implica la presencia de una columna de agua más homogénea verticalmente, situación que se verifica en todas las transectas sobre la plataforma continental. El desarrollo de eventos de surgencia activa en este sector es corroborado por la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto, donde es clara la incursión de aguas pobres en oxígeno (características de las AESS) sobre la plataforma continental, lo que es particularmente evidente en las transectas 11 (frente a punta Tumbes) y 12 (sobre la terraza del Itata).

Los valores de clorofila-a en estas transectas presentaron en general valores bajos, sin núcleos de altas concentraciones, quedando bien caracterizadas por las isolíneas de 0,5 y 1 mg m⁻³.

<u>Transecta 13</u> (Figura 28). La transecta 19 estuvo situada frente a punta Nugurne, con una muy escasa plataforma continental que no superó las 5 mn desde la costa. En esta transecta se observó la presencia de un gradiente lateral de temperatura, salinidad y densidad, observándose aguas más frías, salinas y densas entre la costa y las 10 mn. Gradientes verticales importantes se expresaron sólo en la estación más oceánicas (estación 64), con una termoclina/picnoclina situada entre los 20-60 m de profundidad. La distribución de la concentración de oxígeno disuelto y la salinidad muestran a las AESS situadas entre los 100 m y los 300 m de profundidad, a lo largo de todo el transecto. Destaca la presencia de un núcleo subsuperficial (10-20 m) de mayores concentraciones de clorofila-a (> 2,0 mg m⁻³) asociado al sector intermedio del transecto (estación 62, 10 mn desde la costa).

<u>Transecta 14</u> (Figura 29). La transecta 14, ubicada a la cuadra de cabo Carranza, tuvo una plataforma continental más amplia en comparación con la transecta anterior, que sobrepasó las 20 mn desde la costa. El patrón de distribución vertical de las variables oceanográficas

100



medidas se caracterizó por la presencia de mayor estratificación térmica y de densidad, con una termoclina/picnoclina que se profundiza levemente hacia las estaciones más oceánicas del transecto. La haloclina fue identificable sólo en las estaciones más oceánicas situándose entre los 60 y 80 m de profundidad, con un leve gradiente lateral positivo hacia el sector costero. La presencia sobre la plataforma continental de las AESS se identificó por la presencia de aguas frías (<11°C), salinas (> 34,4 psu), densas (>26,2 σ_t) y por la detección de concentraciones mínimas de oxígeno (< 1,0 ml l⁻¹) sobre la plataforma continental. La biomasa fitoplanctónica presentó valores bajos, inferiores a 1 mg m⁻³ de clorofila-a. Bajo los 30 m de profundidad los valores de clorofila-a fueron inferiores a 0,5 mg m⁻³ a lo largo de todo el transecto.

<u>Transectas 15 y 16</u> (Figuras 30 y 31). Estas transectas, situadas a la cuadra de Constitución (Transecta 15) e lloca (Transecta 16), mostraron un patrón de distribución similar, caracterizado por: a) un estrato superficial bien estratificado, con una marcada termoclina identificable a lo largo de todo el transecto y un descenso monotónico de esta variable con la profundidad bajo los 40 m, b) una haloclina situada entre los 60 y 110 m de profundidad, identificable sólo en el sector más oceánico del transecto lo que genera un marcado gradiente lateral salino positivo hacia la costa (especialmente en la transecta 15), c) una marcada picnoclina a lo largo de todo el transecto, situada entre la superficie y los 60 metros de profundidad, d) una oxiclina muy desarrollada, observable a lo largo de todo el transecto y la presencia de concentraciones bajas de oxígeno disuelto (< 1 ml Γ^1) sobre la plataforma continental y, e) la presencia de máximos de clorofila-a ubicados en el sector oceánico (20 mn a 20 m de profundidad) y en el sector costero de los transectos (5 mn a 5 m de profundidad) que superaron los 2,5 mg m⁻³ para la transecta 15 y un máximo superficial ubicado a 10 mn en el transecto 16, que superó los 3,0 mg m⁻³.

<u>Transectas 17 y 18</u> (Figuras 32 y 33) Las Transectas 17 y 18 estuvieron caracterizadas por la ausencia de gradientes laterales (costa-océano), presentar una marcada estratificación en los primeros 20 m de profundidad, con una termoclina/picnoclina identificables a lo largo de todo el transecto y una débil y extensa haloclina, la cual se profundiza hacia las estaciones oceánicas (especialmente en la transecta 17). La distribución de la concentración de oxígeno disuelto evidenció una oxiclina bien desarrollada en todo el transecto (especialmente en la transecta



18), con la presencia de aguas pobres en oxígeno (< 1 ml l⁻¹) bajo los 100 m de profundidad. La distribución vertical de la clorofila-a mostró diferencias entre las dos transectas, revelando valores muy bajos en la transecta 17, los que no superaron los 0,5 mg m-3 en toda la sección y, un núcleo costero (1 mn) y superficial (entre 0 y 10 m) con concentraciones mayores a 4 mg m⁻³ vinculada con la transecta 18.

<u>Transecta 19</u> (Figura 34). La Transecta 19 se situó en el extremo norte del área de prospección, presentó gradientes laterales moderados de las variables medidas debido al ascenso de la isoterma de 12°C, las isohalinas de 34,3 y 34,4 y las isopicnas de 26,0 y 26,2 σ_t . Lo anterior implicó la presencia de aguas más frías (< 13°C), salinas (> 34,2 psu) y densas (>25,8 σ_t) hacia el sector costero, que evidenció menor estratificación vertical. La termoclina y picnoclina estuvieron más desarrolladas hacia el sector oceánico, situadas entre los 20 y los 40 m de profundidad. En tanto, la distribución del oxígeno disuelto en esta sección evidenció una extensa y débil oxiclina en el sector oceánico y el ascenso de las isolíneas de concentración de 2,0 y 1,0 ml l⁻¹ hacia la costa. Por su parte, la distribución vertical de la clorofila-a reveló valores bajos, quedando la sección bien caraterizada por la isolínea de concentración de 0,5 mg m⁻³.

Transectas Longitudinales

<u>Transecta costera</u>. La Figura 35 muestra la distribución espacial de las variables medidas en un corte paralelo a la costa, incorporando las siguientes estaciones costeras (de sur a norte) 2, 6, 11, 16, 23, 26, 30, 42, 45, 50, 52, 56, 61, 68, 71, 77, 79, 84 y 85. El campo oceanográfico vertical permite el reconocimiento, en el estrato superficial (0-50 m), de escasa variación térmica, tanto latitudinal como vertical (Figura 36a), donde destaca la presencia en los

primeros 10 m de la columna de agua, de dos conspicuos lentes con temperaturas >15°C localizados en el sector norte (35°20'S) y sur del área de estudio (38°40'S), debido a la incursión de aguas cálidas desde el océano. Al sur de los 39°S y bajo los 20 m de profundidad, se observa la presencia de aguas con temperaturas menores a 10°C.

La sección longitudinal de salinidad (Figura 35b) presentó, a diferencia de lo reportado para la temperatura, un claro gradiente latitudinal dividiendo el área de estudio en tres sectores; uno



situado al norte de los 36°S, otro entre los 36° - 38°S y un tercer sector localizado desde los 38°S hacia el extremo sur del área de prospección. El extremo norte del área de estudio se caracterizó por presentar salinidades centradas en los 34, 3 y 34, 4 ; el sector central del área de estudio estuvo dominado por la isohalina de 34,4 y se observó la presencia de aguas con salinidades superiores a 34,5 entre los 36°00'S y los 37°00'S, revelando un importante foco de surgencia de AESS en este sector costero. En tanto, al sur de los 38°S, se observa la ausencia de AESS en el estrato de fondo y la presencia de procesos de mezcla entre las ASAA y aguas continentales provenientes de los principales ríos locales. Por su parte, la distribución de la densidad (Figura 35c) estuvo fuertemente modulada por la temperatura, con la presencia de dos lentes en el estrato superficial de aguas con densidades < 25,4 σ_t ubicados en el sector norte (35°20'S) y sur del área de prospección (38°40'S) y la presencia de AESS caracterizada en este caso por el dominio de la isopicna de 26,4 σ_t en el sector central del área de área de estudio.

La distribución longitudinal costera de oxígeno disuelto (Figura 35d) mostró un estrato superficial bien oxigenado (> 5 ml l) al norte de los 36°S y al sur de los 38°S, la zona central por su parte evidenció concentraciones superficiales de oxígeno cercanas a los 4 ml l⁻¹ y la presencia de aguas pobres en oxígeno disuelto, características de las AESS, bajo los 50 m de profundidad en el sector central del área de estudio, confirmando a esta región como un área de surgencia costera.

La distribución longitudinal de la clorofila-a mostró variaciones longitudinales muy importantes en el sector costero, revelando un pequeño núcleo superficial de concentraciones superiores a los 3,0 mg m⁻³ asociado a la región costera frente a Topocalma y, otro núcleo subsuperficial

ubicado a 16 m de profundidad y con concentraciones superiores a los 8,0 mg m⁻³ situado al sur de los 38°S. Bajo los 25-30 m de profundidad las concentraciones de clorofila-a fueron menores a 0,5 mg m⁻³ a lo largo de todo el transecto (Figura 35e).

<u>Transecta oceánica</u>. La Figura 36 presenta la distribución espacial de las variables medidas en un corte paralelo a la costa, incorporando las estaciones más oceánicas de cada uno de los transectos realizados, esto es, las estaciones 4, 9, 10, 19, 20, 28, 32, 44, 47, 48, 54, 58, 64, 65, 74, 75, 81, 82 y 87. La distribución latitudinal de la temperatura reveló, para el estrato



superficial (0-50 m) un leve gradiente térmico, con aguas más frías (< 14°C), menor estratificación (termoclina débil situada entre los 10 y 40 m) al sur de los 38°S, y aguas comparativamente más cálidas (> 14°C), mayor estratificación vertical (termoclina más intensa) al norte de los 36°20'S, y el predominio de aguas frías (< 13°C) en el sector central (entre los 37° y los 38°S). A nivel subsuperficial, es claro el ascenso hacia el sur de la isoterma de 10°C, desde aproximadamente los 200 m en la región norte, a los 140 m en el extremo sur.; en tanto que, bajo los 300 m de profundidad todo el transecto presentó un descenso a una tasa relativamente constante de la temperatura con la profundidad, hasta alcanzar valores menores a 7°C hacia la máxima profundidad de muestreo (Figura 36a).

La salinidad (Figura 36b), al igual que lo reseñado para la temperatura, evidenció un patrón de distribución superficial donde se distinguen tres zonas. Al norte de los 36°40'S se evidencian aguas bien caracterizadas por las isohalinas de 34,3 con un menor grado de estratificación vertical, una zona central con salinidades superiores a 34,4 (sector central) y un sector sur con una marcada haloclina y salinidades menores a 34,0. Entre los 100 y los 300 m de profundidad y hasta los 39°S, se observa el dominio de las AESS, con salinidades superiores a 34,5.

La densidad del agua de mar (Figura 36c), reveló al norte de los 36°S y al sur de los 38°S la presencia de aguas menos densas (< 25,6 σ_t), con una picnoclina bien delimitada ubicada entre los 5 y los 40 m de profundidad. Entre los 36° y los 38°S se aprecia valores de densidad superficial mayores, que superaron los 25,8 σ_t , con una capa de mezcla que alcanza un máximo de 40 m, sin la presencia de gradientes verticales de importancia. Bajo los 100 m de

profundidad no se detectaron variaciones clinales en esta variable, incrementando a una tasa aproximadamente constante con la profundidad, alcanzando los mayores valores (26,8 σ_t) bajo los 380 metros.

La distribución longitudinal oceánica de la concentración de oxígeno disuelto (Figura 36d) muestra un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado (> 4 ml l^{-1}) sin la presencia de gradientes latitudinales importantes, con una débil oxiclina que se profundiza hacia el sector sur del área de estudio. La distribución subsuperficial de las AESS, caracterizadas por concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 ml l^{-1} , es consistente espacialmente con lo


ya reportado, presentando un espesor de 260 m en la región norte para ir estrechándose a menos de 180 m a los 39°S. Bajo los 460 m de profundidad la concentración de oxígeno disuelto se incrementa a lo largo de todo el transecto, detectándose valores mayores a 2 ml l⁻¹, revelando la incipiente presencia de las Aguas Intermedias Antárticas (AIA) en este estrato de profundidad.

La distribución latitudinal oceánica de la clorofila-a (Figura 36e) mostró diferencias latitudinales en el estrato superficial (< 40 m), verificándose un sector norte (al norte de los 36°40'S) bien caracterizado por concentraciones cercanas a 1,0 mg m⁻³, sin la presencia de marcados máximos de clorofila superficiales o subsuperficiales; valores bajos (< 0,5 mg m⁻³) en el sector central y, mayores concentraciones de clorofila-a al sur de los 36°40'S con un máximo subsuperficial de concentraciones mayores a 2,5 mg m⁻³ en los 39°S. Bajo los 50 m de profundidad la concentración de clorofila-a mostró valores menores a 0,5 mg m⁻³ en todo el transecto.

1.5.2 Perfiles verticales

La distribución vertical de las variables ambientales medidas en el área de estudio es presentada a la forma de: a) perfiles verticales individuales por estación de muestreo, agrupando las estaciones insertas en las regiones sur (38°-40°S), centro (36°-38°S) y norte (34°-36°S) y, b) perfiles verticales promedio para cada una de las 19 transectas realizadas durante la prospección.

a) Perfiles verticales individuales

• **Sector sur** (38°-40°S)

La Figura 37 presenta los perfiles verticales de temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a, para cada una de las 28 estaciones de muestreo realizadas en el sector sur del área de estudio, situado entre los 38°00'S y los 40°00'S. Los perfiles verticales de temperatura en esta región evidenciaron un amplio rango de variación superficial (entre los 11 y los 16,1°C), corroborando la presencia de gradientes laterales positivos al océano, así como la penetración oceánica de aguas comparativamente más cálidas reseñadas en el análisis de distribuciones horizontales y en la descripción de la TSM satelital. Los máximos gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre los - 0,61°C



10 m⁻¹ y los –4,15°C 10 m⁻¹. Se destaca la presencia de termoclinas bien desarrolladas en gran parte de las estaciones de muestreo para este sector, situándose verticalmente entre los 7 y 89 m de profundidad. En el estrato de 80 y 150 m (sector oceánico de las transectas) se registró una zona de inversiones verticales de temperatura. Bajo los 200 m de profundidad, la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante con la profundidad registrando un valor cercano a los 6°C en el estrato de 500 m (estaciones oceánicas).

La distribución vertical de la salinidad en este sector reveló: a) la presencia de una extensa haloclina situada entre la superficie y los 90 m de profundidad, b) un máximo salino (salinidades mayores a 34,5) situado entre los 120 y 220 m de profundidad, caracterizando la presencia de las AESS en este estrato, c) un leve decremento de la salinidad con la profundidad a partir de los 260 m y hacia la máxima profundidad de muestreo, evidenciando la presencia incipiente de AIA con valores inferiores a los 34,3 de salinidad y, d) la existencia de gradientes verticales máximos de salinidad que fluctuaron entre los 0,13 y 1,24 10 m⁻¹, los que se situaron entre la superficie y los 90 m de profundidad.

Por su parte, la densidad del agua de mar en este sector reveló: a) una picnoclina bien desarrollada en los primeros 50 m de profundidad, b) una capa de mezcla que fluctuó entre los 4 y los 28 m de profundidad, con un valor promedio de 12,9 \pm 6,35 m, c) la existencia de máximos gradientes verticales que fluctuaron entre los 0,21 y los 1,32 σ_t 10 m⁻¹, situados verticalmente entre la superficie y los 25 m de profundidad y, d) el incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad a partir de los 180 m, registrando un valor cercano a los 26,9 σ_t en el estrato de 500 m (estaciones oceánicas).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto en el sector sur, evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado (> 5 ml l⁻¹) en todas las estaciones de muestreo y una oxiclina bien desarrollada con una alta variabilidad en su disposición vertical, producto de un ascenso de aguas menos oxigenadas hacia el sector costero. Aguas con baja concentración de oxígeno disuelto (< 1 ml l⁻¹) fueron detectadas en el 46,4% de las estaciones, situadas verticalmente entre los 25 y 300 m de profundidad, caracterizando la presencia de AESS en este estrato. El incremento progresivo de la concentración de oxígeno disuelto bajo los 300 m, hasta registrar valores cercanos a 3 ml l⁻¹ en la máxima profundidad de muestreo, reveló la presencia de AIA en este estrato de profundidad.



En el sector sur del área de estudio la concentración de clorofila-a evidenció las mayores concentraciones registradas en el Crucero (>8 mg m⁻³), con la presencia de máximos subsuperficiales (bajo los 5 m de profundidad) en un 56,8% de estaciones de muestreo realizadas en este sector. En general, bajo los 60 m de profundidad, la concentración de clorofila-a no superó los 1 mg m⁻³.

• Sector centro (36°-38°S)

Los perfiles verticales de temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a, graficados para cada una de las 23 estaciones de muestreo evaluadas en el sector central del área de estudio (entre los 36°00'S y los 38°00'S) se presentan en la Figura 38. En este sector, evaluado entre los días 13 y 20 de enero de 2002, los perfiles verticales de temperatura evidenciaron un menor rango de variación en el estrato superficial en comparación con lo observado en el sector sur, debido a la influencia de aguas frías en la región costera de surgencia y a la ausencia de penetración oceánica de aguas comparativamente más cálidas. No obstante, se verificó el desarrollo de importantes termoclinas en prácticamente todas las estaciones de muestreo, siendo consistente con los

gradientes verticales máximos de temperatura calculados para las estaciones dispuestas en este sector, los que fluctuaron entre los -0,23 y los $-3,05^{\circ}$ C 10 m⁻¹.

La distribución vertical de la salinidad en este sector reveló la presencia de haloclinas menos desarrolladas y más extensas (0-100 m) en comparación con lo reportado para el sector sur. Los gradientes verticales máximos de salinidad fluctuaron entre los 0,024 10 m⁻¹ y los 0,335 10 m⁻¹ (0,14 \pm 0,075 10 m⁻¹) y se situaron entre la superficie y los 63 m de profundidad, siendo significativamente menores que los descritos para el sector sur. El estrato de mayor salinidad (máximo salino subsuperficial) caracterizado por salinidades superiores a 34,5 se encontró situado entre los 180 y los 270 m de profundidad, corroborando la presencia de AESS en este estrato. Al igual que lo reseñado para el sector sur, bajo los 300 m de profundidad se describe un leve decremento de la salinidad con la profundidad, alcanzando valores menores a 34,3 en



la máxima profundidad de muestreo, caracterizando la incipiente presencia de AIA en este estrato.

Por su parte, la densidad del agua de mar en este sector reveló una picnoclina bien desarrollada en los primeros 50 m de profundidad, con máximos gradientes verticales de densidad que fluctuaron entre los 0,07 σ_t 10 m⁻¹ y los 0,60 σ_t 10 m⁻¹ (0,32 ± 0,161 σ_t 10 m⁻¹) situados verticalmente entre la superficie y los 55 m de profundidad, gradientes que fueron significativamente menores a los descritos para el sector sur. La capa de mezcla fue mayor que la descrita para el sector sur, fluctuando entre los 5 y los 69 m de profundidad, con un valor promedio de 19,6 ± 16,8 m. Los perfiles muestran también el incremento relativamente constante de la densidad con la profundidad a partir de los *ca.*, 200 m, registrando un valor cercano a los 26,9 σ_t en el estrato de 500 m (estaciones oceánicas).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado (entre 3,6 y 6,8 ml l⁻¹), al considerar todas las estaciones de muestreo, y una oxiclina igualmente pronunciada a la reseñada para el sector sur, con gran variabilidad en la disposición vertical de la base de la oxiclina, que fluctuó entre los 25 y los 340 m de profundidad, debido a su profundización en las estaciones oceánicas y al ascenso hacia los estratos superficiales, de aguas pobres en oxígeno en las estaciones costeras de este sector.

En general, aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (<1 ml l^{-1}) fueron detectadas en la gran mayoría de las estaciones de muestreo de este sector (entre los 20 y 340 m de profundidad), caracterizando la presencia de AESS en este estrato. Sólo en estaciones más profundas (estaciones oceánicas) se evidenció la presencia de AIA caracterizadas por concentraciones mayores de oxígeno disuelto (> 2,5 ml l^{-1}) bajo los 450 m de profundidad.

La distribución vertical de la clorofila-a evidenció concentraciones significativamente menores a las reportadas para el sector sur, tanto en su magnitud, las que en este caso superan escasamente los 3,0 mg m⁻³, como en el menor número de máximos subsuperficales de biomasa fitoplanctónica, los que se situaron en este caso entre los 5 y 25 m de profundidad. Bajo los 50 m de profundidad, la mayor parte de las estaciones de muestreo reveló concentraciones de clorofila-a menores a 0,5 mg m⁻³.



• Sector norte (34°-36°S)

La Figura 39 presenta los perfiles verticales de temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a, graficados para cada una de las 28 estaciones de muestreo realizadas en el sector norte del área de estudio, sector que fue evaluado entre los días 21 y 26 de enero de 2002. Los perfiles verticales de temperatura evidenciaron un mayor rango térmico superficial en relación que al sector central del área de estudio, situación explicada por la penetración desde el océano de aguas más cálidas (>16°C), lo que es consistente con el análisis horizontal de temperatura realizado en capítulos anteriores. En este sector, todas las estaciones de muestreo presentaron termoclinas bien desarrolladas, situadas en los primeros 50 m de la columna de agua. Los máximos gradientes verticales de temperatura calculados para las estaciones dispuestas en este sector fueron superiores (en su límite inferior) a los reportados para las regiones central y sur del área de estudio, fluctuando entre los $-1,03^{\circ}$ C 10 m⁻¹ y los $-3,77^{\circ}$ C 10 m⁻¹. Bajo los 180 m de profundidad, la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante con la profundidad registrando un valor inferior a los 7°C en el estrato de 500 m (estaciones oceánicas).

La distribución vertical de la salinidad reveló la presencia de gradientes verticales muy débiles, menos desarrollados en comparación con los descritos para los sectores sur y centro. Los gradientes verticales máximos de salinidad en este sector fueron mayores (en su límite inferior) a los descritos para el sector central del área de estudio, fluctuando entre los $0,08 \ 10 \ m^{-1} \ y \ los 0,36 \ 10 \ m^{-1} \ (0,18 \pm 0,080 \ 10 \ m^{-1}), situándose verticalmente entre los 4 y los 100 m de profundidad. El máximo salino subsuperficial (> 34,5), se situó entre los 150 y los 280 m de profundidad, corroborando la presencia de AESS en este estrato. Bajo los 300 m de profundidad se describe un leve decremento de la salinidad con la profundidad, alcanzando valores menores a 34,3 en la máxima profundidad de muestreo, caracterizando la incipiente presencia de AIA en este estrato.$

La densidad del agua de mar en este sector reveló una picnoclina bien desarrollada en los primeros 60 m de profundidad, con máximos verticales de densidad que fluctuaron entre los 0,18 σ_t 10 m⁻¹ y los 0,86 σ_t 10 m⁻¹ (0,49 ± 0,171 σ_t 10 m⁻¹) situados muy superficialmente (1-15 m). Estos gradientes fueron significativamente superiores a los descritos para el sector central del área de estudio. La capa de mezcla fue mucho menor que la descrita para el sector



central y similar que la reseñada para el sector sur, fluctuando entre los 5 y los 25 m de profundidad, con un valor promedio de 11,0 \pm 4,9 m,. Los perfiles muestran también el incremento relativamente constante de la densidad con la profundidad a partir de los *ca.*, 150 m, registrando un valor cercano a los 26,9 σ_t en el estrato de 500 m (estaciones oceánicas).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado (entre 4 y 7 ml Γ^1) en gran parte de las estaciones de muestreo y una oxiclina cuya disposición vertical osciló entre los 5 y los 100 m. Aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto (<1 ml Γ^1) fueron detectadas entre los 100 y 220 m de profundidad, no detectándose en las estaciones más someras (como fue descrito en el sector central del área de estudio), corroborando la ausencia de focos de surgencia costera en gran parte del sector norte. La presencia de AESS (concentraciones mínimas de oxígeno disuelto, <1 ml Γ^1) y de AIA (valores de oxígeno mayores a 2-3 ml Γ^1), fueron detectadas en estratos similares a los descritos para el sector central.

La distribución vertical de la clorofila-a evidenció concentraciones similares a las descritas para el sector central del área de estudio, alcanzando sólo en algunas estaciones de muestreo concentraciones mayores a 4 mg m⁻³. Bajo los 50 m de profundidad, la mayor parte de las estaciones de muestreo reveló concentraciones de clorofila-a menores a 0,5 mg m⁻³. La presencia de máximos subsuperficiales (bajo los 5 m de profundidad) se detectó en un 21,3% de las estaciones de muestreo.

b) Perfiles verticales promedio

Las Figuras 40 a 44 presentan los perfiles verticales promedio para todas las variables oceanográficas medidas en este estudio. Los perfiles verticales (más su desviación estándar) fueron graficados como el promedio de la variable medida en las estaciones de cada una de las transectas realizadas, dando cuenta de la variabilidad longitudinal en cada transecta.

Para el estrato situado entre los 0 y los 100 m de profundidad, estrato en el que se enmarca la mayoría de las estaciones de muestreo, la distribución vertical promedio de la temperatura



(Figura 40) evidenció tres regiones diferenciables, esto es: a) un sector situado al sur de los 38°00'S (transectas 1 a la 7), caracterizado por una expresión moderada de la termoclina, situada entre la superficie los 50 m de profundidad en la mayoría de los casos, máximos gradientes verticales de temperatura con un valor promedio de -0,21 \pm 1,08 °C 10 m⁻¹, y la detección de inversiones verticales de temperatura entre los 70 y 100 m de profundidad (e.g., transectas 4 y 6), b) una región central, situada entre las transectas 8 y 11 (ambas inclusive) abarcando el sector delimitado por los 37º20'S (Puerto Lebu) y los 36º30'S (Punta Tumbes), que se caracterizó por presentar termoclinas débilmente desarrolladas o ausentes, situadas mucho más someramente en comparación con el sector sur (entre la superficie y los 30 m de profundidad), gradientes verticales máximos de temperaturas menores que los reseñados para el sector sur y, c) la región situada al norte de los 36°20'S, comprendiendo de las transectas 12 a la 19, caracterizada por la presencia de termoclinas comparativamente más desarrolladas, ausencia de inversiones térmicas, y máximos gradientes verticales que fueron superiores a la región central. En el sector sur y norte del área de estudio, se incrementa la variabilidad entre las estaciones del transecto, principalmente en el estrato entre los 0 y los 50 m de profundidad, situación que no se observó en el sector central del área de estudio. Bajo los 100 m de profundidad, los perfiles promedio de temperatura presentaron un patrón de distribución similar, disminuyendo a una tasa relativamente constante con la profundidad.

En el estrato superficial (0-100 m), la distribución vertical de la salinidad y de la densidad, resumida como perfiles promedio por transecto (Figuras 41 y 42), evidenció una mayor variabilidad longitudinal (costa-océano), mayor profundización de la capa de mezcla y mayores gradientes verticales al sur de los 38°40'S, en comparación con las transectas evaluadas en el sector central del área de estudio. Todas las transectas (en sus estaciones oceánicas) presentaron un decremento leve de la salinidad a partir de los 250-300 m de profundidad, situación especialmente válida al norte de los 36°20'S.

Por su parte, la distribución promedio de oxígeno disuelto, evidenció gradientes verticales identificables en la mayoría de las transectas realizadas (Figura 43). La presencia y extensión de la oxiclina, asociada con la distribución latitudinal de las AESS presentó diferencias latitudinales en los perfiles promedio, vinculadas con el espesor de las AESS y la verificación de focos locales de surgencia, que se refleja en el incremento superficial de la variabilidad



entre estaciones componentes de un mismo transecto. Bajo los 350-400 m se detectó un progresivo incremento de la concentración promedio de oxígeno disuelto lo que se asocia a la presencia incipiente de las AIA a esa profundidad.

La distribución vertical promedio de la biomasa fitoplanctónica, estimada como clorofila-a (Figura 44) presentó, en general, máximos subsuperficiales de mayor importancia al sur de los 38°20'S, contrastando con los perfiles promedio calculados para el sector central, donde se observó una muy baja variabilidad entre las estaciones de muestreo y ausencia de máximos superficiales y subsuperficiales de concentración. En general, bajo los 60 m de profundidad, toda el área prospectada presentó bajos valores que clorofila-a que no superaron los 0,5 mg m⁻³.



1.6 Profundidad de la capa de mezcla y profundidad base y espesor de la termoclina

Las distribuciones horizontales de las estructuras hidrográficas, *i.e.*, profundidad de la capa de mezcla (PCM), profundidad base de la termoclina (PBT), temperatura base de la termoclina (TBT) y espesor de la termoclina (ET) se presentan en la Figura 45. La PCM fue muy somera en toda el área de estudio, presentando un rango de variación entre 4 y 69 m, con un valor promedio de 14,6 \pm 11,3 m. El 66% de las estaciones presentó una capa de mezcla de entre 10 y 11 m de profundidad (Figura 45a). Esto es confirmado por la carta de distribución horizontal para esta estructura hidrográfica, donde la PCM no superó los 20 m de profundidad, a excepción de las transectas 8 y 9 (al sur de Punta Lavapié), donde se registró las profundidades mayores de toda el área de estudio (40 m de profundidad).

La PBT se ubicó entre las profundidades de 7 y 89 m, estableciendo un promedio de 40,6 \pm 19 m, donde el 55% de las estaciones presentó una PBT entre 20 y 50 m de profundidad. La distribución horizontal de esta estructura mostró un marcado gradiente longitudinal (costaocéano), positivo hacia el océano, a lo largo de toda el área de estudio. Este gradiente se manifestó en la profundización de la PBT desde aproximadamente los 30 m (región costera) hasta profundidades superiores a los 40-50 m (región oceánica), situación que se acentuó en el sector al sur de los 38°S (60-70 m). Las menores PBT (< 30 m) estuvieron asociadas al interior del golfo de Arauco y a la región más austral, cercanas a la bahía de Corral.

La TBT presentó un estrecho rango de variación (9,1 a 11,8°C), quedando bien carcaterizada por la isoterma de 11°C para la mayor parte del área de estudio. Esto es concordante con lo reportado en el análisis distribución horizontal, caracterizada por la isoterma de 11°C desde el extremo norte (34°00'S) hasta puerto Lebu (37°40'S), excepción hecha sólo por las estaciones al interior del golfo de Arauco (<10,5°C). Al sur de los 38°00'S, existió un leve gradiente costa océano, donde la TBT en las estaciones costeras fue levemente mayor (11°C) que las estaciones más oceánicas (10°C).



Por su parte, el espesor de la termoclina osciló entre los 5 y 62 m, con un espesor promedio de 28,0 \pm 16,7 m. La distribución horizontal de esta estructura hidrográfica evidenció un marcado gradiente lateral (costa-océano), con termoclinas más estrechas (10-20 m de espesor) asociadas a las estaciones costeras y más amplias (30-40 m) en las más oceánicas. Este gradiente se intensificó en las estaciones de la región austral (al sur de los 38°00'S), donde las estaciones oceánicas presentaron valores de espesor de la termoclina mayores a 50 m. Los menores valores de ET (<10 m) se registraron al interior del golfo de Arauco y en las transectas T8 y T9 (37°20' y 37°40'S).

En síntesis, la termoclina estuvo caracterizada por un valor de 11°C en prácticamente toda el área, presentando diferencias longitudinales tanto en su ubicación en la columna de agua como en su espesor, siendo más somera y estrecha en las estaciones costeras y más amplia y profunda en las estaciones oceánicas.

La distribución espacial de la PCM presentó un rango de valores similar a lo reportado para cruceros anteriores en la región costera del centro-sur de Chile y el período estival. Esto es, el rango entre los 15-20 m de espesor de la PCM y el gradiente lateral positivo al océano, reportado por Núñez *et al.* (1996) para diciembre de 1995 y el rango entre 0-25 m de profundidad descrito por Núñez *et al.* (2000, 2001), fueron similares al comportamiento de la distribución espacial descrito para el presente crucero; no obstante, en diciembre de 1999 hubo una virtual ausencia de PCM hacia el sur de los 38°S.

Por otra parte, la PBT descrita en este trabajo, si bien presentó un claro gradiente longitudinal (positivo al océano) coincidente con lo descrito por Núñez *et al.* (1996) para diciembre de 1995, presentó magnitudes diferentes. Así, los valores descritos para este Crucero (40,6 \pm 19,0 m) fueron similares a los registrados durante enero 2001 (Núñez *et al.* 2001), pero mayores a lo descrito para diciembre de 1995, cuyos valores fluctuaron entre los 10-40 metros. Por el contrario, estos valores fueron menores a lo reportado para la PBT en diciembre de 1999 (Núñez *et al.*, 2000).



1.7 Profundidad del mínimo de oxígeno y profundidad del máximo de clorofila-a

Las distribuciones horizontales de la profundidad mínima de oxígeno disuelto (PMO) y de la profundidad de la máxima concentración de clorofila (PMChlo-a) se presentan en la Figura 46. La PMO presentó gran variabilidad en su distribución vertical (entre 20 y 176 m), ubicándose en promedio a una profundidad de 72,2 \pm 40,5 m. De igual manera, la carta de distribución horizontal presentó un claro gradiente lateral, con valores menores (<60 m) asociados a la región costera y valores mayores a 100 m en el sector oceánico, diferencia que se hace mucho más evidente al sur de los 38°20'S debido a la mayor profundización de la PMO en el sector oceánico, que superó los 140 m de profundidad. Esta variación costa-océano es consistente con la presencia de focos locales de surgencia costera a lo largo de la costa en el área de estudio e identificados anteriormente en el análisis de la distribución horizontal de las variables hidrográficas y a través de la interpretación de imágenes satelitales, destacando los sectores costeros (<10 mn) comprendidos entre punta Nugurne y punta Lavapié, y el sector costero entre puerto Saavedra y bahía Corral, donde la PMO fue inferior 40 metros.

Por último, la profundidad del máximo de clorofila-a, analizada aquí sólo como la localización vertical, independiente de la magnitud de los máximos, se ubicó entre la superficie y los 33 m con un valor promedio de $10,7 \pm 7,8$ m. La carta de distribución horizontal de esta variable presentó un gradiente longitudinal (costa-océano), donde los valores menores (<10 m) estuvieron asociados a la región costera y los valores mayores (> 20 m) al sector oceánico. No obstante, entre punta Nugurne y punta Lavapié la profundidad del máximo de clorofila-a se verifica más somera, no superando los 10 m de profundidad (Figura 46b).

1.8 Variables ambientales medidas con EPCS: transectas e intertransectas

La distribución horizontal de los registros efectuados con el EPCS se presentan en las Figuras 47 a la 51, para cada una de las transectas realizadas, recordando que en este caso la numeración de ellas obedece a las transectas utilizadas en el "track" acústico. En gran parte de las transectas, fue posible identificar zonas de gradientes térmicos y salinos y de concentración de clorofila-a. De igual manera se analizó la información recolectada en la navegación inter-transectas, la que es presentada en las Figuras 52 y 53, en las cuales se observó la influencia muy local del aporte de aguas continentales sobre los valores costeros de salinidad superficial, observándose un descenso espacialmente muy focalizado de la salinidad.



La navegación externa al golfo de Arauco, en el diseño de muestreo regular, no permitió el observar gradientes salinos importantes asociados a la desembocadura del río Biobío.

La información de temperatura, salinidad y concentración de clorofila-a superficial (3-4 m) registrada en el crucero a través del equipo EPCS, se ha graficado en forma bivariada (por latitud y longitud) para las transectas e intertransectas realizadas en el área de estudio (ver Figura 1 para su identificación), con el propósito de indagar con mayor detalle sobre la existencia de gradientes espaciales de estas variables en el área prospectada.

• Transectas longitudinales (Figuras 47 a la 51)

En el 33% de las 36 transectas longitudinales (paralelas a la costa) realizadas con registro de EPCS, fue posible identificar una clara disminución de la temperatura hacia la costa, lo cual fue espacialmente consistente con el incremento de la salinidad hacia ese sector, evidenciando regiones afectadas por procesos de surgencia costera. Lo anterior fue particularmente válido para transectas del sector sur (transectas 1, 3, 11 y 12), del sector central (transectas 13, 14, 15, 19 y 20) y de la zona norte (transectas 32, 35 y 36). Cabe destacar algunas transectas, principalmente asociadas al sector central del área de evaluación (transectas 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22), que presentaron aguas frías y salinas en toda su extensión; sin observarse gradientes negativos (temperatura) y/o positivos (salinidad) hacia la región costera, indicando la presencia de aguas de surgencia entre la costa y el límite occidental de estas transectas.

En algunas transectas longitudinales fue observada una fuerte disminución salina hacia la región costera, confirmando el efecto local de dilución de las ASAA con aguas provenientes de los principales ríos de la región centro-sur de Chile. Así, fue posible asociar el decremento salino hacia la costa con diferentes ríos, especialmente en la transecta 2 (bahía Corral, río Valdivia), transectas 4 y 5 (río Toltén) y la transecta 28 (río Maule).

Para el caso de la distribución de la concentración de clorofila-a, fue posible observar valores comparativamente mayores en sectores adyacentes a regiones frontales (e.g., transectas 2 y 3) y en regiones con una plataforma continental extensa asociada con desembocadura de ríos (e g., transectas 4 y 5). Por el contrario, los menores valores de clorofila-a fueron detectados en regiones inmersas en la dinámica de surgencia, esto es, con aguas salinas y frías en toda



su extensión, lo que es consistente con la hipótesis de zonación durante una surgencia activa (Jones *et al.*, 1990), que indica la existencia de bajos valores de biomasa fitoplanctónica y bajas tasas de incorporación de nutrientes en el foco de surgencia y, mayores valores de biomasa fitoplanctónica en zonas con mayor estabilización vertical (alejadas del centro de divergencia).

En síntesis, los procesos costeros que estarían forzando la distribución superficial de las variables temperatura, salinidad y clorofila-a en el área de estudio se identifican fuertemente con el proceso de surgencia costera por una parte y, por otra, con el proceso de dilución superficial de la región costera por efecto del aporte de aguas continentales proveniente de los principales ríos de la región.

• Intertransectas (Figuras 52 y 53)

Al igual que para las transectas perpendiculares a la línea de costa, en el crucero también se registró información en el trayecto situado entre las transectas perpendiculares (llamado aquí intertransectas). Las intertransectas estuvieron situadas en la región costera (Figura 52) y en el sector oceánico (Figura 53).

El análisis de la transecta costera (entre los 34°00'S y los 40°00'S) reveló cambios importantes en la distribución salina asociados a la desembocadura de los principales ríos de la región, destacando la disminución salina en los 39°15'S (río Toltén), 36°20'S (río Itata), 35°20'S (río Maule) y 34°55°S (río Mataquito y rada Llico). El análisis de las intertransectas reveló también conspicuas regiones latitudinales caracterizadas por aguas superficiales de alta salinidad y baja temperatura, identificadas como regiones de surgencia costera, destacando la región comprendida entre los 39°20'S y los 40°00'S, entre los 38°30'S y los 37°50'S; la región entre los 37°40'S y los 36°50'S y el extremo norte del área de estudio, entre los 34°40'S y los 34°00'S.

1.9 Diagramas TS

El análisis de los índices termosalinos para el área de estudio (Figura 54) reveló la presencia de: a) un estrato superficial dominado por Aguas Subantárticas (ASAA) que presentaron una



fluctuación de temperatura entre los 9,1 y 16,6°C y un rango de salinidad de 33,40 a 34,42; b) un estrato subsuperficial más frío y salino característico de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) que evidenciaron una fluctuación salina entre 34,30 y 34,65 y una variación de temperatura entre 9,7 y 11,4°C y, c) la incipiente presencia de Aguas Intermedias Antárticas (AIA) que evidenciaron temperaturas entre 6,1 y 7,9°C y salinidades entre 34,30 y 34,45 psu, asociadas solo a las máximas profundidades de muestreo.

Al igual que lo reportado por otros autores para la región de estudio (Brandhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Silva & Neshyba, 1977; Silva, 1996; Strub *et al.*, 1998), los índices termosalinos aquí descritos muestran el amplio predominio de las ASAA y las AESS en la zona prospectada con la presencia de las AIA sólo en los estratos más profundos; estos resultados son similares a lo reportado en otros cruceros de similar naturaleza desarrollados en el sector costero centro sur de Chile durante los períodos estivales e invernales (Núñez *et al.* 1996, 2000, 2001; Castro *et al.* 1997), así como también en otros cruceros desarrollados en el sector oceánico durante el período invernal (Figueroa *et al.*, 1994; Núñez & Ortiz, 1999; Núñez *et al.* 2001).

1.10 Golfo de Arauco

1.10.1 Distribución horizontal superficial

La Figura 55 muestra la distribución horizontal superficial de las variables temperatura, salinidad y densidad medidas en el golfo de Arauco, correspondientes a tres transectos de tres estaciones cada uno.

La distribución superficial evidenció aguas levemente más cálidas y densas (>13,0°C y >26,2 σ_t) asociadas al sector occidental del golfo, adyacente al sector norte de isla Santa María, en tanto que en el sector suroriental, se observó la presencia de aguas más frías y menos densas (<11,5 °C y <26,0 σ_t). Por el contrario, la distribución superficial de la salinidad no evidenció gradientes laterales, con aguas bien caracterizadas por la isohalina de 34,4 psu. La densidad, por su parte, describió un patrón similar de comportamiento espacial, con aguas levemente más densas hacia el sector SE del golfo de Arauco.



La distribución horizontal de temperatura y salinidad registradas superficialmente (3-4 m) mediante el equipo EPCS al interior del golfo de Arauco, se presenta en las Figuras 56a y b. En general, el patrón de distribución de ambas variables es consistente con lo ya descrito para el estrato superficial, verificándose un gradiente lateral en la distribución de temperatura con aguas más cálidas asociadas a las estaciones del sector occidental del Golfo. La salinidad, no obstante, evidenció un marcado gradiente en la transecta norte, con bajos valores de salinidad (<32,0 psu) asociados a las estaciones más ribereñas debido al aporte de aguas continentales en este sector por la desembocadura del río Biobío. El resto del Golfo presentó una distribución homogénea bien caracterizada por aguas salinas (34,5).

La concentración de oxígeno disuelto evidenció un patrón de distribución horizontal (5 m) con la penetración de aguas bien oxigenadas desde el sector occidental del Golfo (>4 ml l⁻¹) y concentraciones mínimas de oxígeno en las estaciones más costeras del sector norte adyacente al cañón del río Biobío y valores cercanos a los 3 ml l⁻¹ en toda la transecta del sector sur (Figura 55d). Por su parte, la clorofila-a (Figura 55e), evidenció un patrón de distribución similar al ya descrito, con un marcado gradiente lateral donde las mayores concentraciones se encontraron asociadas a las estaciones oceánicas adyacentes a la isla Santa María (>5 mg m⁻³), mientras que los menores valores (<3 mg m⁻³) se encontraron en el sector norte del Golfo y en el sector más costero de la transecta sur. El registro de la clorofila-a a partir del EPCS (Figura 56c) reveló un patrón de distribución similar a lo reportado, con las menores concentraciones asociadas al sector norte del golfo de Arauco (<1 mg m⁻³), máximos de clorofila-a en el sector central (>5 mg m⁻³) y concentraciones inferiores hacia el sector sur del área prospectada (<5 mg m⁻³).

1.10.2 Secciones oceanográficas en el golfo de Arauco

En el golfo de Arauco se realizaron 3 transectas con tres estaciones cada una, situadas en la boca (transecta 101), centro (transecta 103) y en el fondo de saco del Golfo (transecta 105), respectivamente (ver Figura 1). La transecta 101 situada en la boca del Golfo, en el sector adyacente al cañón del río Biobío, mostró una marcada diferencia batimétrica entre los extremos del transecto, con profundidades mayores a 100 m en las estaciones más oceánicas (E33 y E34) y menores a 40 m en la estación E35. La distribución vertical de la temperatura y



la salinidad presentó una columna de agua homogénea, sin la presencia de marcados gradientes laterales ni verticales (ausencia de termoclina), con una columna de agua bien caracterizada por temperaturas <11°C y salinidades de 34,5 a lo largo de todo el transecto (Figuras 57a y b). En cambio, la distribución vertical de la densidad presentó una leve picnoclina ubicada en los 30 m de profundidad que se intensifica hacia el sector oceánico, con aguas más densas (>26,4 σ_t) en el sector más costero de la transecta y un leve ascenso hacia la costa de la isopicna de 26,5 σ_t (Figuras 57c). El oxígeno disuelto por su parte evidenció un estrato superficial poco oxigenado con un leve gradiente lateral caracterizado por concentraciones de 2 ml l⁻¹ en el sector oceánico de la transecta y la clara presencia de AESS en el sector costero debido a la detección de concentraciones de oxígeno < 1 ml l⁻¹, bajo los 50 m de profundidad todo el transecto estuvo dominado por las AESS (Figuras 57d). La concentración de clorofila-a presentó un estrato superficial con concentraciones mayores a 1 mg m⁻³ las que alcanzan los 20 m de profundidad en la estación más costera (estación E35). Bajo los 30 m de profundidad, los valores de clorofila-a fueron <0,5 mg m⁻³ a lo largo de todo el transecto.

La transecta 103, ubicada en el sector central del golfo de Arauco, evidenció un sector oceánico mucho más somero que la transecta anterior, con profundidades que no sobrepasaron los 60 m de profundidad. En este sector la columna de agua se caracterizó por presentar un campo térmico y de densidad estratificado, con una profundización de la capa de mezcla hacia el sector occidental del transecto, el cual mostró aguas más cálidas (>13°C) y menos densas (<25,9 σ_t) (Figuras 58 a y c); sin embargo, la distribución vertical de la salinidad presentó un estrato superficial homogéneo, sin la presencia de gradientes laterales ni verticales, y un marcado ascenso hacia el sector costero de la isohalina de 34,5 psu. La concentración de oxígeno disuelto evidenció una columna de agua bien oxigenada sobre los 20 m de profundidad (> 4 ml l-1), con un leve gradiente lateral positivo hacia el océano, y una oxiclina más notoria y superficial en el sector oriental del transecto (estación E38). Las AESS, aguas pobres en oxígeno, sólo se detectaron en las máximas profundidades de muestreo a lo largo de todo el transecto (Figura 58d).

La distribución vertical de la clorofila-a en este transecto presentó altos valores de biomasa fitoplanctónica con núcleos superficiales de concentración superiores a 5 mg m⁻³ en las estaciones E38 y E37 y núcleos subsuperficiales en el extremo más occidental del transecto



(estación E36), con concentraciones superiores a 6 mg m⁻³ y a 4,5 mg m⁻³ ubicados a 6 y 22 m, respectivamente. Bajo los 30 m de profundidad la clorofila-a no supera los 1,5 mg m⁻³, para encontrar valores < a 0,5 mg m⁻³ asociadas sólo a las máximas profundidades de muestreo a lo largo de todo el transecto (Figura 58e).

Por último, la transecta 105 situada en el fondo de saco del Golfo, presentó una sección muy somera, con profundidades máximas que no superaron los 15 m. Al igual que la transecta 101, la temperatura y la salinidad evidenciaron una distribución homogénea, sin la presencia de marcados gradientes verticales ni laterales y con una columna de agua caracterizada por temperaturas de 11°C y salinidades de 34,5 psu (Figura 59a y b). La densidad por su parte (Figura 59c), mostró un estrato superficial con un leve gradiente lateral con aguas más densas (>26,3 σ_t) hacia el extremo occidental del transecto, bajo los 8 m de profundidad la columna de agua se mostró homogénea con un descenso monotónico de esta variable con la profundidad hasta alcanzar los 26,5 σ_t bajo los 10 m de profundidad. El oxígeno mostró un estrato superficial (5 m) pobremente oxigenado, con un leve gradiente lateral de concentraciones >3 ml Γ^1 en el extremo oriental del transecto, bajo este estrato todo el transecto queda bien caracterizado por concentraciones de 2 ml Γ^1 y sólo en la máxima profundidad de muestreo del transecto (estación E41) aparece en forma incipiente concentraciones mínimas de oxígeno (Figura 59d).

La distribución vertical de la clorofila-a en este transecto mostró un marcado gradiente lateral con mayores valores en el sector oriental del transecto el cual estuvo caracterizado por un núcleo superficial con valores de biomasa fitoplanctónica >4 mg m⁻³ y otro subsuperficial ubicado a 10 m con concentraciones >6 mg m⁻³. Bajo los 10 m de profundidad todo el transecto quedó caracterizado por concentraciones <1 mg m⁻³ (Figura 59e).

1.10.3 Perfiles verticales

La Figura 60a-e, presentan los perfiles verticales individuales de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a para cada una de las estaciones de muestreo realizadas al interior del golfo de Arauco.

Los perfiles verticales de temperatura evidenciaron una termoclina bien desarrollada, con un estrato superficial más cálido (>13°C) en las estaciones más profundas del Golfo con un



predominio de aguas frías (<12°C) en el resto de las estaciones (Figura 60a), lo que es consistente con la detección de los valores del máximo gradiente térmico vertical calculados para cada estación de muestreo y que fluctuaron entre los -0,453 y los -2,563 °C 10 m⁻¹.

La distribución vertical de salinidad (Figura 60b) reveló una columna de agua homogénea, sin la presencia de haloclinas, con valores que fluctuaron entre los 34,3 y los 34,6 psu, con un amplio predominio de aguas con salinidades de 34,5 psu. Lo anterior, es consistente con los bajos valores de los máximos gradientes verticales, que fluctuaron entre 0,054 y 0,227 psu 10 m⁻¹.Por su parte, la distribución vertical de densidad en cada estación de muestreo mostró en la mayoría de los casos una picnoclina bien desarrollada y una capa de mezcla que fluctuó entre los 4 y los 30 m de profundidad, con densidades superficiales que fluctuaron entre los 0,125 y 0,557 σ_t 10 m⁻¹ (Figura 60c).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto de las estaciones ubicadas al interior del Golfo mostraron un estrato superficial muy variable, con valores que fluctuaron entre 5 ml l⁻¹ y 1 ml l⁻¹; con una marcada oxiclina situada entre los 5 y los 35 m de profundidad. El amplio predominio de las AESS es evidente además por las altas salinidades (> 34,5 psu) y las bajas temperaturas descritas anteriormente (<12 °C) para la mayoría de los perfiles realizados al interior del Golfo (Figura 60d).

Por último, la distribución vertical de la clorofila-a evidenció un 66,6% de las estaciones con núcleos superficiales que fluctuaron entre los 1,4 y 5,2 mg m⁻³, mientras que los núcleos subsuperficiales (44,4%) fueron comparativamente mayores, con valores que fluctuaron entre los 1,9 y 7,9 mg m⁻³ los que alcanzaron su máxima expresión en el sector central del Golfo. Bajo los 40 m de profundidad las concentraciones descendieron hasta alcanzar valores <0,5 mg m⁻³ (Figura 60e).

1.10.4 Diagramas TS

Los diagramas TS correspondientes a las estaciones ubicadas al interior del golfo de Arauco (Figura 61) revelaron una columna de agua caracterizada por la mezcla entre las ASAA y las AESS, sin detectarse la presencia de las AIA en los estratos más profundos de este sector.



Los índices termosalinos fueron de 9,8 y 14,1°C para la temperatura y de 34,4 y 34,6 psu para la salinidad, denotando el amplio predominio de las AESS en esta región de estudio, lo que fue coincidente con la detección de concentraciones mínimas de oxígeno en la mayoría de las estaciones ubicadas al interior del Golfo (77,8%).

2. Biología pesquera

2.1 Resultados de los lances de pesca

Durante el periodo del crucero la pesquería de anchoveta y sardina común en la zona centrosur estuvo sometida a una veda de reclutamiento, razón por la que no fue posible obtener pescas comparativas entre la red de media agua y las artes de cerco utilizadas por la flota y que permitieran estudiar la efectividad de la red del B/I Abate Molina. No obstante lo anterior y en atención a que la red de arrastre a media agua de diseño ENGEL del B/I Abate Molina a permanecido sin modificaciones desde 1996, su efectividad para la pesca de peces pelágicos pequeños, que fue analizada en el proyecto FIP 2000-07 "Estimación de la fuerza del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, Temporada 2000-2001", se mantiene vigente y cuyos resultados se entregan en el Anexo 2.

Respecto del recurso anchoveta se determinó la estructura de tallas a 4.776 ejemplares, a 705 de ellos se realizó muestreo biológico donde se obtuvo información acerca de peso total, eviscerado y de gónadas, proporción sexual y madurez sexual. Para sardina común se muestrearon 5.240 ejemplares, de ellos a 224 se les realizó muestreo biológico.

El resumen de operación por lance de pesca se muestra en la Tabla 5, en el que se presentan las posiciones y horarios de los lances de pesca y el aporte en las capturas de sardina común y anchoveta. En relación al esfuerzo de pesca desplegado, los lances tuvieron una duración promedio de 31 minutos y el esfuerzo total alcanzó a 17 h 23 minutos de arrastre. La Tabla 6 presenta en forma detallada las capturas de las principales especies encontradas durante el Crucero, al respecto la captura total alcanzó a 126.859,5 kg, de los cuales 43.766,5 kg (34,5%) fueron de anchoveta y 35.266,9 kg (27,8 %) correspondieron a sardina común, el resto de la captura estuvo distribuida entre las especies sierra (10,6 %), jurel (8,9 %), pampanito (7,1 %) y en menor proporción merluza, reineta, corvina y bacaladillo, entre otras especies.



2.2 Determinación de la estructura de tamaños de anchoveta por zona pesquera y el conjunto de la zona de estudio.

En la zona de San Antonio (32° 10' 00"S-34° 49' 59"S), se realizó un solo lance de pesca el cual registró 4,2 kg de anchoveta. La distribución de las tallas se presentó bimodal con moda principal en 5 cm y moda secundaria en 6,5 cm (Fig. 62). El rango de tallas fluctuó entre los 3 y 7,5 cm. El aporte en las capturas de los reclutas tanto en número como en peso fue de 100 % registrando un peso promedio de 0,8 g y una longitud media de 5,3 cm (Tabla 7).

La zona de Talcahuano (34° 50' 00"S-38° 29' 59"S), registró 18 lances exitosos de un total de 27 (66,7 %). Las longitudes de anchoveta en esta zona se distribuyeron de forma polimodal con moda principal en 8 cm y secundarias en 6,5; 14 y 15, 5 cm (Fig. 62). La amplitud del rango de tallas fue desde 2 hasta 16 cm. La longitud promedio de las anchovetas fue de 8,3 con un peso promedio de 4,4 g. Los reclutas en tanto presentaron una longitud promedio de 7,9 cm y un peso promedio de 3,1 gramos. Los aportes en peso y número de los reclutas en las capturas fueron de 66,3 % y 93 %, respectivamente (Tabla 7).

En la zona de Corral (38° 30' 00'S-42° 50' 00''S), se efectuaron 12 lances de reconocimiento de los cuales 11 (91,7 %) presentaron captura de anchoveta. La distribución de las tallas de las anchovetas en esta zona se presentó polimodal con moda principal en 15,5 cm y modas secundarias en 12 y 17 cm (Fig. 62). El rango de longitudes abarcó desde 7 a 18 cm. Las anchovetas manifestaron una longitud promedio de 14,5 cm y un peso medio de 23,1 gramos. Los reclutas presentaron una longitud promedio de 11,5 cm y un peso medio de 10,8 gramos. El aporte de los reclutas en peso en las capturas fue de 2,7 % y en número de 5,8 % (Tabla 7). En términos generales en la zona Centro-Sur que comprende desde la V a la X Región, se realizaron un total de 40 lances de pesca de los cuales 30 (75 %) presentaron captura de anchoveta. La frecuencia de longitudes por lance de pesca se muestra en la Fig. 63 a 66. El rango de longitudes de las anchovetas fluctuó entre 2 y 18 dentímetros. La distribución de las tallas se presentó polimodal si bien se observan 2 grupos principales uno perteneciente a los reclutas con moda en 8 cm y el segundo vinculado a los adultos con moda en 16 cm (Fig. 62). Las anchovetas presentaron una longitud promedio de 11,9 cm y un peso promedio de 15,5 g. Los reclutas por su parte mostraron una longitud media de 8,2 cm y un peso promedio de 3,7



gramos. Los aportes en peso y número para los reclutas (\leq 12 cm) en las capturas fueron de 9,9 % y 41,7 %, respectivamente (Tabla 7).

2.3 Determinación de la estructura de tamaños de sardina común por zona pesquera y el conjunto de la zona de estudio.

En la zona de San Antonio se realizó solo un lance de pesca el que resultó con captura de sardina común, donde se observa que el rango de tallas de las mismas fluctuó entre 5 y 8,5 centímetros. La distribución de las longitudes confirma sólo presencia de reclutas los que muestran dos modas una en 7 cm y la segunda en 5,5 (Fig. 67), con una longitud promedio de 6,2 cm y un peso promedio de 2,5 gramos (Tabla 8).

En la zona de Talcahuano se realizaron 27 lances de reconocimiento de los cuales 18 (66,7%) resultaron exitosos. El rango de tallas de las sardinas se ubicó entre 5 y 10,5 cm (hubo sólo un ejemplar de 12,5 cm), la distribución de longitudes presentó dos modas, la principal en 8 cm y la secundaria en 9 cm (Fig. 67). La longitud promedio fue de 8 cm y el peso promedio de 4,4 g. El aporte de los reclutas en las capturas, tanto en número como en peso fue de 99,5 % (Tabla 8).

La zona de Corral registró 11 lances exitosos (91,7 %) de los 12 que se realizaron. El rango de longitudes se presentó entre los 5 y 16,5 centímetros. La distribución de las tallas se manifestó polimodal con modas principales en 10 y 14 cm y secundarias en 11,5 y 16 cm (Fig. 67). La longitud promedio fue de 11,6 cm y el peso promedio de 17,3 gramos. Los reclutas presentaron una longitud promedio de 8,7 cm y un peso medio de 5,5 gramos. Su aporte en las capturas fue de 46 % en número y 14,7 % en peso (Tabla 8).

En la zona Centro-Sur se realizaron 40 lances de pesca de los cuales 30 (75 %) resultaron con captura de sardina común, la frecuencia de longitudes por lance se muestra en la Fig. 68 a 71. El rango de tallas de las sardinas se situó entre los 5 y 16,5 cm. La distribución de longitudes se presentó polimodal con moda principal en 8 cm y secundarias en 10 y 14 cm (**Fig.** 67). La longitud promedio del total de sardinas muestreadas fue de 8,4 cm, con un peso promedio de 5,6 g. Los reclutas presentaron una longitud promedio de 8,1 cm y un peso medio de 4,4 g. Su aporte en las capturas fue de 94,6 % en número y 74,3 % en peso (Tabla 8).



2.4 Relaciones longitud peso de anchoveta y sardina común

2.4.1 Modelos lineales

Se estimó una relación longitud-peso para anchoveta y sardina común por zona de pesca y para la zona Centro-Sur en conjunto, esta estimación se realizó ajustando una regresión lineal a los datos obtenidos en el presente Crucero los parámetros obtenidos de la regresión lineal se muestran en las Tablas 9 y 10, respectivamente para cada especie.

En relación con la especie anchoveta, en las regresiones se puede observar un buen grado de ajuste para las zonas de Talcahuano y Corral ($R^2 > 0.94$), la zona de San Antonio presentó el menor ajuste con $R^2 = 0.85$, lo que se explica por el estrecho rango de tallas encontrado en esta zona (3 a 7,5 cm) (Fig. 72). Para la zona Centro-Sur se estimó un $R^2 = 0.98$. Las pendientes de la regresión presentan valores de b = 3,42 para Talcahuano y b = 3,24 para Corral, la pendiente de la zona San Antonio muestran una pendiente b = 4,24 estimación que no se ajusta a los valores encontrados para el presente y anteriores Cruceros, debido al rango regresional que mostraron los datos (Tabla 9).

La comparación de los pesos medios por zona de pesca, estimados mediante los parámetros de la regresión lineal, se presenta en la Tabla 11, se aprecia una mayor estimación de pesos entre el rango de tallas 7 a 12,5 cm en la zona de Corral, sobre la talla 13 cm las mejores estimaciones se observan en la zona de Talcahuano con diferencias que van desde 0,01 g a 1,4 g, respectivamente (Tabla 11).

Respecto de sardina común la estimación del modelo lineal registró un buen ajuste de los datos solo para la zona den Corral con un $R^2 = 0.97$. Las zonas de San Antonio y Talcahuano presentaron un $R^2 = 0.87$ y $R^2 = 0.80$, respectivamente (Fig. 73). Las pendientes de la regresión presentan todas valores sobre b = 3,10, registrándose el menor valor en la zona de Talcahuano (b = 3,17) y el mayor valor en la zona de Corral (b = 3,30) (ver Tabla 10).



La comparación de los pesos estimados a partir de los parámetros de la regresión lineal por zona de pesca se muestran en la Tabla 12 en la que se aprecia que entre las tallas 6 – 7,5 cm la mejor estimación se observó en la zona de San Antonio, al aumentar la talla de las sardinas, la mejor estimación de pesos se aprecia en la zona de Corral, si bien las diferencias con la zona de Talcahuano son menores a 1 gramo.

2.4.2 Modelos no lineales

Las estimaciones de los parámetros de la relación longitud-peso a través de modelos nolineales para anchoveta y sardina común se muestran en las Tablas 9 y 10, respectivamente.

Para anchoveta el ajuste de los datos de la relación longitud-peso es igual a $R^2 = 0.97$. La Tabla 11 muestra las comparaciones de los pesos entre los dos modelos utilizados en la cual se observa mayores estimaciones de pesos con el modelo no-lineal hasta la talla 14,5 cm con diferencias de 0,01 g a 0,3 gramos. Sobre esa talla las estimaciones de peso son mayores con el modelo lineal con diferencias medias de 0,9 gramos.

Sardina común presenta un ajuste de los datos $R^2 = 0.97$. En la Tabla 12 se señalan las comparaciones de pesos estimados con cada uno de los dos modelos utilizados. Las estimaciones realizadas con el modelo no-lineal son mayores en cada estrato de talla de sardina común con diferencias en peso de 0.04 g a 0.9 gramos.

2.5 Proporción sexual de anchoveta y sardina común

Para la especie anchoveta en la zona de San Antonio no se tiene datos puesto que el 100 % de los ejemplares muestreados fue recluta.

En la zona de Talcahuano se tiene un predominio de hembras en todo el rango de tallas muestreado (desde 11,5 a 16 cm) superior siempre al 50 %, excepto a la talla 12,5 donde los machos predominan en un 60% (Fig. 74). Finalmente, las hembras alcanzaron un 82,9 % del total de ejemplares muestreados y los machos el restante 17,1 %.



Para la zona de Corral lo mismo que lo observado en Talcahuano, las hembras superan en toda la amplitud del rango de tallas (12,5 a 18 cm) a los machos desde un 50 % a un 100 %, excepto a las tallas 12,5 y 15,5 cm, donde los machos presentan una prevalencia de 60 % por sobre las hembras (Fig. 74). En definitiva las hembras se presentaron en un 60,3 % y los machos el 39,7 % de los ejemplares estudiados.

En la zona Centro-Sur, la proporción sexual de anchoveta se vio superada por las hembras en toda la amplitud del rango de tallas con un predominio sobre los machos sobre un 60 %. En la talla 12,5 cm los machos sobrepasaron a las hembras y se presentaron con un 60 % del total de los ejemplares muestreados (Fig. 74). En conclusión las hembras predominaron sobre los machos y obtuvieron un 67,9 % del total de ejemplares sexuados y los machos presentaron el 32,1 % restante.

Para la especie sardina común, la única zona donde se pudo determinar proporción sexual fue en Corral la que presentó un predominio de las hembras para todo el rango de tallas evaluado (12 a 16,5 cm), superior al 56 %. En las tallas 12; 13 y 13,5 cm se aprecia un predominio de machos mayor a un 54 % (Fig. 75-A). Finalmente, el 64,6 % correspondió a las hembras y el restante 35, 4 % de los ejemplares sexuados a los machos.

2.6 IGS y estados de madurez de anchoveta y sardina común

Para anchovetas hembras en la zona de Talcahuano se aprecian valores de IGS que van desde 7 a 9 para todo el rango de tallas (11,5 a 16 cm), excepto a la talla 12 cm donde el IGS disminuye a 2, presentándose esta talla con gónadas un 100 % en estado 2 (Fig. 76 y 77). La similitud en los valores de IGS se produce puesto que la madurez de gónadas de los ejemplares varía sólo entre 2 y 3 (Fig. 78). Los machos si bien presentan mayores valores de IGS en casi todas las tallas, siguen igual tendencia que las hembras, donde bajos IGS se presentan principalmente en gónadas con estados de madurez 2 y mayores valores en gónadas con madurez 3 (Fig. 77). En general para la zona de Talcahuano se estimaron valores promedio de IGS iguales a 8,7 para machos; 8,0 para hembras y 8,2 en total.

Para la zona de Corral en las anchovetas se observa un incremento de los valores de IGS a medida que aumentan las tallas de las anchovetas, esto ocurre igualmente para machos y



hembras estimándose un valor promedio de IGS igual a 6,8 (Fig. 76). En particular las hembras presentan bajos valores de IGS hasta la talla 14,5 cm, donde las gónadas presentan una madurez 2 y 6, al aumentar la talla aumenta el IGS observándose mayor cantidad de ejemplares con gónadas en madurez 3 y 4 disminuyendo las anchovetas que presentan gónadas con madurez 2 y 6 (Fig. 78). Los mayores IGS (IGS > 12), se observa en gónadas con madurez 3 y 4 (Fig. 77). Los machos presentan la misma tendencia no apareciendo en los muestreos ejemplares desovados. Los menores y mayores valores de IGS se presentan en gónadas con madurez 2 y 3-4, respectivamente.

Para anchoveta en la zona Centro-Sur los valores de IGS tanto para machos como para hembras siguen la tendencia descrita para la zona de Corral. En la Fig. 77 se aprecian las diferencias entre los valores de IGS en cada estado de madurez, los más bajos valores de IGS indistintamente de la talla se presentan las gónadas con madurez 2 y 6, aumentando el IGS se observa que las gónadas presentan una madurez 3 y los mayores valores se muestran en gónadas en estado 4. Los valores promedio de IGS estimados durante el presente Crucero fueron 7,1 para machos; 7,3 para hembras y 7,2 en total. Respecto de los datos obtenidos se puede inferir que una fracción importante de las anchovetas ó se encontraban en estado virginal ó ya habían desovado y estaban en una nueva etapa de maduración de gónadas (Fig. 78).

Para sardina común en la zona de Corral se aprecia una tendencia creciente del IGS respecto de la talla de las sardinas. Entre las longitudes 12 y 14 cm el IGS presenta los valores más bajos (entre 0,5 y 1), para estas tallas la madurez observada en las gónadas fue el estado 2, entre las tallas 14,5 y 16,5 cm el IGS aumenta cerca de 4 ptos (Fig. 75-B), presentando las gónadas madurez 2 pero un alto porcentaje de los ejemplares presentaron gónadas en estado 3, 4, 5 y 6 (Fig. 79). La excepción se presenta en la talla 16 cm donde se observa una brusca disminución del IGS lo que no concuerda con el patrón observado, lo cual pudo ser originado por problemas en el muestreo al no aparecer en los lances captura de ejemplares maduros de ese estrato de talla específico. En resumen lo mismo que para anchoveta los valores de IGS se observan en gónadas con madurez 3, 4 y 5, y menores valores en gónadas con estados de madurez 2 y 6 (Fig. 75-C). Los IGS promedio fueron 1,4 para machos; 2,5 para hembras y 1,9 en total.



2.7 Descripción de la fauna asociada

La captura total que se obtuvo durante el presente Crucero fue de 126.859,5 kg, pesca que concentró las mayores capturas en las especies anchoveta y sardina común con 43.785,3 kg y 35.221,3 kg, respectivamente (34,5 % y 27,8 %); el resto de la captura se distribuyó en especies como sierra, jurel y pampanito, que en conjunto totalizaron el 25 % de las capturas (Tabla 6).

La captura en la zona de San Antonio (24,5 kg), estuvo principalmente comprendida por la especie sierra (81,6 %), con presencia de anchoveta (17,1 %) y sardina común (1,2 %).

En la zona de Talcahuano fue donde se obtuvo la mayor captura (69.610,3 kg), siendo la sardina común la especie predominante (35,2 %), seguido de sierra y jurel (19,1 % y 15,5 %, respectivamente), las anchovetas representaron el 7,3 % de las capturas (Fig. 80).

La zona de Corral presentó una captura de 57.224,7 kg en donde la especie con mayor predominio fue la anchoveta, con un 67,6 % de las capturas. Sardina común fue la segunda especie con mayor captura (18,8 %). Especies como merluzas, bacaladillo, pampanito y jurel estuvieron en las capturas con una ocurrencia menor al 5 % cada una (Fig. 80).

Es importante mencionar que se observa una tendencia creciente con respecto a la latitud en relación a las capturas de sierra, las que aumentaban su abundancia a medida que se navegaba hacia el norte (Fig. 80).

2.8 Comparaciones de pesos de anchoveta y sardina común entre Cruceros mediante modelo lineal y no lineal.

Se realizaron estimaciones de los pesos de anchoveta y sardina común por estrato de talla y para los tres últimos Cruceros de evaluación hidroacústica de anchoveta y sardina común, mediante los parámetros obtenidos a través de una regresión linealizada y una estimada por un modelo no-lineal.



La comparación de los pesos de anchoveta de los Cruceros RECLAS 0201 y 0101 muestran que en el presente Crucero se ha producido una disminución entre un 1 % y un 36% para el rango de 4,5 a 12 cm, observándose las mayores diferencias en las tallas pequeñas. Sobre la talla 12,5 cm los pesos estimados se vieron aumentados respecto del Crucero 0101 entre 0,1% y 14 % apareciendo las mayores diferencias en las tallas más grandes.

El contraste de pesos de anchoveta del presente Crucero y RECLAS 9912, dan cuenta de una disminución entre 0,5 % y 24% para el rango 5 a 10,5 cm. Desde la talla 11 cm los pesos de la anchoveta se ven aumentados en el presente Crucero con diferencias que van desde 1 % a 21% (Tabla 13).

Una tendencia similar a la descrita anteriormente se registra al realizar la comparación a través de modelos no-lineales, con disminuciones de peso que van desde 0,5 % a 31 % entre RECLAS 0201 y 0101 en tallas menores a 12 cm y desde 1 % a 13 % en las tallas mayores. Respecto de RECLAS 0201 y 9912, los pesos disminuyeron entre 0,3 % y 19 % a tallas menores a 10 cm, aumentando de 1 % a 18 % en las tallas mayores (Tabla 13).

Los pesos de sardina común en el presente Crucero (RECLAS 0201) registran un aumento, respecto a RECLAS 0101, entre 0,8 % a 37 % para ejemplares superiores a la talla 9,5 cm y hasta un 31% bajo esa talla. Entre RECLAS 0201 y 9912 se aprecia una disminución de los pesos de sardina común de hasta una 10 % en tallas menores a 9 cm, sobre esa talla los pesos aumentan para el actual Crucero hasta un 2,6 % (Tabla 14).

La estimación de los pesos mediante modelos no-lineales da cuenta de una disminución de los pesos del presente crucero respecto de RECLAS 0101, con diferencias que varían entre 1% y 17% en tallas menores a 11 cm, sobre esa talla los pesos se ven aumentados hasta un 11 %. La comparación de los pesos entre los Cruceros RECLAS 0201 y 9912 muestra la misma tendencia descrita con la estimación de pesos mediante una regresión linealizada, apareciendo diferencias entre 1 % y 13 % en tallas menores a 9 cm y hasta 2,5 % en las tallas mayores (Tabla 14).

2.9 Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta y sardina común.



Se analizaron las relaciones longitud-peso de cada especie por zona de pesca mediante un análisis de covarianza, con Ho = igualdad de las regresiones; Ha = desigualdad de las regresiones. Posteriormente, se compararon los parámetros de las regresiones por zona de pesca en pares, mediante el test Tukey.

En el caso de anchoveta el análisis de covarianza acepta la hipotésis alternativa, esto es que las regresiones por zona de pesca muestran diferencias significativas (Tabla 15). La comparación de pendientes mediante el Test Tukey ($\alpha = 0,05$) dió como resultado que todos los pares analizados eran diferentes (Tabla 16). Lo anterior, se explica dada la estratificación en las tallas, que determinaron en algunos casos rangos estrechos en las tallas muestreadas y a las notables diferencias en los números de datos utilizados para el ajuste de las regresiones entre zonas.

Para sardina común, el análisis de covarianza (Tabla 17), también acepta la hipótesis alternativa, esto es que entre las tres regresiones comparadas, se registran diferencias significativas. El análisis mediante el Test Tukey (Tabla 18), permitió establecer la significativa igualdad entre las pendientes de los pares San Antonio - Talcahuano y San Antonio - Corral y se rechazaba la igualdad de Talcahuano – Corral. El contraste de las elevaciones de las regresiones de cada zona (Tabla 19), aceptó la hipótesis de igualdad entre ellos. El Test Tukey ($\alpha = 0,05$) para interceptos (Tabla 20), dió como resultado que se aceptaba la hipótesis nula de igualdad entre interceptos en los pares San Antonio - Talcahuano y San Antonio – Corral y se rechazaba la igualdad entre el par Talcahuano – Corral. El análisis de las regresiones San Antonio - Talcahuano y San Antonio – Corral y se rechazaba la igualdad entre el par Talcahuano – Corral. El análisis de las regresiones San Antonio - Talcahuano y San Antonio – Corral y se rechazaba la igualdad entre el par Talcahuano – Corral. El análisis de las regresiones San Antonio - Talcahuano y San Antonio – Corral y se rechazaba la igualdad entre el par Talcahuano – Corral. El análisis de las regresiones San Antonio - Talcahuano y San Antonio – Corral y

3. Ítems alimentarios de sardina común y anchoveta

Se analizaron 495 estómagos, de los cuales el 60,8% correspondió a estómagos de sardina común. Del total de muestras de sardina común analizadas, solamente un 10,6% correspondieron a ejemplares adultos (> 11 cm), situación que aumentó en el caso de la anchoveta alcanzando un 15,5 %, mayormente representada en la zona sur del área de estudio.



Con respecto al grado de llenado de los estómagos, mas del 75% de estos presentaron algún tipo de contenido estomacal, registrándose el valor máximo de estómagos vacíos en la anchoveta y específicamente en la zona norte (Tabla 22).

En relación con el espectro trófico, en la sardina común se encontraron presentes 39 taxa de los cuales 27 de ellas pertenecen a diatomeas (Bacillarophyceae), 6 a dinoflagelados (Dinophyceae) y el resto son organismos componentes del zooplancton. En el caso de la anchoveta, se encontró una composición alimentaria un poco menor en cuanto al número de ítems representados (Tabla 23).

3.1 Análisis de la importancia de las presas

Al analizar la importancia de las presas, las diatomeas fueron los ítems más abundantes y frecuentes en los contenidos estomacales de ambas especies. Hacia el norte del área de estudio se observó una mayor importancia relativa de zooplancteres, situación distinta al caso de los dinoflagelados, cuya importancia es mayor en la zona sur en términos de frecuencia de aparición dentro de la dieta de ambos predadores (Tabla 24) (Figura 81).

Dentro del espectro trófico de ambas especies, los ítems presa que destacan en abundancia se identifican con los géneros de las diatomeas *Skeletonema*, *Coscinodiscus*, *Nitzschia*, *Chaetoceros* y, el grupo zooplanctónico de los copépodos. De éstas, la presa que aparece como dominante en el espectro trófico de los reclutas de ambos clupeiformes son las formas del género *Skeletonema*, con una uniformidad en los valores de frecuencia de aparición.

La presencia de huevos tanto de peces como de crustáceos en los estómagos, adquiere preponderancia en la zona sur y norte, en orden de importancia; siendo reemplazados por el aumento de crustáceos (copépodos) en el sector central.

En el caso de los dinoflagelados existe una clara dominancia de formas del género *Protoperidinium*. La aparición de dinoflagelados en la zona norte es mínima, situación que se refleja en ausencia en la ingesta de estos ítems por parte de la anchoveta (Figuras 82 y 83).



4. Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería (Objetivo B1).

4.1 Estratificación de las estructuras de talla de anchoveta y sardina común

Las estructuras de tallas de anchoveta y sardina común determinadas en los lances de pesca se agruparon en estratos que a simple vista presentaron homogeneidad. De este modo se definieron 5 estratos para anchoveta y 7 estratos para la sardina común, en ambos casos el golfo de Arauco se consideró un estrato separado. Los límites latitudinales de las subzonas se entregan en la Tabla 25, definiéndose estructuras de tallas representativas de la subzona para cada especie (Fig. 84). Este procedimiento fue aplicado para la estimación de la biomasa y abundancia por cada subzona.

En la Tabla 26 se entregan los resultados del test DHG entre subzonas para anchoveta y sardina común. Esta tabla permite confirmar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en las estructuras de tallas de ambas especies entre las subzonas definidas.

Una aplicación del test dentro de cada subzona para la anchoveta, permite apreciar los niveles de aceptación de igualdad de estructuras de talla de los lances que componen cada subzona (Tabla 27), así, en general los niveles de aprobación superan el 75%, siendo una excepción las estructuras del golfo de Arauco, zona donde los lances son agrupados por cercanía geográfica.

Del mismo modo que para anchoveta, la aplicación del test DHG dentro de las subzonas de sardina permite verificar la igualdad de las estructuras de los lances que los componen, pues los niveles de aprobación superan el 60% (Tabla 28), siendo la subzona 2 la que muestra un nivel de aprobación menor (50%), pero por cercanía geográfica de los lances se asumen a ésta.



4.2 Calibración hidroacústica

La calibración hidroacústica del ecosonda científico SIMRAD EK-500 se realizó en Valparaíso el 23 de diciembre del año 2001, antes del Crucero. Para la calibración se utilizó una esfera de cobre de 60 mm de diámetro diseñada para la frecuencia de 38 Khz.

Los resultados de la calibración en la frecuencia de 38 khz, frecuencia de trabajo en la prospección (Tabla 29), indican un adecuado funcionamiento del sistema acústico con variaciones inferiores a \pm 0,4 dB, respecto a los resultados históricos.

4.3 Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta y sardina común

En los lances de pesca se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta y sardina común en la frecuencia de 38 khz, utilizándose los pulsos medio (1,0 ms) y corto (0,3 ms).

De la información recolectada por lance y en experimentos se seleccionó aquella en que las especies sardina común ó anchoveta fueran dominantes en las capturas. El filtro para la determinación de los TS se realizó seleccionando desde los archivos de datos aquellos sectores en que los ecos presentaran la condición de ecos resueltos

De este modo, para anchoveta se utilizó la información proveniente de los lances 4, 5, 8, 10, 11, 17, 25 y 26. En los sectores en que se realizaron los 6 primeros lances (4 a 17) se efectuaron mediciones con barco detenido ó navegando a bajas velocidades (< 2 nudos) en pulsos corto y medio. Dado que en los lances 5, 10 y 17, las estructuras de tallas fueron multimodales y que esta característica se reflejó en los TS, se obtuvieron más de un par de datos por lance ó experimento. Es así como se obtuvieron un total de 29 pares de datos entre el TS y la talla que permitieron el ajuste de la ecuación de regresión (Tabla 30).

En el caso de sardina, la información procesada fue obtenida desde los lances 15, 20, 23, 24, 29 y 33, con un total de 11 datos considerados en el ajuste de la ecuación de regresión (Tabla 31).



Los TS_{mo} de anchoveta variaron entre -58,5 y -48,5 db, mientras que para la sardina común estos se presentaron entre -55,5 y -53,0 dB.

Los histogramas de TS filtrados por lance y experimento y de las correspondientes tallas de anchoveta se presentan en las Figs 85 y para sardina común en las Fig 86.

La ecuación del TS – L ajustada para anchoveta (Fig. 87) fue:

TS = 19,7214 Log (L) - 73,2257 r² = 0,93 ; n= 29

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

TS = 20 Log (L) - 73,54

En el caso de sardina común, la ecuación ajustada (Fig 88) fue:

TS = 17,5313 Log (L) - 69,5435 r² = 0,42 ; n= 11

y la correspondiente ecuación estandarizada fue:

TS= 20 Log (L) -71,67

El análisis de varianza indica que las ecuaciones de regresión ajustadas representan significativamente a los datos utilizados (Tablas 32 y 33)



4.4 Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta y sardina común

4.4.1. Anchoveta

Las relaciones utilizadas para la estimación de la abundancia y biomasa fueron:

TS = -73,54 + 20 LOG (L)W = $0,002492 \text{ L}^{3,411139}$ R² = 0,98

Los estimados se realizaron en 5 subzonas y el golfo de Arauco, según lo indicado anteriormente, aplicando las estructuras de tallas acumuladas y ponderadas (Fig. 84). Los límites de las subzonas consideradas se presentan en la Tabla 25.

La abundancia total fluctuó entre 95.400,5 y 96.840,3 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo los mayores con los métodos de conglomerados (Hansen) y bootstrap, con diferencias menores a 1,5% entre los distintos métodos aplicados (Tabla 34, 35 y 36). Las subzonas 1 (40° 03′S- 38° 25′S) y 3 (36° 45′S-35° 45′S) concentraron sobre el 81% de la abundancia. En el golfo de Arauco se registró una abundancia entre 2.684,0 y 2.952,7 millones de ejemplares, según el método de estimación, representando alrededor del 3,0 % del total. La densidad promedio para el total varió entre 11,1 y 11,7 ind/mn², presentándose las mayores concentraciones en las subzonas 1 y 3 con 22,3 y 11,7 ind/mn², respectivamente.

La abundancia de reclutas varió entre 36.331,8 y 38.783,8 millones de ejemplares, según el método aplicado, representando el 39,8% del total. Las mayores concentraciones de reclutas se registraron en las subzonas 2 (38° 25´S- 36° 45´S), 3 (35° 45´S- 35° 45´S), 5 (35° 29´S – 33° 57´S) y en el golfo de Arauco, siendo del 100% para las dos primeras y el 98,9 y el 80,6%, para las dos restantes.

La biomasa total de anchoveta varió entre 1.494.267 y 1.509.247 t, según el método de estimación aplicado (Tablas 37, 38 y 39), con una densidad promedio para toda la zona entre 175,3 y 182,6 t/mn². Las mayores estimaciones se alcanzaron con los métodos de bootstrap y variables regionalizadas, diferiendo en menos del 1% entre los distintos valores. Las subzonas 1 (40° 03'S a 38° 25'S) y 4 (35° 45'S- 35° 29'S) presentaron las mayores



concentraciones de la biomasa con sobre el 88% y densidades promedio mayores a 509 t/mn² y 5% del total, respectivamente.

En el golfo de Arauco se registró una biomasa entre 18.815 y 20.698 t, representando alrededor del 1,3% del total.

Los reclutas representaron entre el 8,4 y 8,7% del total, con estimados que variaron entre 126.239 y 131.151 t, según el método utilizado. La mayor concentración estuvo en las subzonas 2, 3, 5 y el Golfo, con el 100 % para las dos primeras y el 94,4 y 40 % para las dos restantes. En las subzonas 1 y 4 la participación de los reclutas fue del 2,9 y 7,1 %.

La estructura de tallas de la abundancia y la biomasa de toda la zona, fue multimodal con modas centradas en 8 y 15,5 cm (Fig. 89). En las subzonas 1 y 4, en que se registraron las mayores concentraciones de biomasa, la estructura de tallas presentó una moda principal en 15 y 13 cm, respectivamente, mientras que en las subzonas 2, 3 y 5, donde se concentraron los reclutas, las tallas modales fueron 8; 7,5 y 8,5 cm, respectivamente. En el golfo de Arauco se registró una estructura de tallas bimodal centrada en 8 y 14 centímetros.

4.4.2 Sardina común

La biomasa y abundancia fueron estimadas aplicando las siguientes relaciones:

TS = -71,67 + 20 LOG (L)W = $0,004833 \text{ L}^{3,251078}$ R² = 0,96

La biomasa y abundancia se estimaron, aplicando las subzonas definidas anteriormente utilizando las estructuras de tallas acumuladas y ponderadas (Fig 84). En la Tabla 25 se presentan los límites de las subzonas consideradas y los lances agrupados en cada una de ellas.

En el caso de la sardina común, la abundancia total fluctuó entre 153.855,2 y 159.805,1 millones de ejemplares, concentrándose sobre 35,6% y el 10% en las subzonas 4 (38° 25'S - 36° 55,0'S) y 6 (36° 15'S- 35° 35'S) (Tablas 40 a 42). El golfo de Arauco también presentó una ¹³⁸



importante concentración de la abundancia con más del 18% del total. Las densidades promedio variaron entre 18,7 y 28,3 ind/mn², siendo nuevamente las subzonas 4, 6 y golfo de Arauco, las que registaron las mayores densidades.

Los reclutas constituyeron alrededor del 94% de la abundancia total, concentrándose en las subzonas 3 (39°05'S –38° 25'S), 4 (38° 25'S-36° 55'S), 5 (36° 55'S- 36° 15'S), 6 (36° 15'S-35° 35'S), 7 (35° 35'S-33°57'S) y Golfo con más del 99%. En la subzona 2 (39° 35'S- 39° 05'S), el aporte de los reclutas fue del 44,9%, mientras que en la subzona 1 (40° 03'S-39°35'S), su presencia fue escasa alcanzando solamente al 6,3%.

La biomasa de sardina común varió entre 844.713 y 869.745 t según el método aplicado (Tablas 43 a 45), con diferencias entre los distintos métodos inferiores al 2,9%, siendo los mayores estimados con el bootstrap y variables regionalizadas. Al sur de Lebu (subzonas 1 a 4) se concentró sobre el 73% de la biomasa de esta especie registrándose los mayores valores en la subzona 4 con alrededor del 25% del total. La densidad promedio para el total varió entre 102,9 y 111,2 t/mn².

La estructura de tallas para toda la zona de estudio presentó dos modas, centradas en 8 y 14 cm. En general, las subzonas 1 (40° 03′S-38° 25′S) y 2 (39° 35′S-39° 05′S) concentraron los ejemplares de mayor talla, con modas en 14 y 15,5 cm, hacia el norte, las modas se situaron entre 7 y 8,5 cm (Fig. 90).

4.5 Precisión de los estimados de biomasa

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la biomasa total de anchoveta variaron entre 0,0516 y 0,1547 según el método de estimación utilizado (Tabla 46 a 49), obteniéndose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas, mientras que los alcanzados con bootstrap y estratos agrupados presentaron similares CV fluctuando entre 0,0982 y 0,1025, por su parte el estimado de los conglomerados entregó el mayor CV (0,1547). Estos niveles del coeficioente de variación se reflejaron en errores entre 8,5 y 25,4 %, siendo el menor para el estimado con el método de las variables regionalizadas.



La abundancia total de anchoveta tuvo un CV entre 0,0475 y 0,1287 (Tabla 50 a 53), siendo el menor el alcanzado con el geoestadístico, representando coeficientes de error entre 7,8 y 21,2%.

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la biomasa total de sardina común fluctuaron entre 0,136 y 0,159, según el método de estimación utilizado (Tablas 54 a 57), alcanzándose la mayor precisión con el método de las variable regionalizadas, mientras que el CV más alto se obtuvo con el método de los conglomerados (Hansen), estos resultados determinaron un error del 26,3% para el método de los conglomerados y un 22,4 % para el método de las variables regionalizadas.

La abundancia de sardina común presentó un CV entre 0,079 y 0,17, obteniéndose el menor valor con el método de las variables regionalizadas (Tabla 58 a 61), lo que determinó coeficientes de error entre 13,1 y 28,2 %.

4.6 Determinación de las estructuras de edad de anchoveta y sardina común

4.6.1 Claves edad-talla

De acuerdo con la metodología propuesta, se analizaron los otolitos de ambas especies, recolectados durante el crucero de investigación. De los otolitos analizados, 338 resultaron legibles en anchoveta (Tabla 62 y 63) y 253 en sardina común (Tabla 64 y 65), los cuales constituyeron las respectivas claves edad-talla. Para la asignación de los grupos de edad, se empleó el criterio vigente que utiliza como fecha de cumpleaños, el 1° de enero en anchoveta y el 1° de julio en sardina común.

La estimación de la varianza de las claves, se realizó para ambas especies. La de anchoveta se presenta en la Tabla 66 y la de sardina común en la Tabla 67.


4.6.2 Estimación de la abundancia por grupo de edad

La composición de la abundancia por grupo de edad, se obtuvo de la aplicación de las claves edad-talla correspondientes a la abundancia total estimada en el estudio y se elaboró para cada uno de los cuatro métodos de estimación de varianzas empleados, esto es: métodos de Bootstrap, Geoestadístico, Hansen y Wolter.

A. Anchoveta

Las estimaciones de las varianzas de la abundancia por clase de talla y edad para anchoveta calculadas según las expresiones señaladas en la Metodología, se presentan en las Tablas 68 a 71.

La abundancia por grupo de edad está compuesta por cuatro grupos de edad, donde predomina el grupo de edad II con valores que fluctúan entre 52,6 y 53,9%, el grupo secundario es el I con valores que oscilan entre 41,4 y 42,9% (Tablas 68 a 71).

Los grupos de edad I y II, corresponden a las clases anuales 2001 y 2000, respectivamente.

B. Sardina común

Las estimaciones de las varianzas de la abundancia por clase de talla y edad para la sardina común, calculadas según las expresiones señaladas en la Metodología, se presentan en las Tablas 72 a 75.

En esta especie, la abundancia por grupo de edad está compuesta por tres grupos, en la que predomina el grupo **0**, en porcentajes de 93,5%, mientras que el grupo **I** es el secundario con sólo el 4,8% (Tablas 72 a 75).

Los grupos de edad **0** y **I**, corresponden a las clases anuales compartidas 2001-2002 y 2000-2001, respectivamente.



4.7 Determinación del sesgo de orilla

El estudio del sesgo de orilla se realizó entre 39° 15′S y 39° 51′S. Los resultados de la prospección acústica de la L/P "Samaritano II" y B/I "Abate Molina", fueron analizados en 5 subzonas, divididas latitudinalmente (Tabla 76, Fig 91). Las lecturas acústicas por ESDU de cada embarcación fueron consideradas simultáneas siempre que estuviesen a una distancia igual o menor a 1 mn de separación.

La L/P "Samaritano II" realizó un total de 8 transectas perpendiculares a la costa con un recorrido exhaustivo en la franja costera y una aproximación máxima a la costa de 0,01 mn (Fig. 91).

De la información recolectada se seleccionaron aquellos datos provenientes de las mismas zonas prospectadas por el B/I "Abate Molina" y la L/P "Samaritano II" las que fueron contrastadas mediante un análisis de varianza.

En general, el límite costero de la prospección del B/ l"Abate Molina" varió entre 0,4 y 1,14 mn, lográndose los mayores acercamientos en el sector entre los 39° 42,6'S y 39° 51'S (Figs 91 y Tabla 76). Es importante señalar que el acercamiento a la costa estuvo determinado por la profundidad del fondo, el que varió entre 15 y 20 m en las navegaciones costeras. La zona entre puerto Saavedra (38° 50'S) y el paralelo 39° 25'S presentan la plataforma más somera y extensa de la zona de estudio, de allí que los acercamientos a la costa en la prospección acústica en este sector fueron entre 0,5 y 1,14 mn. La distancia a la costa de la L/P Samaritano varió entre 0,01 y 0,51 mn, siendo menores en las cercanías de caleta Queule, correspondiente a la zona B (39° 23,4'S-39°27,6'S).

En el periodo del estudio las lanchas "Samaritano II" y "Don Alberto", realizaron 8 y 3 lances (Fig. 91), con una captura total de 295,5 t (29,6% de sardina común y 70,4 % de anchoveta) y 185 t (69,2% de sardina común y 30,6% de anchoveta), respectivamente (Tabla 77). Las estructuras de tallas de anchoveta de las dos embarcaciones en general fueron unimodales con modas centradas entre 13 y 15 cm, la excepción la constituye el lance 6 del L/P "Samaritano II" realizado en 39° 50'S-53°25,32'W en que la moda se ubicó en 12 cm (Fig 92 y



93). Para sardina común se aprecia que los lances realizados hacia el norte de la zona (Lances 2 y 3 del "Don Alberto") presentaron una estructura de tallas unimodal centrada en 14,5 cm, en los lances realizados en las cercanías de Corral en ambas embaraciones se presenta una estructura de tallas bimodal, con modas principales entre 12 y 14 cm y, secundarias entre 8 y 9 cm, la excepción la presenta el lance 2 y 4 del "Samaritano II" en que las modas principales estuvieron en las tallas menores (Fig 94 y 95).

Las mayores densidades acústicas promedio de ambas embarcaciones se registraron en las zonas A (39° 15'S-39° 23,4'S) y E (39° 42,6'S- 39° 51'S), observándose que en general la señal de las lecturas acústicas de ambas embarcaciones tuvieron un comportamiento similar respecto a la distancia de la costa, con valores máximos a 0,5 y 2,5 mn, siendo mayores para la L/P Samaritano II en las primeras 2,5 mn e invirtiéndose la relación hacia el oeste (Fig. 96). El análisis de varianza de los datos por embarcación en las zonas coincidentes confirma la significancia entre ambos resultados (Tabla 78).

El análisis por zona de la información proveniente de la L/P "Samaritano II" (Tabla 76), indica que en las zonas D y E se produjo sesgo de orilla, debiendo corregirse las lecturas acústicas de las transectas del B/I "Abate Molina" en las primeras 4 mn, zona de prospección común, correspondientes a dichos sectores deben ser corregidas por un factor 1,2 para la zona D y por 1,1 en la zona E.

De este modo, la corrección por el sesgo de orilla para el caso de anchoveta, se aplica a la zona 1, con un aumento del 1,1% (Tabla 37 a 39). En el caso de sardina común, el sesgo de orilla corrige a los resultados obtenidos en las zonas 1 y 2 con un 9,22% y un 0,04%, respectivamente (Tablas 43 a 45).



5 Distribución espacial de los recursos

5.1 Sardina Común

Esta especie se detectó desde el sur de Topocalma (34° 20'LS) a Corral, principalmente asociada al sector costero. A partir de Constitución la frecuencia de aparición se intensifica hasta el extremo sur del área prospectada (Corral), no sobrepasando las agregaciones de sardina las 3 millas de la costa, exceptuando las agregaciones detectadas en las proximidades de la isla Mocha.

En este sentido es posible destacar los focos de abundancia ubicados frente a; punta Nugurne, Talcahuano, golfo Arauco, y desde el sur de puerto Lebu a Corral (Fig. 97), lo cuales constituyen el mayor aporte a la biomasa del recurso. Es así como este sector concentra el 98,1% de la biomasa numérica y el 99,0% de la biomasa en peso del recurso sardina común.

Los reclutas de sardina común se concentraron preferentemente desde Constitución a puerto Saavedra (Fig. 98), registrándose las mayores densidades en las cercanías de Talcahuano a la boca norte del golfo de Arauco; cercanías de Lebu y al norte de isla Mocha.

En el sentido vertical, durante el día la sardina presentó agregaciones compactas tipo cardumen o estrato para posteriormente durante el período nocturno dispersarse en superficie, con agregaciones de tipo estrato (zona de alta densidad) o disperso en zonas de baja densidad. En este sentido es posible señalar que durante el día la sardina común se localizó de preferencia entre los primeros 30 metros de profundidad, donde se concentró el 97% de las agregaciones (Fig. 99a).

5.2 Anchoveta

La distribución espacial de anchoveta es similar a la registrada para sardina común, con una presencia ligada al área costera dentro de las 0,3 a 3 millas náuticas de la costa, aumentando sus niveles de densidad a partir de Constitución al sur (Fig. 97). Para esta especie se identifican dos sectores de concentración, el primero ubicado desde Constitución y puerto Coronel y donde predominan focos de reducido tamaño y niveles de densidad bajos, en tanto



el segundo sector se localiza desde el norte de puerto Saavedra a Corral y las agregaciones más frecuentes son de mayor densidad.

Este tipo de distribución explicaría el alto volumen de biomasa estimado en la subzona 1, la cual representa el 59,8 % de la abundancia en número y un 87,7% de la biomasa total estimada para la zona de estudio.

Los reclutas de anchoveta se ubicaron principalmente entre punta Lavapié y punta Nugurne (Fig. 98), con concentraciones notablemente inferiores a las registradas en sardina.

En el sentido batimétrico la anchoveta presentó una distribución más superficial, al concentrarse el 96% de las agregaciones entre la superficie y los primeros 20 metros de profundidad. Del mismo modo, el comportamiento gregario en un ciclo de un día fue similar a lo observado en el recurso sardina común, es decir el nivel de concentración del recurso en cierta forma determina el tipo de agregación nocturna (Fig. 99).

5.3 Indice de Ocupación (IOC)

En la Tabla 79 se aprecia que el Índice de Ocupación (IOC) de la anchoveta total alcanza el 29%, siendo el 25% ocupado por las categorías más bajas (sólo presencia) y con sólo 0,7% celdas de alta abundancia. Los reclutas alcanzan un IOC de 29%.

Con respecto a la sardina se observa que el IOC alcanza a porcentajes similares en total y reclutas (27%) (Tabla 79), siendo un 12% de pixeles con categorías bajas (sólo presencia) y un 1,7% y 1,5% de pixeles con alta abundancia para total y reclutas, respectivamente.



5.4 Distribución espacial de los recursos y su relación con las variables biooceanográficas

En la Tabla 80 se presenta los coeficientes de Cramer resultantes de las tabulaciones cruzadas entre imágenes de abundancia total, reclutas de anchoveta y sardina común, con las imágenes de las variables oceanográficas temperatura y salinidad en superficie y 11 m de profundidad y clorofila "a" integrada hasta 30 metros. De ella se desprende que las mejores asociaciones para el recurso anchoveta se presentan entre reclutas y salinidad a 11 m (C.C.=0,60). De igual modo, los reclutas de sardina común presentan el mayor coeficiente con la variable salinidad a 11 m (0,55).

En las Tablas 81 y 82 se presentan los mismos resultados anteriores por subzona. Se puede observar que tanto para anchoveta como para sardina común, las asociaciones variaron entre moderadas a muy buenas (0,50 a 1,0).

En las Figuras 100 y 101 se presentan las distribuciones espaciales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 m de profundidad y clorofila "a" integrada hasta 30 m, indicándose los focos de abundancia de anchoveta y sardina común.

5.4.1 Anchoveta

• En relación con la temperatura

Geográficamente la anchoveta se distribuyó principalmente al sur de la isla Mocha, en una franja costera que no supera las 6 mn, con focos costeros de alta abundancia asociados a las desembocaduras de los ríos Imperial y Toltén. Otros focos de menor importancia se encuentran en el extremo sur occidental del golfo de Arauco; en la boca de bahía Coliumo y al sur de la desembocadura del río Maule, éste último el de mayor extensión de la zona norte. Todos estos focos de abundancia, en general, están asociados a las isotermas de TSM de 13° a 14°C, sin embargo en la capa de 11 m la temperatura asociada predominante es 11°C (Fig. 100).

Los resultados del análisis mediante el SIG, indica que la anchoveta en su totalidad y en la fracción reclutas se localizó en rangos de TSM entre 10 y 16°C, con preferencias en los 14°C



(Figs. 102 y 103). Este rango es dos grados inferior en el límite superior al reportado para el crucero enero del 2001 (Castillo *et al.* 2001). A su vez, en la capa de 11 m los rangos de distribución varían entre 9 y 14°C, con alta ocurrencia en los 11°C.

• En relación con la salinidad

La salinidad superficial límite de la distribución de anchoveta total y reclutas (Figs. 102 y 103) varió desde valores menores a 33 psu, los que están asociados principalmente a las desembocaduras de los ríos Imperial y Toltén, hasta un máximo de 34,7 psu, ubicados en los focos desde el golfo de Arauco hacia el norte, donde claramente se aprecia un incremento de las salinidades superficiales (Fig. 100). En la capa de 11 m, los focos de anchoveta se registraron en las isohalinas > 34,1 psu (Fig.100).

Los resultados del SIG permiten precisar el amplio rango de las salinidades en que se distribuyó la anchoveta, tanto para el total como para los reclutas, en las dos capas consideradas, variando entre 34,7 y <33 psu, con preferencias relativas en 33,9- 34 psu para la capa superficial y entre 33,5 a 34,5 psu y preferencias en los 34.2 psu, en los 11 m (Fig. 102 y 103). La diferencia más importante se aprecia en las isohalinas que limitaron los reclutas en la capa de 11 m (Fig. 103), que registraron un rango más estrecho y de valores menores que en superficie, variando entre 33,2 a 33,6 psu, centrados entre 33,3 y 33,5 psu.

• En relación con el oxígeno disuelto

Los focos del total de anchoveta y reclutas de anchoveta se ubicaron por sobre 2 ml/l hasta los 8 ml/l en la capa superficial de oxígeno, con una alta ocurrencia en los 6 y 7 ml/l (Figs. 101 a 103). Los focos de anchoveta ubicados en el golfo de Arauco y en la boca de bahía Coliumo se ubicaron en valores inferiores a 6 ml/l. En la capa de 11 m, el rango se amplía hacia valores menores (hasta 0,5 ml/l), manteniéndose la mayor frecuencia en valores mayores (3,5 a 6,5 ml/l). Los reclutas en este estrato de profundidad estuvieron ausentes en valores por sobre los 6 ml/l (Fig. 103).

• En relación con la clorofila "a" integrada



En general los focos de abundancia de este recurso se asocian a zonas con altos valores de clorofila "a" integrada (sobre los 45 mg/m²), principalmente en los focos desde el golfo de Arauco al sur. Los focos al norte del Golfo están asociados a zonas de niveles intermedios de clorofila integrada (entre 10 y 30 mg/m²)(Fig. 101). Los rangos de distribución del total de anchoveta se presentan entre <10 mg/m² a >90 mg/m², destacando los valores por sobre los 45 mg/m² (Fig. 102). Los reclutas por su parte estuvieron ausentes en rangos de clorofila > 70 mg/m² (Fig. 103).

5.4.2 Sardina común

• En relación con la temperatura

Los focos de abundancia de sardina común se presentan en franjas costeras de gran extensión (Fig. 100), siendo el de mayor importancia en términos espaciales, el ubicado entre punta Nena y puerto Saavedra. Otro de los focos de importancia por sus altos valores de densidad se ubicó en las inmediaciones de la isla Mocha. Estos focos principales se encuentran asociados a las isotermas de TSM de 14° y 15°C, las que bajan a 11° C en la capa de 11 m. En el golfo de Arauco se presentan pequeños focos, los cuales se asocian a TSM que no superan los 14°C y a isotermas de 11°C en la capa de 11 m. Otro foco a destacar se ubicó entre la boca de bahía Concepción y el río Itata (15 mn aproximadamente de extensión), el que estuvo limitado en su extremo Oeste por el gradiente superficial 13°-14°C.

Los análisis del SIG indican que la sardina común total y reclutas se ubicó en TSM desde los 10°C hasta los 16°C, con mayor frecuencia entre 14 y 15°C, mientras que en 11 m se presentan en rangos similares a la anchoveta, cuya mayor incidencia está entre 11° y 12°C (Figuras 104 y 105).



• En relación con la salinidad

Los focos de abundancia de sardina presentan dos patrones de distribución con respecto a esta variable, uno al sur del puerto de Lebu y el otro desde el puerto de Lebu al norte. El primero se caracteriza por una tendencia de incremento en sentido sur-norte, principalmente afectado por la influencia de los ríos Imperial y Toltén, encontrándose fraccionamientos de los focos en las zonas de menor salinidad superficial (menores a 33 psu) (Fig. 100). En esta misma zona, pero en las inmediaciones de la isla Mocha se observa que los focos se encuentran limitados por las gradientes 33,9-34,0 y 3,.0-34,1 psu.

Al norte del puerto de Lebu se observa que los niveles de salinidad son superiores, principalmente en el interior del Golfo, encontrándose los focos de abundancia asociados a salinidades por sobre los 34,4 psu, tanto en superficie como a 11 metros.

Al igual que la temperatura, en salinidad el comportamiento de distribución para total y reclutas de sardina es similar. En superficie hay presencia de recurso en un amplio rango que varía desde <33 psu hasta 34,7 psu, con leves preferencias en los 33,9 a 34,0 psu. En la capa de 11 m, el rango se hace más estrecho fluctuando entre 33,5 a 34,5 psu, con una clara dominancia del nivel 34,2 psu (Figs. 104 y 105)

• En relación con el oxígeno disuelto

La distribución de los focos con relación a esta variable, de igual modo que con la salinidad, sigue dos patrones: uno al sur del puerto de Lebu y otro al norte de éste. En el primero se aprecia claramente una asociación de los focos a altos valores de oxígeno (sobre 6 ml/l), tanto en la franja costera como en las inmediaciones de la isla Mocha. En la zona al norte del puerto de Lebu se observa una asociación a las oxiclinas entre los 1 ml/l a 5 ml/l, en ambas capas (Fig. 101).

Las celdas de sardina común total y reclutas estuvieron asociadas a oxiclinas superficiales entre 1 a 8 ml/l, con una marcada preferencia por los 6 ml/l (Figs. 104 y 105), mientras en la capa de 11 m el rango fluctuó entre 0,5 a 8 ml/l, con una frecuencia relativamente mayor entre 3,5 y 6,5 ml/l (cerca del 90%).



• En relación con la clorofila "a" integrada

En general los focos de abundancia de sardina, al igual que anchoveta, están asociados a zonas de altos niveles de clorofila integrada. Sin embargo, cabe destacar el foco localizado entre la boca de bahía Concepción y el río Itata, el cual siendo de gran importancia, se presenta asociado a valores que no superan los 10 mg/m² (Fig 101).

Lo anterior, es apreciado mediante el SIG, que indica un amplio rango de distribución variando entre <10 y >90 mg/m² con frecuencias de aparición relativamente mayores por sobre los 45 mg/m² (aprox 50%). (Figs 104 y 105).

5.5 Señal latitudinal de los recursos y su relación con las variables oceanográficas

5.5.1 Anchoveta

En las Figuras 106 a 109 se presentan las señales latitudinales de temperatura y salinidad superficial y clorofila "a" integrada a 30 m, con respecto a Sa total y reclutas de anchoveta, en las franjas paralelas a la costa de: 0 a 2 mn; 2 a 6 mn; 6 a 10 mn y; más de 10 mn, respectivamente. Del mismo modo en las Figuras 110 a 113 se presentan las señales latitudinales de los gradientes longitudinales de dichas variables bio-oceanográficas, para las mismas franjas costeras.

La señal de la temperatura indica claramente la reducción de la temperatura desde el norte de los 37° S y hasta los 37°30'S, con valores cercanos a 11,5°C, mientras que hacia el norte y sur de este sector las temperaturas fueron mayores. El espectro de la señal de temperatura fue similar para las cuatro franjas consideradas, con una mayor modulación hacia las franjas más oceánicas (Fig. 106 a 109). La señal latitudinal de anchoveta permite destacar que los mayores valores se presentaron en las primeras 4 mn de la costa y una notable reducción en las dos franjas más oceánicas, presentándose un patrón indefinido respecto a la temperatura en las cuatro franjas, registrándose entre 11,7 y 16,5° C.



La señal latitudinal de la salinidad permite distinguir la intrusión de aguas menos salinas en las desembocaduras de los ríos más importantes, siendo notable el efecto del Biobío, el Imperial y el Toltén, los que influyen hasta las 6 mn de la costa. Es interesante resaltar que no obstante la importante influencia del río Biobío en la reducción de la salinidad en las primeras 2 mn de costa, éste se reduce en la franja más oceánica (2-4 mn), siendo similar al efecto del Imperial entre las 2 y 6 mn, mientras que el Toltén y el Imperial afectan hasta más allá de las 6 mn (Fig. 106 a 109). Del mismo modo que en temperatura, la señal de anchoveta presentó un patrón indeterminado respecto a la salinidad, presentándose asociado directamente con las salinidades más bajas, como en el río Imperial, Toltén e Itata ó en las zonas de gradiente cercanos al río Calle-Calle. Los reclutas de anchoveta presentan un patrón aparentemente más definido, ubicándose en sectores con cambios discretos en la salinidad.

La clorofila integrada tiende a aumentar hacia el sur, presentándose los mayores valores al sur de los 38°00'S. Los mayores valores de la señal de anchoveta estuvieron asociados con los altos niveles de clorofila integrada. Cabe destacar que el espectro de la señal de clorofila integrada es similar en las 4 franjas consideradas, sugiriendo que los altos niveles determinados en las fanjas costeras se mantienen más al oeste de las 10 millas náuticas.

La señal latitudinal de las gradientes longitudinales de temperatura permite destacar la mayor influencia de los ríos en las 6 primeras millas de la costa, con una alta variabilidad de este valor. Hacia las franjas más oceánicas (oeste de las 6 mn), el espectro se presenta con una mayor modulación disminuyendo la variabilidad (Figs. 110 a 113). La anchoveta total y reclutas se ubicaron asociados directamente a los sectores de mayor gradiente ó en las cercanías de estos, como es el caso del sector cercano al río Imperial.

Los gradientes de salinidad, permiten resaltar la influencia de los ríos Biobío, Toltén y Calle-Calle, los que tienen una importante influencia hasta 10 mn. La anchoveta se registró asociada a sectores de gradiente discreta a somera, evitando las mayores gradientes.



5.5.2 Sardina común

La señal latitudinal de sardina común permite apreciar la alta incidencia de los registros en la franja costera (costa –2 mn), tanto para el total como para los reclutas, y la paulatina disminución hacia el oeste, con una virtual desaparición más allá de las 10 mn, con la excepción del registro en las cercanías de isla Mocha (Fig. 114 a 117).

De igual modo que la anchoveta, la sardina común registró sus mayores niveles en la franja de 0 a 2 mn, diferenciándose en su distribución latitudinal puesto que los principales focos de abundancia estuvieron localizados al norte del puerto de Lebu. Con respecto a la señal de las variables bio-oceanográficas, se puede decir que los principales focos se encuentran asociados a zonas de gradiente latitudinal de temperatura.

En cuanto a la salinidad se observa que en general, los focos más importantes de sardina se presentaron en sectores con cambios latitudinales de la variable, provocados por los grandes ríos de la región, desacándose el importante foco asociado a los ríos Biobío, Imperial, Toltén e Itata.

Por otro lado, se observa que estos principales focos de abundancia de sardina se presentaron en todos los niveles de clorofila-a integrada , con una tendencia a registrarse en áreas con gradiente latitudinal somera de clorofila integrada (Figs. 114 a 117).

Con respecto a la señal latitudinal de los gradientes longitudinales de las variables, se puede observar algo similar que con anchoveta, registrándose los mayores valores asociados a altas variaciones en el gradiente, con la excepción de la clorofila en que ambos recursos fueron detectados en sectores en que la gradiente es baja ó somera (Figs.118 a 121).

5.6 Distribución espacial de anchoveta y sardina común en los cruceros de primavera-verano (período 1999 – 2001) y su asociación histórica con las variables temperatura y salinidad superficial.

En el período 1999 a 2001 se han efectuado 3 cruceros para cuantificar hidroacústicamente la anchoveta y sardina común en el momento del pic de reclutamiento. En la Figura 122 se presentan las cartografías de las distribuciones de total de anchoveta y sardina común



clasificados por categoría de densidad para los cruceros RECLAS 9912 (dicembre 1999), 0101 (enero 2001) y 0201 (enero 2002).

5.6.1 Anchoveta

En la Tabla 83 se observa que desde diciembre de 1999 (RECLAS 9912), el área de cobertura de la anchoveta ha disminuido sustancialmente, representando en ese año un área de 6.795 mn², mientras que en enero del año 2001 (0201) el área sólo llegó a 2.360 mn².

Con respecto a la asociación con temperatura y salinidad superficial (Fig. 123), se aprecian rangos estables en ambas variables, cambiando los niveles de preferencias o de mayor ocurrencia de cardúmenes de este recurso. Así en el crucero 9912, las mayores ocurrencias estaban entre 12 y 13°C de TSM y entre 34,2 a 34,4 psu de salinidad, sin embargo en los cruceros 0101 y 0201, se observan desplazamientos hacia valores de 14 a 16°C de TSM y 33,9 y 34,1 psu.

5.6.2 Sardina común

Para este recurso en los cruceros 9912 y 0101 se observó una permanencia temporal de cobertura espacial en términos de área (4.014 y 4.370 mn², respectivamente), sin embargo, en el crucero 0201 se observa una disminución en alrededor de un 50% de ésta, llegando a sólo 2.229 mn² (Tabla 83).

Con respecto a su asociación con la variable temperatura, se aprecia un patrón similar a lo ocurrido con el recurso anchoveta (Fig. 123), implicando un aumento de los rangos de preferencia desde el crucero 9912 a los cruceros subsiguientes. En términos de salinidad se observa una cierta estabilidad temporal en los niveles y rangos de mayor ocurrencia.



6. Caracterización y análisis de las agregaciones de sardina común y anchoveta

Se procesó y analizó un total de 3.928 agregaciones mediante el programa Sonardata, correspondientes a sardina común y anchoveta, información extraída de las transectas de prospección acústica y navegaciones orientadas a la búsqueda de cardúmenes. La muestra se separó en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 5:30 horas de la mañana y las 21:30 horas (2.903 detecciones), mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el período restante para completar las 24 horas (1.025 detecciones).

Dado el grado de mezcla entre las especies y la imposibilidad de discriminar las agregaciones de anchoveta y sardina común, los datos son tratados para el total, sin separar por especie.

Se aplicó un análisis de componentes principales para establecer y jerarquizar las variables individuales o agrupadas que permitan diferenciar o caracterizar las agregaciones, separadas en ambiente diurno y nocturno.

A fin de determinar posibles cambios en la morfología y comportamiento de estas especies según zonas de distribución, la muestra se separó latitudinalmente en agregaciones ubicadas al norte y al sur de la latitud 37°20'S.

6.1 Resultados análisis componentes principales

6.1.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la Tabla 84, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones diurnas.

A fin de determinar si efectivamente las variables se encuentran correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones (Tabla 85), en donde se encontró una alta correlación entre la elongación con el largo, perímetro y área de las mismas. El índice de altura como era de



esperar presenta una correlación negativa con la profundidad de las agregaciones y positiva (aunque menor) con la profundidad del fondo. También se aprecia que los descriptores altura de agregaciones y dimensión fractal no presentan gran correlación con ninguna de las variables.

Los valores propios y la proporción de la variabilidad total y acumulada explicada por cada uno de los componentes se entrega en la Tabla 86. En ella se aprecia que los componentes 1, 2 y 3 califican según el criterio de selección de Kaiser (valor propio mayor que el valor propio promedio de todos los componentes), explicando el 78,8% de la variabilidad, siendo el principal el componente 1 el cual explica el 39,9% del total (Fig. 124).

La Tabla 87 entrega los valores de los vectores propios de la matriz de componentes principales y las variables originales, en ésta se observa que el perímetro, largo, área y elongación poseen los mayores coeficientes dentro de la primera componente, resultando que éste involucra los descriptores morfométricos de las agregaciones (Fig. 125).

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batimétricas como son profundidad de agregaciones e índice de altura y en menor grado la profundidad del fondo, el componente 3 se asocia fuertemente con la dimensión fractal y la altura de agregaciones, es decir al igual que el componente 1, asocia variables morfométricas.

Al observar gráficamente la correlación de las variables originales con los dos primeros componentes (Fig. 126), se corrobora que el componente 1 se asocia con las variables morfométricas, en las que se aprecia la fuerte correlación positiva entre este componente y el perímetro, largo, área y elongación. Mientras que el componente 2 asocia las variables batimétricas apreciándose que se correlaciona positivamente con el índice de altura, en menor grado con la profundidad del fondo y negativamente con la profundidad de agregaciones.

Como se nombró anteriormente el uso de los tres primeros componentes principales explica el 79% de la variabilidad total, permitiendo desechar la variable profundidad del fondo del total de descriptores para ambiente diurno.

6.1.2 Agregaciones nocturnas



El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la Tabla 88, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones nocturnas.

La Tabla 89 entrega la matriz de correlaciones, en donde se encontró una alta correlación entre el perímetro con el largo, alto y el área y elongación de las agregaciones. El índice de altura presenta una correlación negativa con la profundidad de los agregaciones. También se observa que la variable dimensión fractal no presenta buena correlación con ninguna de las variables.

Los valores propios y la proporción de la variabilidad total y acumulada explicada por cada uno de los componentes se entrega en la Tabla 90. En ella se aprecia que los componentes 1, 2, 3 califican según el criterio de selección de Kaiser, explicando el 80,9% de la variabilidad, siendo el principal el componente 1 el cual explica el 48,7% del total (Fig. 127).

La Tabla 91 entrega los valores de los vectores propios de la matriz de los componentes principales y las variables originales, en ésta se observa que el área, perímetro, largo, elongación y altura poseen los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, resultando que éste involucra los descriptores morfométricos de las agregaciones (Fig. 128).

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batimétricas como son índice de altura y profundidad de agregaciones, el componente 3 se asocia principalmente con la profundidad del fondo.

Al observar gráficamente la correlación de las variables originales con los dos primeros componentes (Fig. 129), se corrobora (al igual que en el caso diurno) que el componente 1 se asocia con las variables morfométricas, en las que se aprecia la correlación positiva entre el perímetro, largo, área, elongación y altura de agregaciones. Mientras que el componente 2 asocia principalmente las variables batimétricas.

Como se nombró anteriormente, el uso de los tres primeros componentes principales explica el 81% de la variabilidad total, permitiendo desechar en el caso nocturno la variable dimensión fractal del total de descriptores para ambiente nocturno.



6.2 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas

6.2.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las Tablas 84 y 88, para el total de detecciones correspondientes a agregaciones diurnas y nocturnas. En éstas se puede apreciar que las agregaciones diurnas presentaron un rango de longitud que varió desde los 1,2 m hasta los 2.988 m con un valor promedio de 31,7 m, mientras que en ambiente nocturno las agregaciones fluctuaron entre un mínimo de 2,8 m hasta un máximo de 7.080 m alcanzando un valor promedio de 166,4 m de largo.

Las áreas de las agregaciones detectadas tuvieron durante el día una variación que fluctuó entre los 1,6 m² y los 14.197 m² con un área promedio de 119,8 m². En ambiente nocturno se detectaron agregaciones de mayor área, las que variaron entre los 4,7 m² y 61.290 m² con un valor promedio de 754,3 m².

Con respecto a la elongación (relación largo/alto de las agregaciones), se observó que durante la noche los valores de este descriptor son mayores que durante el día. En ambiente diurno la elongación tuvo un valor máximo de 420,1 con un mínimo de 0,3 y promedio de 7,3 mientras que en la noche este descriptor fluctuó entre 1,2 y 575,5 con una elongación promedio de 23,3.

Para el caso diurno, la moda estuvo centrada en el valor 3 con un 14,7% de las observaciones en dicho valor (Fig. 130a), moda menor que el promedio (7,3), debido a que durante el día también se detectaron agregaciones de gran longitud, no obstante lo anterior el 59,7% de las agregaciones se encontró en el rango entre 3 y 7 de elongación, menor que durante la noche en donde la moda se centró en el valor 8 con un 15,8% de las detecciones y con un 69,3% de las agregaciones con elongación sobre 8 (Fig. 130b), lo que provoca que el promedio sea superior a la moda, es decir en ambiente nocturno se mantiene la tendencia de estas especies a formar cardúmenes de mayor extensión horizontal (estratos).

La Dimensión fractal, descriptor que representa el grado de cohesión de los peces que conforman el cardumen, alcanzó valores promedio de 1,35 y 1,61 para las agregaciones



diurnas y nocturnas, respectivamente, reflejando una tendencia general a formar durante el día agregaciones más cohesionadas que durante la noche.

La distribución de frecuencia de la Dimensión fractal diurna fue del tipo unimodal con los valores más altos ubicados en el sector izquierdo de la curva, con moda menor al promedio centrada en 1,25 (Fig. 131a), reflejando con lo anterior una gran tendencia a formar agregaciones compactas durante el día. El 12,3% de las observaciones se centró en la moda, mientras que el 73,3% de las agregaciones presentó valores de Dimensión fractal menores que el valor medio de cohesión (1,5). Cabe recordar que valores cercanos a 1 representan mayor grado de cohesión mientras que lo contrario ocurre con valores cercanos a 2.

Para el caso nocturno la moda estuvo centrada en el valor 1,65 con el 15,3% de las observaciones (Fig. 131b), valor levemente superior al promedio. El 44,6% de las agregaciones se situaron en el rango comprendido entre 1,6 y 1,7 reflejando una clara tendencia a formar agregaciones más disociadas durante la noche.

Lo anterior, indica que durante el día las agregaciones tenderían a formar agregaciones más compactas y menos elongadas que durante la noche.

6.2.2 Descriptores batimétricos

Los resultados indican que en promedio las agregaciones diurnas se ubican a mayor profundidad que las agregaciones nocturnas, encontrándose las primeras a 12,8 m desde la superficie, mientras que las segundas a 7,5 m de profundidad. Durante el día el rango de variación fluctuó desde los 1,4 m hasta los 68,6 metros. Durante la noche las agregaciones fueron detectadas desde los 1,6 m hasta los 30,2 m (Tablas 84 y 88).

Si bien en promedio las agregaciones diurnas se ubican a 12,8 m de profundidad, la distribución de frecuencia de la profundidad de agregaciones nos muestra una moda principal en los 6 m (26,2%) y propone una moda secundaria en los 20 m (6,2%), lo que estaría sugiriendo la presencia de un segundo grupo que se ubicaría más profundo en la columna de agua (Fig. 132a).



La distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones para el caso nocturno entrega una moda principal en el rango entre 6 y 8 m con el 46% de las observaciones (Fig. 132b), coincidente con la profundidad promedio de todas las agregaciones

Los valores promedio del descriptor índice de altura nos indican que durante el día las agregaciones se ubican a un 57,5% del fondo, mientras que durante la noche se encontrarían un 79,3% del fondo marino.

Sin embargo analizando las distribuciones de frecuencia del descriptor índice de altura, podemos observar que durante el día las agregaciones de sardina común y anchoveta se distribuyen prácticamente en toda la columna de agua (Fig. 133a) sugiriendo una moda principal en el valor 90 con el 11,7% de las observaciones y una secundaria a 10% del fondo (6,3% de las observaciones), coincidiendo con la distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones en donde se encontraría la presencia de dos grupos diferentes.

En ambiente nocturno se observa una tendencia a mantenerse más cerca de la superficie con la moda centrada en el valor 85 de índice de altura con el 34% de las observaciones, lo que se corrobora al sumar las frecuencias entre los rangos 80 y 95, en donde se agrupa el 76,6% de las observaciones (Fig. 133b).



6.3 Resultados agregaciones separadas por latitud 37°20'S

A fin de determinar posibles diferencias de morfología y comportamiento de las agregaciones de sardina común y anchoveta según las zonas de distribución, se procedió a separar las agregaciones de acuerdo a su ubicación latitudinal, refiriendo el límite en la latitud 37°20'S, obteniendo un grupo al norte de la latitud (Lebu-Topocalma) con 1.599 observaciones denominado grupo A, y otro al sur de dicha latitud (Corral-Lebu) con 2.329 agregaciones denominado grupo B.

6.3.1 Agregaciones diurnas grupos A y B

6.3.1.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las Tablas 92 y 93, para el total de agregaciones diurnas al norte y sur de latitud 37°20'LS, respectivamente.

En éstas se puede apreciar que en ambos grupos las longitudes promedio de las agregaciones no presentan grandes diferencias, alcanzando los 34,5 m las agregaciones del grupo A y 30,0 m las del grupo B. El rango de variación es mayor en las agregaciones al sur de la latitud con valores que abarcan desde los 1,2 m hasta los 2.988 m, mientras que para el grupo A el rango abarca desde los 1,3 m hasta los 1.278 metros.

Con respecto a las áreas de las agregaciones, se observa que las agregaciones diurnas de la zona sur son levemente mayores que las de la zona norte con un promedio de 132,7 m² contra 103,7 m². El rango de variación de este descriptor es mayor en la zona sur (B) siendo éste entre los 1,6 y 14.197 m², mientras que al norte de la latitud de referencia (A) los valores oscilan entre los 2,0 y 4.419 m².

Los valores del descriptor elongación presentan diferencias entre ambos grupos. El valor promedio de la relación largo/alto es mayor en las agregaciones al norte del límite latitudinal, con un valor de 9, mientras que al sur de la latitud la elongación alcanzó el valor 6.

Las modas de las distribuciones de frecuencia del descriptor elongación en ambos grupos también presentan diferencias, siendo mayor en el grupo A, con una moda centrada en el valor



5 con el 12,9% de las observaciones (Fig. 134a), mientras que en el grupo B la moda se centra en el valor 3 (18,4%) (Fig. 134b).

El valor promedio del descriptor Dimensión fractal para el período diurno fue levemente superior en el grupo A con 1,37 contra 1,34 del grupo B, mientras que sus distribuciones de frecuencia presentaron modas similares centradas en 1,25 (Fig. 135 a y b). En el grupo A la segunda moda se ubica en el valor 1,3 (a la derecha de la moda principal) mientras que para el grupo B la segunda moda resulta en el valor 1,2 (a la izquierda de la moda principal), es decir existiría una relación entre el mayor valor de elongación y una mayor Dimensión fractal o un menor valor de elongación con una mayor cohesión de las agregaciones, como lo reflejan los resultados de las agregaciones de la zona al norte y sur de la latitud 37°20'LS, respectivamente.

6.3.1.2 Descriptores batimétricos

Los valores promedio de la profundidad de las agregaciones resultaron diferentes para el caso diurno al separar por latitud. Al norte de la latitud, la profundidad promedio resultó en 7,2 m mientras que al sur de la latitud fue de 17 m, lo que se corrobora al observar las distribuciones de frecuencia de este descriptor.

Para el grupo A la moda se centró en los 6 m con el 47,7% de las observaciones (Fig.136a), mientras que para el grupo B se encontró una moda principal en los 8 m (10,4%) y una secundaria en los 20 m (10,1%) (Fig. 136b). Estas distribuciones explican en mejor forma la distribución de frecuencia de profundidad de las agregaciones para el total de la zona en ambiente diurno (Fig. 132a), en donde se sugería la presencia de dos grupos. La influencia es fuerte en superficie del grupo A, en donde al norte de la latitud 37°20'LS el 81,4% de las agregaciones se ubicó en el rango entre los 4 y 8 m de profundidad; mientras que, a mayor profundidad, la presencia del grupo B es marcada, ya que al sur de la latitud mencionada el 82,5% de las agregaciones se ubicó entre los 8 y 30 m de profundidad.

Los valores promedio del descriptor índice de altura también fueron considerablemente diferentes para ambos grupos. Las agregaciones del grupo A se ubicaron en promedio a 76,5% del fondo, mientras que las de la zona sur (B) a un 43,4%.



Al igual que el caso anterior, estos valores se explican gráficamente al observar las distribuciones de frecuencia para ambos grupos.

Mientras que en el grupo A existe una marcada tendencia a ubicarse cerca de la superficie durante el día, resultando una moda en el valor 90 y con el 63,5% de las agregaciones entre el valor 80 y 95 de índice de altura (Fig. 137a). En el grupo B, es decir al sur de el límite latitudinal, la tendencia es a distribuirse durante toda la columna de agua en el período diurno resultando dos modas, una centrada en el valor 10 con el 10,4% de las observaciones y una segunda en el valor 75 con el 9,7% de las agregaciones (Fig. 137b). Lo anterior explica de mejor forma la distribución de frecuencia de este descriptor para el total de agregaciones en período diurno (Fig. 133a), en donde la moda principal resulta de la influencia del grupo A; mientras que las dos modas secundarias resultan de la influencia del grupo B.

Lo anterior, se puede asociar además a los resultados de Dimensión fractal y elongación, en donde en el grupo A se observa que las agregaciones al ubicarse más cercanas a la superficie presentan una mayor elongación y un mayor (aunque leve) valor de Dimensión fractal, lo contrario a lo que ocurre en el grupo B.

6.3.2 Agregaciones nocturnas grupos A y B

6.3.2.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las Tablas 94 y 95, para el total de agregaciones nocturnas al norte y sur de la latitud 37°20'LS respectivamente.

En ambas zonas se obtuvo valores superiores a sus similares diurnas, siendo mayor la longitud promedio del grupo A, con 200,8 m con un amplio rango de variación que fluctuó desde los 5,4 hasta los 7.080 m, mientras que las agregaciones ubicadas al sur de la latitud límite, presentaron una longitud promedio de 157,7 m variando entre los 6,8 y 5.167 metros.

Similar tendencia ocurre con las áreas promedio de las agregaciones en ambas zonas, en donde las del grupo A alcanzan los 1.131 m^2 mientras que en el grupo B el área promedio fue de 612,8 m².



A pesar de las diferencias en las longitudes y áreas promedio de las agregaciones de ambos grupos, el valor de la elongación promedio fue similar para ambas zonas e igual a 23,9. En ambos casos también las modas de las distribuciones de frecuencia de la elongación fueron menores al promedio resultando en el valor 8 con el 17,7% de las observaciones en el grupo A (Fig. 138a) y el 14,5% en el grupo B (Fig. 138b). Ambas distribuciones se presentan bastantes similares con los valores mas altos en el sector izquierdo de la curva.

Los valores del descriptor Dimensión fractal también presentan similitud para las agregaciones nocturnas de ambas zonas, resultando un valor promedio de 1,63 para el grupo A y de 1,61 para el grupo B, es decir valores que representan baja cohesión en las agregaciones. Los valores de las modas en las distribuciones de frecuencia de este descriptor resultaron levemente diferentes para ambos grupos. La moda para el grupo A se centró en el valor 1,60 con el 17,4% de las observaciones (Fig. 139a) mientras que para el grupo B la moda estuvo en el valor 1,65 con el 16% de las agregaciones (Fig. 139b).

6.3.2.2 Descriptores batimétricos

La profundidad promedio de las agregaciones fue la misma para ambos grupos en ambiente nocturno, resultando un valor de 7,3 m, variando en el grupo A entre los 3,8 y 20,8 m, mientras que la variación del grupo B abarcó desde los 1,6 m hasta los 30,2 metros.

Las distribuciones de frecuencia de la profundidad de agregaciones presentan similares modas centradas en los 8 m, con el 47,0% de las agregaciones (Fig. 140a) en el caso del grupo A y el 46,9% de las observaciones en el caso del grupo B (Fig. 140b). En ambos casos las modas secundarias se centraron en los 6 m de profundidad, aún cuando para el grupo A tuvo mayor frecuencia en dicho rango, provocando con esto que el 82,2% se concentró entre los 4 y 8 m de profundidad, mientras que para el grupo B el 75,3% se concentró en igual rango.

Aunque en el grupo A las agregaciones se concentraron más en superficie que en el grupo B, el valor del índice de altura promedio fue levemente superior en el grupo B, con un 80,1% de



distancia desde el fondo, mientras que en el grupo A el valor promedio alcanzó el 78,3% de altura desde el fondo.

Las agregaciones de la zona al norte de la latitud 27°20'LS presentaron una moda principal en el valor 95 del índice de altura y una secundaria en el valor 80 con el 17,1% y 16,8% de las observaciones, respectivamente. El 62% de las agregaciones se situaron entre el 80 y 95% de altura desde el fondo (Fig. 141a). En el grupo B la moda principal se concentró en el valor 85 de índice de altura, con el 45,7% de las agregaciones, mientras que el 86% se situó entre el 80 y 95% de altura desde el fondo (Fig. 141b).

La diferencia en las formas de las distribuciones del índice de altura de los grupos A y B a pesar de la similitud de sus respectivas distribuciones de profundidad de agregaciones, se debe a que en la zona sur el fondo es más homogéneo, sin grandes fluctuaciones, mientras que avanzando hacia el norte, la plataforma continental comienza a angostarse paulatinamente, aumentando el fondo a menor distancia de la costa, lo que provoca que a similar profundidad de agregación, el índice de altura disminuya su valor.



.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis comparativo de la hidrografía regional

El análisis comparativo de la hidrografía en la región de estudio tiene el propósito de contrastar los resultados obtenidos en este Crucero con los reportados en otros de similar naturaleza, es decir, cruceros acústicos y bio-oceanográficos vinculados con la región costera del centro-sur de Chile durante el período estival. Además, se incorpora a este análisis, información reportada en una escala menor de observación, asociada fundamentalmente a la región costera, a la zona de bahías y golfos de la VIII Región.

En la región centro-sur de Chile se han realizado tres cruceros de evaluación hidroacústica del reclutamiento de sardina común y anchoveta que han incorporado mediciones oceanográficas en el área prospectada. Estos cruceros se efectuaron aproximadamente entre los 34°00'S y los 40°00'S en los meses de diciembre de 1995 (Castillo *et al.*, 1996), diciembre de 1999 (Núñez *et al.*, 2000) y enero de 2001 (Núñez *et al.*, 2001). Además, los resultados reportados en esta oportunidad, se contrastarán con cruceros similares desarrollados para la evaluación directa de merluza común para la región costera de la zona central de Chile durante el período primaveral de los años 1995, 1997, 1999 y 2000 (Blanco, 1995; Núñez & Ortiz, 1998, 1999; Núñez *et al.*, 2000) y, con un crucero realizado para la delimitación y cuantificación de las áreas de desove de sardina común y anchoveta entre Valparaíso y Corral, desarrollado entre octubre y noviembre de 1996 (Castro *et al.*, 1997).

Las investigaciones anteriormente citadas, se enmarcan en una época donde las condiciones hidrográficas de la región de estudio son influenciadas por el proceso de surgencia costera. Este proceso ha sido reconocido frecuentemente en la región central de Chile (Wooster y Ried, 1963; Brandhorst, 1971; Arcos, 1987; Strub *et al.*, 1998), el cual presenta una marcada estacionalidad en la región centro-sur de nuestro país (Arcos y Navarro, 1986), iniciándose a comienzos de septiembre y perdurando hasta fines de marzo, con máximos durante los meses de diciembre y enero (Arcos, 1987).

En particular, entre punta Nugurne (35°57'S) y punta Manuel (38°30'S) la surgencia se desarrolla en un área con compleja batimetría, con la presencia de numerosas bahías, 166



salientes topográficas y cañones submarinos; no obstante, en su mayoría estos estudios han tenido un enfoque bidimensional y sólo Sobarzo (1999; Sobarzo et al., 2001) explica el proceso de surgencia frente a la VIII Región a través de un modelo conceptual tridimensional. Los resultados obtenidos a partir de las medidas en terreno, sugieren un comportamiento distinto en la distribución oceanográfica en el área de prospección, los que en su generalidad, también han sido reportados para cruceros de similar naturaleza (objetivos acústicos) y extensión (centro-sur de Chile) realizados con anterioridad (Castillo et al., 1996; Núñez et al., 2000, 2001), así como investigaciones que involucran la identificación de áreas de desove primaveral en la región (Castro et al., 1997) y, estudios desarrollados en una escala de observación menor realizados frente a las costas de la Octava Región (Arcos, 1987; Sobarzo, 1994; Sobarzo, 1999, Sobarzo et al., 2001). Estas diferencias latitudinales y longitudinales, que se expresan con mayor claridad en el estrato superficial (sobre los 50 m de profundidad) de la columna de agua, tienen una base de explicación principalmente en dos procesos que ocurren en el área de estudio durante el período estival, esto es, el proceso de surgencia costera (en sus fases activa y relajada) y la dilución costera asociada al aporte de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la Región.

En este contexto, los resultados oceanográficos reportados aquí, provenientes de datos recolectados en terreno así como provenientes del análisis de imágenes satelitales; permiten la identificación de centros locales de surgencia costera, asociadas principalmente al efecto local de puntas o salientes topográficas, como por ejemplo, cabo Carranza (35°34'S), punta Nugurne (36°S), punta Tumbes (36°38'S), punta Lavapié (37°08'S), punta Morguilla (37°43'S) y punta Galera (40°00'S). Esta distribución hidrográfica vinculada con áreas de surgencia es muy consistente con lo informado en la literatura para datos de terreno, tanto hidrográficos como de circulación, en diferentes zonas de la región centro-sur de Chile (Bradhorst, 1971; Díaz, 1980; Kelly y Blanco, 1984; Blanco, 1984; Sobarzo, 1999; Sobarzo et al., 2001), así como también por diversos estudios que han analizado imágenes satelitales de TSM y la presencia recurrente de aguas más frías y densas y más pobres en oxígeno asociadas las salientes topográficas o puntas reseñadas anteriormente (Fonseca y Farías, 1987; Cáceres y Arcos, 1991; Cáceres, 1992; Núñez et al., 1996; Arcos et al., 1996; Castro et al., 1997; Sobarzo, 1999; Núñez et al., 2001). Por otra parte, la cobertura areal determinada para las isotermas representativas de eventos de surgencia activa (10, 11, 12 y 13°C) revelaron que el hábitat de sardina común y anchoveta en la región de estudio y durante el período primaveral-



estival, se encuentra permanentemente afectado por aguas frías (< 12°C), las que exceden en este caso el muy estrecho rango de distribución longitudinal descrito para ambas especies (ca., 3 mn desde la costa).

Por otra parte, los resultados permiten una delimitación local del efecto que tiene sobre la distribución salina, el aporte de aguas continentales, que modifican localmente la distribución espacial de las variables hidrográficas observadas a través del análisis de las cartas horizontales y secciones transversales de distribución. Lo anterior, ha sido documentado anteriormente por estudios de carácter oceanográfico (*e.g.*, Bradhorst, 1971) y corroborado por cruceros de similar naturaleza en el sector centro-sur de Chile (Blanco, 1995; Castro *et al.*, 1996; Núñez y Ortiz, 1998; Núñez y Ortiz, 1999; Núñez *et al.*, 2000, 2001) y en la región nerítica frente a las costas de Talcahuano (Castro *et al.*, 1997; Quiñones y Montes, 1999; Vargas *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 2000; Núñez *et al.*, 2001).

En virtud del escaso rango de distribución horizontal (costa-océano) y vertical (< 30 m de profundidad) de los recursos que se ha reportado para este Crucero, es factible una modificación importante del que desarrollan los ejemplares reclutas de ambas especies. El efecto de la dilución salina no ha sido corroborado espacialmente sobre la distribución de sardina común y anchoveta, no obstante se ha sugerido, en la forma de una pregunta abierta, una relación positiva entre estos factores (Cubillos *et al.*, 1999; Castillo & Barbieri, 2002).

La presencia de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en el sector nerítico del área de estudio, descrito aquí a través del análisis de los campos horizontal y vertical de la temperatura, densidad y de la concentración de oxígeno disuelto, es consistente con lo señalado por otros autores para la región y período de estudio (Brandhorst, 1971; Díaz, 1980; Shaffer, 1984; Arcos y Salamanca, 1984; Sobarzo, 1999, Núñez *et al.*, 2000), quienes describen resultados muy similares al patrón de distribución reseñado en este estudio, con la presencia de aguas comparativamente más frías y salinas y el ascenso de las isohalinas de 34,5 y 34,5 y de las isopicnas de 26,2 y 26,4 σ_t , hacia la región costera (< 10 mn) en gran parte del área de prospección. La presencia de concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (< 1 ml I^{-1}) también ha sido reportada en estudios anteriores (Díaz, 1980; Kelly y Blanco, 1984; Arcos, 1987; Núñez *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 1996; Núñez *et al.*, 1999, 2000, 2001; Sobarzo *et al.*, 2001), reflejando la intrusión estival permanente (y en algunas ocasiones a



profundidades menores a los 30 m), de aguas pobres en oxígeno disuelto sobre la plataforma continental, modificando el habitat de los recursos sardina común y anchoveta en la región centro-sur de Chile.

Los valores bajos en la concentración de clorofila-a asociados a la región central del área de estudio, concuerdan espacialmente con la presencia de aguas frías y más densas vinculadas con procesos activos de surgencia en esa región, situación que es consistente con la zonación espacial que se establece durante una surgencia activa (Jones *et al.*, 1990), donde una mayor concentración de nutrientes y baja biomasa fitoplanctónica es observada en el foco de surgencia y la concentración de nutrientes disminuye y la biomasa de fitoplancton aumenta a medida que nos alejamos en el espacio y el tiempo del centro de divergencia, esto es, hasta que se produzca mayor estabilización en la columna de agua. Así, los resultados reseñados aquí son similares a lo reseñado en trabajos anteriores (Arcos *et al.*, 1987; Núñez, 1995; Arcos *et al.*, 1996; Strub *et al.*, 1998; Núñez *et al.*, 2001). Esta variabilidad de pequeña escala (días) explicaría niveles bajos de biomasa fitoplanctónica en este sector, si las estaciones muestreadas se hayan realizado durante un evento de surgencia activa, lo que es confirmado por el análisis de imágenes satelitales obtenidas para el 15 y 20 de enero de 2002.

Desde el punto de vista dinámico, y en particular para la región centrada frente a Talcahuano, la alternancia entre eventos de surgencia y la compleja batimetría han permitido postular una recirculación costera y la presencia de zonas de retención en esta Región (Arcos, 1987; Arcos *et al.* 1986; Núñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997; Vargas *et al.*, 1997; Sobarzo, 1999; Sobarzo *et al.*, 2001), lo que conlleva a inferir un efecto potencial sobre el reclutamiento de sardina común y anchoveta. La ancha plataforma continental que se encuentra en la región sur del área de estudio (al sur de los 38°30'S), permite postular una situación similar en dicha región, aunque en la actualidad no se tienen antecedentes empíricos que la sustenten.

Al sur de los 38 °S, destaca la respuesta topográfica de punta Galera y punta Manuel (ver imagen TSM de los días 6, 15 y 20 de enero de 2002), que influye en la detección costera de aguas frías y de concentraciones bajas de oxígeno disuelto en el extremo sur del área prospectada, modificando oceanográficamente la región evaluada sobre la plataforma continental, donde se prospectó gran parte de la biomasa de ambos recursos en el área de estudio.



La distribución oceanográfica superficial en el interior del golfo de Arauco reveló el claro efecto del aporte del río Biobío en el sector, generando fuertes gradientes salinos en el sector nororiental donde se detectó aguas más frías (< 11°C), menos salinas (< 25) y con menor concentración de clorofila-a (< 1,0 mg m⁻³). Lo anterior, contrasta con lo detectado en el sector central y el fondo de saco del Golfo, donde dominaron aguas más salinas (>34,5), levemente más cálidas (> 12,5 °C) y con una concentración significativamente mayor de biomasa fitoplanctónica, que en el sector central sobrepasó los 6 mg m⁻³.

Al respecto, algunos autores han sostenido que la batimetría de la región, además del comportamiento del viento y la marea inducen una capa superficial más profunda en el lado occidental del Golfo y un ascenso de aguas más frías, densas y pobres en oxígeno hacia el sector oriental (Djurfeldt, 1989; Sobarzo *et al.*, 1991; Strub *et al.*, 1998; Sobarzo *et al.* 2001). Recientemente, Parada *et al.* (2001) analizan la circulación del golfo de Arauco y concluyen que durante el período de vientos favorables a desarrollar surgencia, el Golfo responde con una circulación antihoraria de una sola capa (en el máximo desarrollo de la surgencia) y de doble capa, una superficial (antihoraria) y una subsuperficial (horaria), en períodos transicionales (o de debilitamiento del viento), lo cual es consistente con nuestros resultados en virtud de la detección de un núcleo de altas concentraciones de clorofila-a en el sector central (menos advectivo) del golfo de Arauco.



2. Biología Pesquera

Los resultados muestran que existe una tendencia creciente en relación a la talla y peso de las anchovetas y de las sardinas respecto de la latitud, ésto se manifiesta tanto para los reclutas como para el total de las anchovetas y las sardinas. Esta tendencia se aplica también respecto del porcentaje de reclutas encontrados en las capturas, pero de manera decreciente puesto que ha medida que se navegaba hacia el norte más era la abundancia de ejemplares juveniles en la capturas, en ambas especies. Esta tendencia se describió también para el crucero RECLAS 0101 puesto que los mayores pesos y tallas promedios de anchoveta y sardina común se encontraron al sur de la zona de estudio.

El factor de condición, como un parámetro para determinar aumento o disminución de la condición biológica de los ejemplares de anchoveta y sardina común da cuenta para la primera especie de una disminución del factor a tallas menores a 12 cm y un aumento por sobre esa talla pero los mínimos se observan para el factor de condición estimado del Crucero PELASUR 0108 (Fig. 142). Lo anterior, explica puesto que durante la época reproductiva (julio-agosto), toda la energía es canalizada en producción de gametos y la realización de ese Crucero coincidió con el término del proceso de desove de las anchovetas, la situación anterior se observa para todos los años analizados de la pesquería (**Fig.** 143). Para sardina común la comparación entre los cruceros presenta la misma tendencia descrita para anchoveta, si bien los datos de la pesquería no muestran una disminución consistente durante la época reproductiva de la especie (Fig. 144 y 145).

Respecto de la proporción sexual, en ambas especie es manifiesto el predominio de las hembras por sobre los machos, encontrando para anchoveta que un 67,9 % de los ejemplares sexuados fue hembra y para sardina común el 64,6 % correspondió a hembras.

Respecto del IGS y de la madurez sexual para anchoveta los resultados muestran que el desove de los ejemplares se produjo primero en el norte de la zona de estudio y en las anchovetas más pequeñas (las que se encontraban durante el Crucero con madurez gonádica 2), y se encontraba finalizando en el sur (Corral) con las anchovetas de mayor tamaño (sobre 13,5 cm) observándose en ellas gónadas en estado de madurez 4 y 6.



Esto se corrobora con los IGS estimados por zona de pesca y por estrato de talla, en donde se observa para Talcahuano que el IGS se mantiene sin mucha variación en todo el rango de tallas, en cambio en la zona de Corral se aprecia un bajo IGS en tallas menores a 13 cm, lo cual se debe a un porcentaje de ejemplares que ya desovó; se aprecia luego un incremento del IGS a tallas mayores de 16 cm lo que estaría indicando un inminente desove de los ejemplares.

En relación a los IGS históricos de anchoveta, la Fig. 146-A presenta los valores por año en forma mensual desde 1997 a 2001, en el se aprecia el mismo patrón para todas las temporadas evaluadas, variando el IGS en algunos meses un pequeño porcentaje pero siempre siguiendo la misma tendencia de disminuir en los meses de abril y mayo, seguido de un importante incremento del IGS hasta los meses de septiembre y octubre, época donde disminuye nuevamente, producto del desove de las anchovetas. De lo último, exceptuando el año 1998, que debido a cambios climáticos producidos por el ENSO, el patrón de IGS se torna irregular y mantiene altos valores durante todo el año. Lo anterior, se demuestra en la Fig. 146-B, donde ese mismo año el IGS promedio se incrementa respecto de los otros años en que se mantiene dentro de un rango similar. La comparación entre los Cruceros RECLAS 0201 y RECLAS 0101 (Fig. 146-C) dan cuenta de una sincronía en los valores de IGS hasta la talla 15,5 cm, para ambos Cruceros; sobre esa longitud, el IGS del actual Crucero aumenta sostenidamente respecto de RECLAS 0101 debido a que en este Crucero el estado de madurez predominante de las anchovetas fue el 2 y el 3, para todo el rango de tallas, ante lo cual las gónadas tienen menor volumen y pesan menos, disminuyendo el IGS.

Respecto de sardina común, lo que se observó es que los ejemplares de talla pequeña ya habían desovado y sus gónadas se encontraban en estado de madurez 2 y bajos IGS; las que terminan el proceso reproductivo, son las sardinas de mayor tamaño puesto que un importante porcentaje de los individuos (40 %) se encontraron con gónadas en madurez 4, 5 e incluso 6, presentando altos valores de IGS.

Los IGS históricos de sardina común se muestran en la Fig. 147-A desde 1997 al 2001, se aprecia que los valores del IGS son bastante disímiles entre cada año. Se observan cambios en las épocas de desove de las sardinas, durante el año 1997 se estimó solo un desove para el mes de agosto, en 1998 se observa un retraso del desove respecto del año anterior y este



se estima para el mes de octubre; el año 1999, se aprecia una brusca disminución del IGS en el mes de febrero fecha en que se determinó el desove de las sardinas, el mismo año entre los meses de agosto y septiembre se produce una disminución del IGS lo que hace presumir un segundo desove. Los años 2000 y 2001 se observan bajos IGS durante el primer trimestre, aumentando hacia mayo y disminuyendo bruscamente en junio debido al desove. Se aprecia una segunda caída del IGS en los meses de noviembre y diciembre lo cual advierte desoves en los meses de diciembre del 2000 y 2001 y enero del 2002. A pesar del comportamiento anual observado para el IGS de sardina común, los valores promedio se han mantenido estables desde 1997 a la fecha (Fig. 147-B). La comparación de los Cruceros RECLAS 0201 y 0101, muestra primeramente un desplazamiento hacia tallas más grandes de la diferenciación sexual, pues en el presente Crucero sólo se pudo determinar sexo desde la talla 12 cm, no así el Crucero anterior donde se encontraron ejemplares sexuados desde los 8,5 cm. Se observa además, una disminución de los IGS calculados ahora desde la talla 12 cm a los 14 cm, sobre esa talla los IGS para ambos Cruceros se igualan (Fig. 147-C).

En relación a las capturas, no se aprecia como en el Crucero anterior (RECLAS 0101), una abundancia creciente con respecto a la latitud en las capturas de anchoveta y sardina común, recursos que fueron incrementando su aparición a medida que se avanzaba hacia el sur; lo que se apreció en el presente Crucero fue un incremento en las capturas de sierra, recurso que fue aumentando su abundancia hacia el norte de la zona de estudio.

3. Ítems alimentarios de anchoveta y sardina común

Arrizaga e Inostroza (1979) y Arrizaga (1981), señalan que la sardina común y la anchoveta desempeñan un rol importante en la trama trófica del sistema pelágico y demersal en Chile centro-sur. Arrizaga e Inostroza (1979) entregan antecedentes generales del espectro trófico de sardina común, Arrizaga (1983) analiza la variación estacional de la alimentación de la sardina.

Ambas especies se caracterizan por presentar un tamaño corporal similar, por formar cardúmenes mixtos, por presentar un crecimiento y una estrategia reproductiva muy similar (Cubillos *et al.*, 1999, 2001) y por co-existir en un sistema altamente variable estacionalmente frente a Chile centro-sur; el cual se caracteriza por un período invernal dominado por las convergencias costeras y un periodo estival dominado por eventos de surgencia costera que



determinan una alta producción biológica en términos de oferta ambiental de alimento (Arcos y Navarro, 1986, Castro *et al.*, 2000, Cubillos *et al.*, 2001).

De acuerdo a lo expuesto, se puede plantear que ambas especies están utilizando la oferta ambiental de alimento con un alto grado de sobreposición trófica, principalmente sobre elementos del fitoplancton y zooplancton.

Los hábitos tróficos de anchoveta y sardina común adultos fueron estudiados por Arrizaga *et al.* (1993), con muestras mensuales obtenidas frente al litoral de la Región del Biobío entre 1989 y 1991, concluyéndose que en los contenidos gástricos de ambas especies domina el fitoplancton, particularmente *Skeletonema*. En dicho estudio el zooplancton estuvo representado en menos de un 1%, y particularmente, por restos de copépodos.

Nuestros resultados indican que la alimentación de la fracción recluta no se restringe solamente al fitoplancton, sino que también incorpora elementos del zooplancton como presas de importancia mayores al 1%. Por otra parte, este estudio revela un espectro trófico mayor al comunicado en investigaciones previas, particularmente al detectar dinoflagelados, restos de crustáceos, estados larvales de eufáusidos y huevos de peces y de crustáceos.

4. Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta y sardina común utilizadas.

Las ecuaciones TS-L ajustadas en el presente caso son consistentes con los resultados alcanzados en otras mediciones, realizados sobre las mismas especies en épocas ó zonas diferentes, en este análisis se consideran las ecuaciones obtenidas en la zona centro sur, en el crucero realizado en enero del 2001 y en el caso de anchoveta con la serie disponible para la zona norte en los proyectos de evaluación acústica del reclutamiento (RECLAN).

En el caso de anchoveta los TS deducidos de la ecuación ajustada en el presente caso (TS= 19,7214 Log(L) – 73,226) son entre 0,18 y 0,29 dB menores que los obtenidos a partir de la ecuación ajustada en el verano del 2001 (RECLAS 0101), diferencia que se acentúa en las tallas menores. Al contrastar estos resultados con los alcanzados en la misma especie en la zona norte, se observa que es entre 0,2 y 0,5 dB mayor que los obtenidos en enero de 1996 (RECLAN 9601) noviembre de 1998 (RECLAN 9811) y enero del 2000 (RECLAN 0001) y



presenta leves diferencias, menores a 0,1 dB, con RECLAN 9611 (noviembre 1996) y RECLAN 9801 (noviembre 1998). Lo valores de TS correspondientes a cada crucero se entregan en el siguiente cuadro:

CRUCERO	PERIODO	TS
RECLAS 0101	verano 2001	TS = 17,8112 Log (L) – 72,73
RECLAN 9601	enero 96	TS = 19,52 Log (L) – 73,42
RECLAN 9811	nov 98	TS = 18,81 Log (L) – 72,61
RECLAN 0001	ene 2000	TS = 19,46 Log (L) – 73,16
RECLAN 9611	nov 96	TS= 20,14 Log (L) – 73,63
RECLAN 9801	nov 98	TS = 18,69 Log (L) – 72,13

Para explicar la situación anterior se debe considerar que en el presente caso, las tallas de las anchovetas que intervinieron en el ajuste de la regresión, estuvieron notoriamente agrupadas en las tallas mayores a 13 cm (n=21; 72,4%), a diferencia de la situación registrada en RECLAS 0201, en que las tallas estuvieron mejor representadas en todo el rango (5 a 13,5 cm) (Fig. 87).

Por otra parte, las condiciones biológicas de los ejemplares que fueron incluidos en el ajuste de la ecuación de regresión, indican que en el presente caso los pesos individuales de las anchovetas mayores a 11 cm fueron entre un 1,2 y un 17% mayores que en RECLAS 0101, mientras que a tallas inferiores la relación fue inversa. Lo anterior, sugiere que la respuesta acústica de los peces es menor a medida que hay un aumento de tejidos grasos y que se reflejan en incrementos del peso individual. Lo anterior, ya se había detectado al analizar las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas en los proyectos realizados en la zona norte, en que junto a una sistemática pérdida del peso individual entre los diferentes años, se registra un incremento de las intensidades acústicas (TS) de anchoveta (Castillo *et al.* 2002).

Al comparar las relaciones estandarizadas (TS 20 Log (L) – b $_{20}$), la ecuación obtenida en el presente caso (b20 = 73,54) es 0,29 y 0,12 dB menor que la alcanzada en RECLAS 0101 (b20 = -73,25) y RECLAN 9601 (b20 = -73,42), respectivamente y entre 0,34 y 0,25 dB mayor que las registradas en RECLAN 9811 ((b20 = -73,88) y 0001 (b20 = -73,79), siendo comparables a las alcanzadas en RECLAN 9611(b20 = -73,47) y 9801 (b20 = -73,55).



En el caso de sardina común, sólo se dispone de la ecuación de regresión ajustada en RECLAS 0201 y la relación estandarizada en noviembre de 1995 (PELASUR 9512). En este sentido los resultados de TS deducidos de la ecuación ajustada en RECLAS 0201 (TS = 17,5341 Log (L) - 69,544) fueron 0,9 dB mayor que los alcanzados en RECLAS 0101 (TS = 17.8112 Log (L) - 70,709). La relación estandarizada para el RECLAS 0201 (b20 = -71,671), fue levemente mayor a 0,9 dB que en RECLAS 0101 (b20 = -72,59), siendo comparable a la ecuación obtenida en PELASUR 9512 (b20 = -71,77) (Fig 88).

A diferencia de lo ocurrido en anchoveta, la sardina en el rango de tallas consideradas en el ajuste de la ecuación de regresión, presentó una reducción en los pesos individuales entre un 23,3 y un 2,4%, siendo menor la diferencia hacia tallas mayores. Lo anterior, coincide con la relación entre el peso y el TS obtenida para anchoveta, indicando la importancia de incluir los factores biológicos de los ejemplares para explicar las variaciones en la intensidad acústica, pudiendo plantear la hipótesis que la respuesta acústica de los peces es menor al reducirse el peso corporal. Es importante mencionar que en este caso la sardina común, en el rango de tallas considerado, correspondieron a ejemplares inmaduros sexualmente, por lo que la variación en el TS fue motivada solamente por la pérdida de tejido graso.

Al contrastar la ecuación estandarizada de anchoveta con las obtenidas por otros autores en especies similares, se observa que es alrededor de 1,64 db menor que la informada por Foote (1986) (TS = 20 Log (L) – 71,9) para clupeidos y de 1,8 a 1,5 db mayor que la informada por Barange (1994) para la anchoveta del Cabo (*Engraulis capensis*), a la misma talla (- 57,84,L=7,5 cm y -57,73 dB, L= 7,34 cm).

Del análisis anterior se desprende que las ecuaciones TS-L ajustadas para la anchoveta en Chile, se ubican en un valor intermedio entre las obtenidas para el arenque en el Mar del Norte y la anchoveta del Cabo en Sudáfrica, con algunas diferencias que se explican debido a las distintas características biológicas entre las especies.

En el caso de sardina común, la ecuación estandarizada ajustada en el presente experimento es 0,23 dB mayor que la ecuación para fisóstomos o clupeidos TS= 20 LOG L - 71,9 obtenida por Foote (1986), resultado que siendo aceptable y consistente con la biología de la especie, puesto que los datos utilizados por Foote provienen principalmente de estudios realizados en


el arenque del Mar del Norte, especie que puede asimilarse mejor a la biología de la sardina común que a la de anchoveta.

5. Estimados de abundancia y biomasa

5.1 Anchoveta

La biomasa de anchoveta estimada en el presente Crucero (1.494.267-1.509.247 toneladas, según el método utilizado) constituye el valor más alto de la serie disponible, representando un crecimiento del 62,3%; 72,4%; 75,2% y 96,4% respecto a los obtenidos en el invierno del 2001 (PELASUR 0108), verano del 2001 (RECLAS 0101), primaveras de 1999 (RECLAS 9912) y 1995 (PELASUR 9512) (Tabla 96) (Fig 148).

La abundancia también representó el valor más alto de la serie disponible, pero con diferencias menores entre los cruceros, que las presentadas para la biomasa. Es así como los estimados de abundancia determinados en el presente caso (95.400,5 a 96.840,3 millones de ejemplares según el método utilizado), representan un incremento del 11,2%; 20,3%, 38,0%, y, 88,1 % respecto al invierno del 2001 (PELASUR 0108), verano del 2001 (RECLAS 0101) y primaveras de 1999 (RECLAS 9912) y 1995 (PELASUR 9512).

El aporte de reclutas en la biomasa en los cruceros PELASUR 0108, RECLAS 0101, 9912 y PELASUR 9512 ha variado entre 44,0% y 83,2%, siendo el mayor en la primavera de 1995 (PELASUR 9512) (Fig. 148; Tabla 96), con una importante caída en el presente Crucero, en que los reclutas representaron solamente un 8,7% de la biomasa estimada.

En términos de abundancia, el 39,8%, correspondientes a la fracción de los reclutas registrados en el presente caso, representan una importante reducción respecto a los cruceros PELASUR 0108, RECLAS 0101, RECLAS 9912 y PELASUR 9512, en que han variado entre 80,3 y 85,2%.

La situación anterior se explica por un efecto combinado entre las diferencias registradas en las estructuras de tallas de la especie en los distintos cruceros y un cambio en el factor de condición, particularmente en los ejemplares juveniles, que han presentado una reducción en



el peso a la talla entre 1,7 y 36,3% para ejemplares menores a 12 cm (Tabla 13). Las estructuras de tallas de la anchoveta en todos los cruceros han sido multimodales, con modas para la fracción reclutas (<12 cm) que han variado desde 5 a 5,5 cm en RECLAS 9912 y RECLAS 0101 hasta 9 y 8 cm en PELASUR 0108 y RECLAS 0201 (Fig. 149). Mientras tanto, que en los ejemplares adultos (>12 cm), las tallas modales estuvieron centradas en 15 cm en RECLAS 9912; 13 y 14 cm en RECLAS 0101 y PELASUR 0108 y en 15 cm en RECLAS 0201.

La reducción relativa en el aporte de los reclutas a la abundancia y biomasa registrada en el presente crucero, puede ser reflejo de un atraso ó una falla en el desove de invierno del año 2001, puesto que en esa oportunidad se registró un alto aporte de peces juveniles inmaduros sexualmente.

Por otra parte, la secuencia presentada en la Fig 149 sugiere un crecimiento somático de los peces, especialmente entre el verano del 2001 (RECLAS 0101), en que el grupo de tallas entre 5 y 6 cm, se encuentran presentes en el invierno del 2001 (PELASUR 0108) con 9 cm y luego se detectan en el verano del 2002 (RECLAS 0201) en tallas entre 14 y 16 centímetros.

Lo anteriormente señalado, se fundamenta en el hecho que estas especies adoptan comportamientos asociados al fondo del mar que los hace inaccesible a los pescadores, imponiendo una veda natural. Al respecto, Castillo *et al.* (2002), en los resultados del Informe Pre-final del proyecto FIP 2001-14, adelanta esta situación indicando que el especial comportamiento de la anchoveta en el invierno del 2001 impactaría positivamente en la abundancia y biomasa del recurso en los 6 meses siguientes. Este mismo autor señala el efecto que tiene en la población la inexistencia de actividad pesquera en la IX Región, lo que ha permitido que el sector cercano a puerto Saavedra presente sistemáticamente altas concentraciones de anchoveta.

5.2 Sardina común

La biomasa de sardina común estimada en el presente crucero (844.713 a 866.831 toneladas, según el método aplicado) también constituye el valor más alto de la serie, representando un incremento del 69,1%, 32,8%, 68,7% y 75,7% respecto al invierno del 2001 (PELASUR 0108),



verano del 2001 (RECLAS 0201), primaveras de 1999 (RECLAS 9912) y 1995 (PELASUR 9512), respectivamente.

Sin embargo la abundancia, presenta una disminución del 13,7 y 15,3% respecto al verano del 2001 (RECLAS 0101) y primavera de 1999 (RECLAS 9912), con un incremento del 81,9 y 59,8% en relación al invierno del 2001 (PELASUR 0108) y primavera de 1995 (PELASUR 9512) (Tabla 97).

La fracción reclutas en peso de sardina común (68,7%) del presente Crucero presenta una disminución relativa en relación a los periodos estivales anteriores, en que esta fracción superó al 99% (Fig. 150). Este resultado representa un leve incremento respecto al invierno del 2001, en que se registró un 59,1%. El análisis de los reclutas en número (93,7%) reduce las diferencias registradas con los periodos estivales anteriores, en que los reclutas estuvieron cercanos al 100% y también se presenta un aumento relativo en relación al invierno del 2001, en que alcanzó a 81,6%.

Las diferencias anteriores se explican, fundamentalmente, en que el mayor aporte a la abundancia de los cruceros RECLAS 0101 y 9912 estuvo radicada en ejemplares de 5 a 5,5 cm y para RECLAS 0101 con una moda secundaria en 8 cm, mientras que en el presente caso la moda principal estuvo centrada en 11 cm y modas secundarias en 8 y 14 centímetros.

En este caso, la pérdida del factor de condición en sardina común es menos notable y más variable que para la anchoveta, puesto que en el presente caso, la sardina común presentó un incremento relativo entre 2,8 y 38,9% respecto al verano del 2001 (RECLAS 0101) y una reducción entre 0,2 y 10,5% en relación a diciembre de 1999, siendo mayor para las tallas menores (Tabla 14).

La secuencia de las estructuras de tallas de la abundancia y biomasa de sardina común en los periodos estivales de 1999 (RECLAS 9912), 2001 (RECLAS 0101) e invierno del 2001 (PELASUR 0108) (Fig 149) y RECLAS 0201, sugiere un crecimiento de la población, puesto que en diciembre de 1999, la moda estuvo centrada en 6 cm, en 8 cm en enero del 2001, 11 cm y 14,5 cm en agosto del 2001. En enero del 2002 (RECLAS 0201) la moda secundaria



centrada en 14 y 15 cm puede corresponder a los ejemplares de 11 cm registrados en el invierno del 2001 (PELASUR 0108).

Del mismo modo que en anchoveta, el relativamente alto aporte de reclutas en la biomasa en el invierno del 2001 (PELASUR 0108) (58% en biomasa y 81% en abundancia) que seguramente fue el resultado del desove secundario del verano del año 2001 y el comportamiento asociado al fondo del mar que dificultó su captura, se reflejan en la población evaluada en el presente crucero, situación que ya había sido adelantada por Castillo *et al.* (2002).

Al igual que en el caso de anchoveta, la zona cercana a puerto Saavedra se ha constituido en un virtual refugio natural de estas especies, debido a la ausencia de actividad pesquera cerquera industrial y artesanal en la franja costera de la IX Región. De allí que este sector puede convertirse en el proveedor de biomasa de estos recursos hacia las dos áreas de pesca cercanas ubicadas en la VIII y X Regiones.



6. Sesgo de orilla

El efecto del sesgo de orilla determinado en el presente caso, afectó a una fracción del área estudiada, restringida entre los 39°33'S y 39° 51'S (zonas D y E), sector que es coincidente con las observaciones realizadas en el invierno del 2001 (Castillo *et al.*, 2002) en que el sesgo de orilla estuvo restringido al sector entre los 39° 30'S y 39° 40'S.

Por esta razón, la corrección por sesgo de orilla debe ser aplicada al nivel de las transectas realizadas por el B/I "Abate Molina", particularmente en los sectores que son afectados por esta situación.

En este sentido, la coincidencia observada en ambos cruceros, indica la existencia de factores como la batimetría del fondo del mar que induce un comportamiento de los recursos más asociado a la costa, a diferencia de lo que se presenta más al norte, en que la profundidad del fondo es levemente mayor. Por otra parte, el efecto se hace más importante en sardina común que en anchoveta, confirmando un patrón de distribución más ligado a la costa para esta especie.

7. Distribución espacial de los recursos y las variables hidrográficas

La sistemática disminución del área de distribución, presentada por ambos recursos en los periodos estivales de 1999, 2001 y 2002, que para anchoveta fue del 55,2% entre el verano del 2001 (RECLAS 0101) respecto a diciembre de 1999 (RECLAS 9912) y del 22,4% entre el verano del 2002 (RECLAS 0201), en relación al verano del 2001 (RECLAS 0101). Para sardina común, que registró un aumento del área del 8,1% en el verano del 2001, respecto a diciembre de 1999 y una disminución del 49% en enero del 2002 (RECLAS 0201) respecto a enero del 2001 (RECLAS 0101), agregado al aumento de la biomasa y abundancia, indica claramente un incremento de las densidades y un comportamiento más gregario de los recursos, especialmente en los sectores costeros del área de estudio.

El análisis espacial de las distribuciones de los recursos en relación a las variables hidrográficas que los limitaron indica que las condiciones de superficie de temperatura y salinidad tuvieron una mejor correlación, especialmente al sur de punta Nugurne para anchoveta (zonas 1, 2 y 3) y al sur de isla Mocha para sardina común (zonas 1, 2 y 3), mientras que hacia el



norte de ambos límites las condiciones a 11 m tendieron a estar mejor correlacionadas espacialmente con la distribución de los recursos.

En general la salinidad fue la variable que presentó una mejor correlación espacial con la distribución de ambas especies.

El análisis de la distribución espacial de ambas especies respecto a las gradientes de temperatura y salinidad muestra claramente la alta incidencia de este factor sobre la localización de estos recursos, siendo la gradiente de salinidad la que mejor modula las densidades de ambas especies, resultado que es consistente con lo registrado en anteriores oportunidades (Castillo **et al.**, 2002, 2001), indicando la alta asociación con las desembocaduras de los ríos.

Los antecedentes existentes son insuficientes para sustentar una hipótesis basada en diferencias en la alimentación, para explicar las sutiles diferencias en la distribución espacial de los recursos, puesto que ambas especies predan sobre las mismas presas, basadas en organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos similares, compuestas fundamentalmente por diatomeas, dinoflagelados, copepódos, eufáusidos y huevos de peces, sin selectividad por ítems específicos, determinando que ambas especies comparten los mismos espacios.

Castillo *et al.* (2001) y Castillo y Barbieri (2001) plantean una hipótesis basada sobre las observaciones acústicas y las condiciones hidrográficas de verano, que la sardina se distribuye preferentemente en los gradientes formados fundamentalmente por los ríos, mientras que la anchoveta en los que provienen de las surgencias costeras, lo que explica su localización en áreas levemente más oceánicas y por lo tanto, a mayores profundidades del fondo, mientras que la sardina se presenta en posiciones más costeras, por lo que en algunas oportunidades la sardina tiende a registrarse en gradientes térmicos y salinos descendentes más intensos que la anchoveta. De este modo, la alternancia en el dominio entre ambas especies se produce por condiciones meteorológicas favorables a alguno de los dos sistemas que aparentemente son más importantes para estas especies y que los pueden diferenciar.



.



IX CONCLUSIONES

- La biomasa total de anchoveta varió entre 1.494.267 y 1.509.247 toneladas, según el método de estimación aplicado, con una densidad promedio para toda la zona entre 175,3 y 182,6 t/mn², las mayores estimaciones se alcanzaron con los métodos de bootstrap y variables regionalizadas, diferiendo en menos del 1% entre los distintos valores. Sobre el 88% de la biomasa estuvo concentrada entre 35° 29'S y 40° 03'S y con densidades promedio mayores a 509 t/mn². En el golfo de Arauco se registró una biomasa entre 18.815 y 20.698 t, representando alrededor del 1,3% del total. Los reclutas representaron entre el 8,4 y 8,7% del total, con estimados que variaron entre 126.239 y 131.151 toneladas, según el método utilizado.
- La abundancia total de anchoveta fluctuó entre 95.400,5 y 96.840,3 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo los mayores con los métodos de conglomerados (Hansen) y bootstrap, con diferencias menores a 1,5% entre los distintos métodos aplicados. El 81% de esta abundancia estuvo concentrada entre los 40° 03'S y los 35° 45'S. En el golfo de Arauco se registró una abundancia entre 2.684,0 y 2.952,7 millones de ejemplares, según el método de estimación, representando alrededor del 3,0% del total. La abundancia de reclutas varió entre 36.331,8 y 38.783,8 millones de ejemplares, según el método aplicado, representando el 39,8% del total. Las mayores concentraciones de reclutas se registraron entre los 35° 45'S a 38° 25'S y entre 35° 29'S a 33° 57'S y en el golfo de Arauco.
- En el caso de la sardina común, la abundancia total fluctuó entre 153.855,2 y 159.805,1 millones de ejemplares, concentrándose sobre 35,6% entre los 38° 25'S a 36° 55,0'S. El golfo de Arauco también presentó una importante concentración de la abundancia con más del 18% del total. Las densidades promedio variaron entre 18,7 y 28,3 ind/mn². Los reclutas constituyeron alrededor del 94% de la abundancia total, concentrándose principalmente al norte de los 39° de latitud y el golfo de Arauco con más del 99% del total. Al sur de los 39° S, su presencia fue escasa alcanzando solamente al 6,3%.



- La biomasa de sardina común varió entre 844.713 y 869.745 toneladas según el método aplicado, con diferencias entre los distintos métodos inferiores al 2,9%, siendo los mayores estimados con el bootstrap y variables regionalizadas. Al sur de Lebu se concentró sobre el 73% de la biomasa de esta especie. La densidad promedio para el total varió entre 102,9 y 111,2 t/mn².
- La estructura de tallas de la anchoveta, fue multimodal con modas centradas en 8 y 15,5 cm. En las zonas, en que se registraron las mayores concentraciones de biomasa, la estructura de tallas presentó una moda principal en 15 y 13 cm, respectivamente, mientras que en las subzonas donde se concentraron los reclutas, las tallas modales fueron 8; 7,5 y 8,5 cm, respectivamente. En el golfo de Arauco se registró una estructura de tallas bimodal centrada en 8 y 14 centímetros.
- La estructura de tallas de sardina común para toda la zona de estudio presentó dos modas, centradas en 8 y 14 cm. En general, al sur de los 39º S se concentraron los ejemplares de mayor talla, con modas en 14 y 15,5 cm, mientras que hacia el norte, las modas se situaron entre 7 y 8,5 centímetros.
- Los Coeficientes de Variación (CV) de la biomasa de anchoveta variaron entre 0,0516 y 0,15 y errores entre 8,5 y 25,4 %, según el método de estimación utilizado, obteniéndose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas.
- La abundancia total de anchoveta tuvo un CV entre 0,0475 y 0,1287, siendo el menor el alcanzado con el geoestadístico, representando coeficientes de error entre 7,8 y 21,2 %.
- Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la biomasa total de sardina común fluctuaron entre 0,136 y 0,159, con un error de un 22,4 %, alcanzándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas.
- La abundancia de sardina común presentó un CV entre 0,079 y 0,17, lo que determinó coeficientes de error entre 13,1 y 28,2 %, obteniéndose el menor valor con el método de las variables regionalizadas.



- En anchoveta la estructura de edad, se caracterizó por un predominio de los grupos de edad II y I los que en los cuatro métodos representaron alrededor del 95% para el período del Crucero. Estos ejemplares provienen de las clases anuales 2000 y 2001, respectivamente.
- En sardina común, la estructura de edad fue dominada por el grupo de edad 0 con casi el 94% del número de ejemplares en todos los casos. El grupo 0 indica que los ejemplares nacieron fundamentalmente a principios del segundo semestre del año 2001
- La anchoveta se distribuyó en prácticamente toda la zona de estudio en una franja costera entre las 0,3 a 3 mn de la costa y en los primeros 20 metros de profundidad, con focos de alta densidad ubicados principalmente al sur de isla Mocha, asociados a las desembocaduras de los ríos Imperial y Toltén, en isotermas entre 11 y 14°C; salinidad desde valores menores a 33 psu hasta un máximo de 34,7 psu; oxiclinas sobre 2 ml/l hasta los 8 ml/l y con altos valores de clorofila "a" integrada (sobre los 45 mg/m²).
- La sardina común se distribuyó en las primeras 3 mn de la costa en prácticamente toda la extensión latitudinal de la zona de estudio, presentando focos de alta densidad hacia el sur de Lebu y en el golfo de Arauco, asociados a las desembocaduras de los ríos Biobío, Imperial y Toltén en isotermas entre 11° a 15°C; salinidades <33 psu hasta 34,4 psu; oxiclinas entre 1 y > 6ml/l y valores de clorofila-a integrada que variaron entre <10 mg/m² y > 90 mg/m². En el sentido vertical, durante el día la sardina se localizó de preferencia en los primeros 30 metros de profundidad, donde se concentró el 97% de las agregaciones, presentando agregaciones compactas tipo cardumen o estrato, mientras que durante el período nocturno tendió a formar estratos de densidad variable en menores profundidades.
- Durante el día las agregaciones tendieron a formar agregaciones más compactas y menos elongadas que durante la noche.
- Las agregaciones diurnas presentaron un rango de longitud que varió desde los 1,2 m hasta los 2.988 m con un valor promedio de 31,7 m, mientras que en ambiente nocturno



las agregaciones fluctuaron entre un mínimo de 2,8 m hasta un máximo de 7.080 m alcanzando un valor promedio de 166,4 m de largo.

- Las áreas de las agregaciones detectadas tuvieron durante el día una variación que fluctuó entre los 1,6 m² y los 14.197 m² con un área promedio de 119,8 m². En ambiente nocturno se detectaron agregaciones de mayor área, las que variaron entre los 4,7 m² y 61.290 m² con un valor promedio de 754,3 m².
- Con respecto a la elongación (relación largo/alto de las agregaciones), se observó que durante la noche los valores de este descriptor son mayores que durante el día. En ambiente diurno la elongación tuvo un valor máximo de 420,1 con un mínimo de 0,3 y promedio de 7,3 mientras que en la noche este descriptor fluctuó entre 1,2 y 575,5 con una elongación promedio de 23,3.
- Durante el día las agregaciones fueron de mayor densidad que en la noche con una Dimensión fractal promedio de 1,35 y 1,61 para las agregaciones diurnas y nocturnas, respectivamente.
- La estimación de los pesos de anchoveta y sardina común con modelos lineales y nolineales presentó leves diferencias que van desde 0,1 g a 1 gramos.
- Los pesos promedio de anchoveta bajo la talla 12 cm disminuyó respecto de los pesos estimados en los Cruceros RECLAS 0101 y 9912, pero mostró un aumento de los pesos por sobre la misma talla. Respecto de sardina común, los pesos se vieron aumentados en comparación de RECLAS 0101 pero disminuidos en relación a RECLAS 9912.
- Los pesos y longitudes de ambas especies presentan una estratificación latitudinal encontrándose los mayores pesos y tallas en el sur de la zona de estudio y los menores al norte.
- Las poblaciones de anchoveta de cada zona de pesca presentan estadísticamente distintas pendientes e interceptos. Las poblaciones de sardina común de las zonas San



Antonio-Talcahuano y San Antonio-Corral presentan regresiones coincidentes estadísticamente.

- La proporción sexual estuvo dominada en ambas especies por las hembras apareciendo en anchoveta con un 67,9 % del total de ejemplares sexuados y sardina común con un 64,6 % de los individuos identificados sexualmente. El estado de madurez de gónadas predominante en las anchovetas fue el 3 y en las sardinas el 2.
- La alimentación de la fracción recluta de ambos recursos no exhibe diferencias en su espectro trófico. La dieta de ambos recursos está compuesta por itemes alimentarios asociados al fitoplancton y al zooplancton. No obstante, en este estudio fue predominante el componente fitoplanctónico en la dieta de ambos recursos.
- Durante el Crucero, el item presa más abundante en los estómagos de ambos recursos fueron las diatomeas (27 formas distintas), especialmente las formas vinculadas con el género Skeletonema.
- El componente zooplanctónico en la dieta de ambos recursos fue más importante en el sector norte del área prospectada. Esta estuvo compuesta principalmente por especies de copépodos, y en forma muy secundaria, por estados naupliares, miscidáceos, estados larvales de eufáusidos y anfípodos. Destaca la presencia importante de huevos de peces y de invertebrados en los estómagos de ambos recursos, lo que fue particularmente evidente en el sector sur del área de estudio.
- El régimen de vientos durante el estudio presentó un claro patrón a fluir desde los cuadrantes sur (70%) durante gran parte del período de estudio siendo favorables al desarrollo de eventos activos de surgencia costera. La intensidad promedio fue de 5,01 ± 3,83 m s⁻¹, donde las mayores intensidades estuvieron asociadas al sector central del área de estudio.
- La distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas durante el crucero, evidenció gradientes longitudinales importantes, con la presencia de aguas más frías, salinas y densas, así como menos oxigenadas (< 1 ml l⁻¹) en el sector costero (< 15 mn)



del área prospectada, vinculada con el desarrollo de eventos activos de surgencia costera. Estos eventos fueron más intensos durante la evaluación de los sectores sur y centro, verificando al sector situado entre punta Nugurne y punta Lavapié y, entre punta Manuel y punta Galera, como áreas costeras dominadas por la dinámica de surgencia.

- Los focos de surgencia costera estuvieron asociados a la respuesta de salientes topográficas o puntas a lo largo del área prospectada, tales como, cabo Carranza (35°34'S), punta Nugurne (36°00'S), punta Tumbes (36°40'S), punta Lavapié (37°10'S), punta Morguilla (37°43'S) y punta Galera (40°00'S). La dinámica de los eventos activos de surgencia fue verificada a través de las variables medidas, ya sea, por la interpretación horizontal, por el análisis de las secciones oceanográficas (e.g., ascenso hacia la costa de las isotermas de 11 y 12 °C y de la isopicna de 26,4 σ_t), como por el análisis sinóptico de la temperatura superficial del mar a través de imágenes satelitales.
- El campo horizontal de la salinidad y el análisis de transectas e intertransectas realizadas con EPCS, evidenció la influencia local costera de la mezcla con aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región, donde destacan, de norte a sur, el río Mataquito, Maule, Itata, Imperial, Toltén y Valdivia. El análisis específico realizado en el golfo de Arauco revela la influencia local del río Biobío en este sector.
- La distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila-a) reveló núcleos de mayores concentraciones (> 7 mg m⁻³) hacia el sector sur del área de estudio, sobre plataformas muy someras, y al interior del golfo de Arauco. El área de surgencia situada en el sector central presentó valores bajos de clorofila (< 1,5 mg m⁻³), situación igualmente válida para el sector norte, a excepción de un núcleo de concentraciones mayores frente a Topocalma.
- La distribución extremadamente costera (< 3 mn desde la costa) y superficial (< 30 m) de ejemplares reclutas de ambos recursos, prospectados en su mayoría en el sector sur del área de estudio, permite sostener que su hábitat se encontró dominado por aguas subantárticas, en general frías (< 12°C), asociadas a frentes salinos superficiales producto de la dilución costera y el ascenso de aguas más salinas por efecto de surgencia. Estas regiones se encontraron en general bien oxigenadas, aunque en ciertas oportunidades se



detectó aguas pobres en oxígeno sobre a plataforma continental a 30 m de profundidad. Los sectores costeros y someros de mayor concentración de cardúmenes de ambas especies objetivo, tuvo altos valores de biomasa fitoplanctónica (potencial alimento de ambos recursos), en especial el sector costero al sur de los 38°00'S y el interior del golfo de Arauco.



.



X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aglen A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. FAO Fish. Rep. 300, 293-298.
- Aguayo, M. 1980. Determinación de edad de anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) de Talcahuano. En: Perspectivas de Desarrollo de las Pesquerías Nacionales. Dinámica Poblacional de sardina y anchoveta, zona de Talcahuano. Corporación de Fomento de la Producción. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 20-36 p. (AP 80-3).
- Aguayo, M. y S. Soto. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Investigación Pesquera. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile, 27 : 55.
- Arcos, D & M. Salamanca. 1984. Productividad primaria y condiciones oceanográficas superficiales en el Pacífico Sud-oriental. Latitudes 32 – 38° S. Biología Pesquera, 13:5-14.
- Arcos, D. F. 1987. Seasonal and short time-scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepción coast, Chile. Ph. D. Thesis Dissertation. State University of New York, Stony Brook, 203 p.
- Arcos, D.F. & N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano (Chile) Lat. 37°S. Investigación Pesquera (Chile), 33:91-98.
- Arcos, D.F., L.A. Cubillos & S. Núñez 2001. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-98 effects off Chile. Progr. Oceanogr. 49:597-617.



- Arcos, D.F., S. Núñez & A. Acuña. 1996. Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano (Chile central): identificación y dinámica de áreas de retención larval. Gayana Oceanología, 4(1):21-58.
- Arcos, D.F., S.P. Núñez, L. Castro & N. Navarro. 1987. Variabilidad vertical de la clorofila-a en un área de surgencia frente a Chile central. Investigación Pesquera (Chile), 34:47-55.
- Aron, A. 1980. Taxonomía, Distribución y Abundancia de las larvas de Peces en la bahía de Concepción (36°4´S;73°02´W), Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción.68 p.
- Arrizaga, A. 1969. Biología de la "Sardina tableada" (*Clupea bentincki* Norman, 1936) en el área de Talcahuano (36° Lat. S). Tesis Licenciatura en Biología, Universidad De Concepción.
- Arrizaga, A. 1983. Variación estacional en la alimentación de sardina común *Clupea* (*Strangomera*) *bentincki*, Norman 1963 (Pisces, Clupeidae) en la región del Bíobío, Chile. Boletín Sociedad Biológica Concepción, Chile, 54:7-26.
- Arrizaga, A. & C. Veloso. 1982. Estimación de mortalidades (M, F y Z) y del coeficiente de capturabilidad (q) en la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki*) de Talcahuano, Chile. Monografías Biológicas (2):39-49.
- Arrizaga, A., Fuentealba, M., Espinoza, C., Chong, J., & Oyarzún, C., 1993. Hábitos tróficos de dos especies de peces pelágicos: *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) y *Engraulis ringens* (Jenyns, 1842) en el litoral de la región del Biobío, Chile. Boletín Sociedad Biológica Concepción, Chile 64, 27-35.
- Arrizaga, A., I. Inostroza. 1979. Estudio preliminar del contenido estomacal de la sardina común , *Clupea (Strangomera) bentincki*, Norman 1963, Pisces, Clupeidae, en la VIII Región-Chile. Acta Zoológica Lilloana, 35: 509-515



- Bakun, A & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99-112.
- Bakun, A. 1996. Patterns in the oceans: Ocean process and marine population dynamics. California Sea Grant College System and Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS, México., 323 págs.
- Bakun, A. & R. Parrish. 1980. Environmental inputs to fishery population models for eastern boundary current regions. IOC Workshop Rep. 28:67-104.
- Barber, T. & L. Smith. 1981. Coastal Upwelling Ecosystem. In Analysis of Marine Ecosystem. De. A.R. Longhurst. Academic Press 31-67.
- Barría, P. 1990. Situación nacional de los principales recursos pelágicos. In. "Perspectivas de la Actividad Pesquera en Chile". M. A. Barbieri (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar. UCV, Valparaíso. 66-71.
- Barría, P., M.G. Böhm, A. Aranis, R. Gili, M. Donoso & S. Rosales. 1999. Evaluación indirecta y análisis del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona Centro-Sur.
 Informe Final FIP 97-10. Instituto de Fomento Pesquero. 117 p. + Fig. + 2 Anexos.
- Barría, P. 2000. Biología Pesquera de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur durante el período del reclutamiento. Primavera 1999. En: Informe Final Proyecto Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 99-13. 138 p + Anexos.
- Bergh, M.O. & D.S. Butterworth 1987. Toward rational harvesting of the south african anchovy considering survey imprecision and recruitment variability. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. 5: 937 - 951.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 14(3):45-84.



- Cáceres, M. 1992. Vórtices y filamentos observados en imágenes satelitales frente al área de surgencia de Talcahuano, Chile central. Investigación Pesquera (Chile), 37:55-66.
- Cáceres, M. & D.F. Arcos. 1991. Variabilidad en la estructura espacio-temporal de un área de surgencia frente a la costa de Concepción, Chile. Investigación Pesquera (Chile), 36:27-38.
- Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. and Oceangr., 10: 141-143.
- Castillo, J. & M.A. Barbieri. 2001. Alternate dominance in sardine and anchovy biomass in the Chilean Central Area: Competition or ecosystem dependence?. Report of a GLOBEC-SPACC/IDYLE/ENVIFISH. Workshop on spatial approach to the dinamics of coastal pelagic resources and their environment in upwelling areas (6-8 September, 2001; Cape Town, South Africa). Pages: 39-41 (extended abstract).
- Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti. 2002. Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de las agregaciones de anchoveta y sardina común en el período del desove. Invierno 2001. En: Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2001-14. 250 p + Anexos.
- Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti. 2001. Evaluación acústica de la biomasa, abundancia y distribución espacial de anchoveta y sardina común en el período del reclutamiento. Verano 2001. En: Informe Final Proyecto Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2000-09. 151 p + Anexos.
- Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti. 2000. Evaluación de la biomasa y distribución espacial de anchoveta y sardina común en el período del reclutamiento. Primavera 1999. En: Informe Final Proyecto Evaluación acústica del reclutamiento de



anchoveta y sardina común en I zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 99-13. 138 p + Anexos.

- Castillo, J., J. Córdova, M.A. Barbieri, S. Lillo, Núñez, S., A. Troncoso & A. Urrutia. 1996. Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 95-08. 103 p, 123 Figs + Anexos.
- Cochran, W. G. 1980. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental. S. A. D.S.U., México.
- Cubillos, L. 1999. Estrategia reproductiva, crecimiento y reclutamiento de *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) en el sistema de surgencia de la zona centro-sur de Chile. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias mención Oceanografía. Escuela de Graduados. Universidad de Concepción. Chile. 182 p.
- Cubillos, L. H. Arancibia, R. Alarcón, S. Núñez, G. Valenzuela, L. Vilugrón & D. Arcos. 1994. Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII Región. Fondo de Investigación Pesquera – Instituto de Investigación Pesquera.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. 1993. Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta del área de Talcahuano, situación actual y perspectivas. Doc. Téc. Inst. Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile, 2(2), 19 p.
- 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 (Valparaíso), 26:3-14.
- 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 la zona centro-sur de Chile, en el período 1993-1997. investigaciones Marinas Valparaíso (Chile), 27:73-86.



- Díaz, M. 1980. Descripción del régimen hidrográfico entre Punta Nugurne y Punta Lavapié (Julio-Diciembre, 1979). Informe del Instituto de Fomento Pesquero, 63 p.
- Djurfeldt, L. 1989. Circulation and mixing in a coastal upwelling embayment: Gulf of Arauco, Chile. J. Cont. Shelf Res., 9(II), 1003-1016.
- Durand, H.M., P. Curie, R. Mendelssohn, C. Roy, A. Bakun & D. Pauly (eds). 1998. From local to global changes in upwelling systems. ORSTOM, Paris, 593 p.
- Fahay, M.P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern scotian shelf. J. North West Atl. Fish. Sci. 4,423p.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto & P. Dávila. 1995. Capítulo Oceanografía física En: Informe Final. Evaluación Hidroacústica de Jurel en la zona centro-sur, V a IX. Regiones. 220 pp. + Anexos.
- Fonseca, T. & M. Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Investigación Pesquera (Chile), 34:33-46.
- Foote, K., H. Knudsen, G. Vestnes, D. Mac Lennan & J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Cooperative Research Report 144, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- Foote,K. 1983. Journal of the Acoustical Society of America, Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- Greenwood, P.; D. Rosem; S. Weitzman & G. Myers. 1966. Phyletic studies of teleosteam fishes, with a provisional classification of living forms. An. Mus. Nat. Hist., Bull 131(4):341-455.
- Guzmán, O., J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez & I. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos. I Prospección



zona Arica - Coquimbo (18°30' - 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile.

- Hampton, I. 1987. Acoustic study on the abundance and distribution of anchovy spawners and recruits in south african waters. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar Sci. 5: 901 917.
- Hansen, R., W. Madow & W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Jones, B.H, K.H. Brink, R.C. Dugdale, D.W. Stuart, J.C. Van Leer, D. Blasco & J.C. Kelley. 1983. Observations of a persistent upwelling center off Point Conception, California. In: Coastal Upwelling: Its sediment records. E.Suess & J. Thiede (eds). Plenum Press, N.Y., 37-60 p.
- Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulburt. 2000. An optimal definition for ocean mixed layer depth. J. Geophys. Res., 105(C7):16803-16821.
- Kelly, R. & J.L. Blanco. 1984. Proceso de surgencia en Punta Nugurne, Chile (Lat. 36°S). Investigación Pesquera (Chile), 31:89-94.
- Kimura D.K. & Lemberg N.A. 1981. Variability of line intercept density estimates (a simulation study of the variance of hidroacustic biomass estimate). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1141-1152.
- LaFond, E. 1951. Processing Oceanographic Data. U.S. Navy Hydrographic Office, H.O. Publication N°614: 114 pp.
- Letelier, J. 1998. Estudio de la variabilidad diaria de los eventos de surgencia entre Arica (18°29'S; 70°19'W) y Tocopilla (22°05'S; 70°11'W), observados en imágenes de satélite durante febrero y marzo de 1991 y 1992. Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias del Mar, 66 p.



- Mac Lennan, D. & J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.
- Mason, R., F. Gunst & J. Hess. 1989. Statistical Design and analysis of experiment. John Wiley and Sons. 692 p.
- Matarese, A. C., A. W. Kendall, Jr., D. M. Blood & B. M. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS80.
- Mendelson, R. 1989. Reanalysis of Recruiment Estimates of the Peru Anchoveta in Relationship to other population Parameters and the Surrounding Environment. ICLARM Conf. Proc. 18:364-85.
- Methot, R. 1990. Synthesis Model: An Adaptable Framework for Analysis of Diverse Stock Assessment Data. International North Pac. Fish. Comm. Bull Nº 50: 259-277.
- Millero, F. & A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.
- Mostert, S.A. 1988. Notes on improvements and modifications to the automatic methods for determining dissolved micronutrients in sea water. South African Journal of Marine Science. 7:295-298.
- Mujica, A. & O. Rojas. 1984. Fecundidad y estructura poblacional de sardina común (*Clupea bentincki*, Norman). Investigación Pesquera Chile. 31: 59-69.
- NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.
- Núñez, S. 1995. Variaciones temporales y espaciales en la asociación de copépodos del sistema de surgencia de Talcahuano (Chile). Tesis para optar al grado de Magister



en Ciencias mención Oceanografía. Escuela de Graduados, Universidad de Concepción. 172 p + Anexos.

- Núñez, S., A. Troncoso & A. Urrutia. 1996. Capítulo Oceanografía física y química. Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 95-08. 103 p, 123 figs + Anexos.
- Nuñez, S., A. Troncoso, A. Urrutia, D. Arcos & L. Cubillos. 1996. En: Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Informe Final. FIP 95 – 08, noviembre. Inst Fom. Pesq., 105 pp. + Tablas y Figuras.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2000. Pre-Informe Final. Capítulo: Oceanografía física. *En*: Proyecto FIP 99-13 Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 1999.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2001. Informe Final. Capítulo: Oceanografía física. *En*: Proyecto FIP 2000-09 Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000.
- Núñez, S. & J. Ortiz. 1998. Pre-Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En*: Proyecto FIP 99-04 Evaluación acústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 1999. 79 pp.
- Núñez, S., J. Ortiz. 1999. Pre-Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. 200 pp + Anexos.
- Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, V. Troncoso, F. Véjar, M. Landaeta, R. Quiñones,
 A. Pacheco, H. Muñoz & M. Braun. 1997. Informe Final Proyecto FIP Condiciones oceanográficas que inciden en el Reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII Región. 226 pp + Anexos.
- Orrego, A.H. 1993. Edad y crecimiento de la sardina común *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) (Pisces) a través de los microinccrementos en los otolitos sagittae. Tesis de



Magister en Ciencias, mención Oceanografía, Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 84 p.

- Parada, C., M. Sobarzo, D. Figueroa & L. Castro. 2001. Circulación del Golfo de Arauco en un período de transición estacional: Un nuevo enfoque. Investigaciones Marinas, V 29(1).
- Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Patterson, K. R. 1998. ICA and TCP User Manual. Integrated catch at age analysis version 1.4. Marine Laboratory Aberdeen, 67 p.
- Peterson, W.T., D.F. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson & P. Tiselius. 1988. The nerashore zone during coastal upwelling: daily variability and coupling between primary and secondary production off central Chile. Progr. Oceangr. 20: 1-40.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. ICES J. mar. Sci., 50: 285-298.
- Pond, S. & G.L. Pickard. 1983. Introductory Dynamic Oceanography. 241p.
- Quiñones, R. & R. Montes. 1999. Efecto de la pluviosidad y del caudal de los ríos Bío-Bío e Itata sobre los desembarques de las almejas *Protothaca thaca* y *Venus antiqua* en la zona centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 72:13-30.
- Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Technical Report NNS-31, National Metereological Center, NOAA, Silver Springs, Md.
- Robotham, H & J. Castillo. 1990. The bootstrap method: an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.v. Reún. Cons. int. Explor. Mer, 189: 421 - 424.



- Rodriguez, L., O. Guzmán & P. Pineda. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa de monitoreo de recursos pelágicos. Il prospección zona Constitución Isla Mocha (35°20'- 38°22' S.). Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo (AP. 83-32). Instituto de Fomento Pesquero, Chile.
- Rojas de Mendiola, B. 1989. Stomach contents of anchoveta (*Engraulis ringens*), 1953-1974.
 In: The peruvian upwelling ecosystem, dynamics and interactions. Pauly, D., P. Muck, J. Mendo & Tsukayama (Eds.). ICLARM Conference in proceeding. 18, 97-104.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann & H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Instituto de Fomento Pesquero Chile, AP 83-31: 98 p.
- Rojas, R. & N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.
- Roy, C., P. Cury & S. Kifani. 1992. Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. 12: 135 - 146.
- Sernapesca. 1998. Anuario estadístico de pesca 1998. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Chile, 307 p.
- Serra, R. 1978. La pesquería de la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) de Talcahuano: Análisis de su desarrollo y situación actual. IFOP, Santiago (Chile), 29, 21 p.



- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Códova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones & M. Sobarzo. 1994. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992.
- Serra, R., O. Rojas, M. Aguayo, F. Inostroza & J.R. Cañón. 1979. Sardina común *Clupea* (*Strangomera*) *bentincki* (Teleostomi, Clupeiformes, Clupeidae). En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales: Bases para un desarrollo pesquero. Peces, COROFO A.P: 79-18. IFOP 2:36 p.
- Serra, R. & G. Arriagada. 2001. Biología Pesquera de la anchoveta y sardina común en la zona centr-sur durante el período del reclutamiento. Verano 2001. En: Informe Final Proyecto Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2000-09. 151 p + Anexos.
- Shaffer, G. 1984. Preliminary report of the field studies carried out in the coastal zone near Talcahuano, Chile, between November 1983 and March 1984. Special Report to SAREC, Sweden.
- Silva, N. & B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: zonas Arica-Coquimbo y Los Vilos-Chiloé. Est. Doc. Servicio Oceanográfico Universidad Católica Valparaíso. 28-1/82:212 p.
- Silva, N. & D. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua del Pacífico SudOriental. Expedición Krill, Crucero 3-4, Julio-Agosto de 1974, Pacifico Sur, 3:63-75.
- Silva, N. & H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt (18°-33°S). Operación oceanográfica MarChile X- ERFEN I. Ciencia y Tecnología Del Mar, CONA, 5:5-50.



- Silva, N. & S. Neshyba. 1977. Corrientes superficiales frente a la costa austral de Chile. Ciencia y tecnología del mar, CONA, 3:37-42.
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto & A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (Figures).
- Simpson & Gil. 1967. Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenys) en Chile, basado en estudios de frecuencia de longitud. Boletín Científico Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 4:37.
- Sobarzo, M, M. Figueroa & L. Djurfeldt. 2001. Upwelling of subsurface waters into the rim of the Bío-Bío submarine canyon as response to surface winds. Continental Shelf Research, 21:279-299.
- Sobarzo, M. 1994. Oceanografía física entre Punta Nugurne (35°57'S) y Punta Manuel (38°30'S), Chile: Una revisión histórica (1936-1990), Gayana Oceanología, 2(1):5-17.
- Sobarzo, M. 1999. Surgencia costera sobre una plataforma limitada por cañones submarinos, Concepción, Chile central (36°40'S; 73°15'W). Tesis para optar al grado de Doctor en Oceanografía. Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, Concepción (Chile). 236 p.
- Sobarzo, M., E. Sansone, A. DeMaio, D. Arcos, M. Salamanca & J. Henríquez. 1993. Variabilidad temporal y espacial de la estructura hidrográfica de las aguas del Golfo de Arauco. En: Oceanografía Física del Golfo de Arauco (F. Faranda y O. Parra, eds.) Series Científicas Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Chile.
- Strass, V.H. 1992. Chlorophyll patchines caused by mesoscale upwelling at fronts. Deep Sea Research. 39(1):75-96.



- Strickland, J.D.H & T.R. Parsons. 1968. A practical handbook for seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 167:311 p.
- Strub, P.T., J. Mesías, V. Montecinos, J. Rutland & S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. Coastal Segment (6,E). In: The Sea (A.R.Robinson & K.H. Brink, eds), Vol. 11. p: 273-313.
- Sturdevant, M., A. Brase & L. Hulbert. 2001. Feeding habits, prey fields, and potential competition of young-of-the-year walleye *pollock* (*Theragra chalcogramma*) and Pacific herring (*Clupea pallasi*) in Prince William Sound, Alaska, 1994-1995. Fish. Bull. 99:482-501.
- Theilacker, G.H. 1986. Starvation-induced mortality of young sea-caught jack mackerel, Trachurus symmetricus, determinedwith histological and morphological methods. Fish. Bull.U.S 84:1-17
- UNESCO, 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.
- UNESCO, 1981b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°37.
- UNESCO, 1981c. Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.
- UNESCO, 1983. Algorithms for computations of fundamental properties of seawater, Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°44.
- UNESCO. 1982b. Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Valderrama, J. 1977. Methods used by the Hydrographic Department of the National Board of Fisheries. Goteborg, Sweden. Manuscrito. 18 p.



- Walters, C. J. 1981. Optimum escapements in the face of alternative recruitment hypothesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 678- 689.
- Weiss, R.F. 1970. Solubility of nitrogen, oxygen, and argon in water and seawater. Deep Sea Research. 17(4):721-725.

Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.

Wooster, W & M. Gilmartin. 1961. The Perú-Chile undercurrent. J. Mar. Res., 19:97-122.

- Yáñez, E., M.A. Barbieri & A. Montecinos. 1990. Relaciones entre las variaciones del medio ambiente y las fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona de Talcahuano, Chile. En: Perspectivas de la actividad pesquera en Chile.
 M.A. Barbieri (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso: 49-62.
- Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Clifs, N. J.

FIGURAS



Figura 1. Ubicación de transectas (a), estaciones oceanográficas (b) y lances de pesca de reconocimiento (c). En (c) se indican las zonas de muestreo norte, centro y sur para el análisis de los contenidos estomacales.



Figura 1(a). Área de muestreo y distribución de lances de pesca de para la obtención de ejemplares de sardina común y anchoveta.



Figura 2. Batimetría de la zona de estudio.



Figura 3. Serie de tiempo de las condiciones meteorológicas del área de estudio: (a) temperatura del aire (°C), (b) presión atmosférica (mbar) y (c) rapidez del viento (nudos).



Figura 3 (continuación). Serie de tiempo de las condiciones meteorológicas del área de estudio: (d) componente norte-sur, (e) componente este-oeste y (f) rosa de los vientos.


Figura 4. Diagrama de vectores de viento en cada una de las estaciones de muestreo.



Figura 5. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σt) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 05 m de profundidad.



Figura 6. Distribución superficial horizontal de: (a) temperatura (°C) y (b) salinidad (psu), construidos a partir de los registros de EPCS.



Figura 7. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 25 m de profundidad.



Figura 8. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 50 m de profundidad.



Figura 9. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 100 m de profundidad.



Figura 10. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 200 m de profundidad.



Figura 11. (a) Distribución horizontal de clorofila-a (mg m⁻³) en el estrato de 05 m de profundidad, (b) distribución horizontal de la clorofila integrada (mg m⁻²), (c). distribución superficial horizontal de clorofila-a (mg m³), construidos a partir de los registros de EPCS.



Figura 12. Relación bivariada entre (a) clorofila-a superficial (mg m⁻³) y fluorescencia *in vivo* (u.r.) y (b) relación clorofila integrada (mg m⁻²) y clorofila-a superficial (mg m⁻³).

Figura 13. Imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar para los días 3, 6 y 10 de Enero de 2001.



Instituto de Investigación Pesquera Pre-Informe Final Proyecto FIP 2001-13. Objetivos Específicos 4.2 y 4.3.

Figura 13 (continuación). Imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar para los días 11, 15 y 20 de Enero de 2001.



Instituto de Investigación Pesquera Pre-Informe Final Proyecto FIP 2001-13. Objetivos Específicos 4.2 y 4.3.



Figura 14. Imagen promedio de la temperatura superficial del mar de todas las imágenes validadas en el período de estudio.



Figura 15. Evolución temporal de la cobertura areal para las isotermas de 10, 11, 12, 13 y 14 °C en el área de estudio.



Figura 16. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 1.



Figura 17. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 2.



Figura 18. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 3.



Figura 19. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σt), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 4.









(d)



Figura 20. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 5.



Figura 21. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 6.



Figura 22. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 7.







Figura 23. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 8.









Figura 24. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 9.





Figura 25. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 10.



Figura 26. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 11.



Figura 27. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 12.



Figura 28. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 13.



Figura 29. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 14.

Distancia a la costa (mn)



Figura 30. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 15.



Figura 31. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 16.





Figura 32. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 17.







(d)





Figura 33. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 18.







(d)



Figura 34. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σt), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 19.



Figura 35. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (σ_t). Transecta longitudinal costera.



Figura 35 (continuación). Distribución vertical de las variables: (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³). Transecta longitudinal costera.



Figura 36. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C),
(b) salinidad (psu) y (c) densidad (σt). Transecta longitudinal oceánica.


Figura 36 (continuación). Distribución vertical de las variables: (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³). Transecta longitudinal oceánica.



Figura 37. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona sur $(38^{\circ} - 40^{\circ}S)$: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).



Figura 38. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro (36° - 38°S): (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).



Figura 39. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona norte (34° - 36°S): (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).



Figura 40. Perfiles verticales promedio de temperatura (°C) para cada una de las transectas realizadas.



Figura 41. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para cada una de las transectas realizadas.



Figura 42. Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para cada una de las transectas realizadas.



Figura 43. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml l⁻¹) para cada una de las transectas realizadas.



Figura 44. Perfiles verticales promedio de clorofila-a (mg m⁻³) para cada una de las transectas realizadas.



Figura 45. Distribución horizontal de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base termoclina (m), (c) espesor de la termoclina (m) y (d) temperatura base de la termoclina (°C).



Figura 46. Distribución horizontal de: (a) profundidad mínima de oxígeno (m)

y (b) profundidad del máximo de clorfila-a (m).



Figura 47. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 1 a 8.





Figura 48. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 9 a 16.





Figura 49. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 17 a 24.





Figura 50. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 25 a 32.





Figura 51. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las transectas de EPCS 33 a 36.

()	Temperatura
(-)	Salinidad
()	Clororfila-a



Figura 52. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las intertransectas costeras de EPCS en los sectores: (a) sur (38 - 40°S), (b) centro (36-38°S) y (c) norte (34-36°S). (......) Temperatura

(—) Salinidad (—) Clororfila-a



Figura 53. Distribución espacial superficial de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila-a (mg m³) para las intertransectas oceánicas de EPCS en los sectores: (a) sur (38 - 40°S), (b) centro (36-38°S) y (c) norte (34-36°S). (......) Temperatura

(—) Salinidad (—) Clororfila-a



Figura 54. Diagramas T-S considerando las estaciones de toda la zona de estudio.



Figura 55. Distribución horizontal en el Golfo de Arauco: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³) en el estrato de 5 m de profundidad.



Figura 56. Distribución superficial de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) clorofila-a (mg m⁻³) construidos a partir de los registros de EPCS en el interior del Golfo de Arauco.



Figura 57. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σt), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 101, al interior del Golfo de Arauco (ver Figura 1).



Figura 58. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 103, al interior del Golfo de Arauco (ver Figura 1).



Figura 59. Distribución vertical de las variables: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σt), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m³). Transecta 105, al interior del Golfo de Arauco (ver Figura 1).



Figura 60. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas al interior del Golfo de Arauco: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) y (e) clorofila-a (mg m⁻³).



Figura 61. Diagramas T-S considerando las estaciones del Golfo de Arauco.



Figura 62. Distribución de la captura de anchoveta en:

- A) Frecuencia (n°).
- B) Frecuencia (%).
- C) Distribución en peso (kg).
- D) Distribución en peso (%).



Figura 63. Frecuencia de longitudes de anchoveta, lances 1 a 9; lance 3 sin captura de anchoveta.



Lance 11



Figura 64. Frecuencia de longitud de anchoveta, lances 10 al 21; lances 14, 15, 16 y 19 sin captura de anchoveta.







Longitud (cm)

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20







Figura 65. Frecuencia de longitudes de anchoveta, lances 23 al 33; lances 22, 27, 28 y 31 sin captura de anchoveta.



Lance 36



Figura 66. Frecuencia de longitudes de anchoveta, lances 35 al 40.



Figura 67. Distribución de la captura de sardina común en:

- A) Frecuencia (n°).
- B) Frecuencia (%).
- C) Distribución en peso (kg).
- D) Distribución en peso (%).



Figura 68. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 1 al 9; lances 3 sin captura de sardina común.



Figura 69. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 10 al 20; lances 16, 17 y 19 sin captura de sardina común.



Lance 22





Lance 25

60

50

40

30

20

10

0

60

50

40

30

20

10

0

Frecuencia (%)

2 3 4

Frecuencia (%)



Lance 24





Lance 26





echa: 19.01.2002

lora inicio:00:22

Lance 29

Lance 30



Figura 70. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 21 al 30; lances 27 y 28 sin captura de sardina común.



Lance 33



Figura 71. Frecuencia de longitudes de sardina común, lances 32 al 40; lances 34, 35 y 36 sin captura de sardina común.


Figura 72. Relación longitud peso y parámetros de regresión para anchoveta por zona de pesca, Crucero RECLAS 0201.









Figura 73. Relación longitud peso y parámetros de regresión para sardina común por zona de pesca, Crucero RECLAS 0201.



Figura 74. Proporción de hembras del total de ejemplares sexuados de anchoveta, por zona de pesca en el Crucero RECLAS 0201.



Figura 75. A) Proporción de hembras, B) IGS y C) IGS por estados de madurez de sardina común por sexo y zona de pesca Crucero RECLAS 0201.



Figura 76. IGS de anchoveta por sexo y zona de pesca Crucero RECLAS 0201.





Figura 77. Índice gonadosomático por estado de madurez de anchoveta a la talla, y por zona de pesca Crucero RECLAS 0201.



18

17

16

15

14 13

Longitud (cm)

Zona Talcahuano







20%

20%

0%

18

17

16

15

14

13

12

11

0%

Longitud (cm)



100%

С



machos, (b) hembras y (c) machos y hembras.

b





Figura 79. Estados de madurez de sardina común por sexo. Crucero RECLAS 0201.



Figura 80. Proporción de especies encontradas durante el Crucero RECLAS 0201.





Figura 81. Frecuencia de ocurrencia en porcentaje por zonas geográficas para los ítems presa de Sardina y Anchoveta.

Sardina común



Figura 82. Diagrama zonal del espectro trófico de sardina común en las diferentes regiones evaluadas del área de estudio.(Las abreviaciones de las taxa se encuentran en Tabla 5).



Anchoveta

Figura 83. Diagrama zonal del espectro trófico de anchoveta en las diferentes regiones evaluadas del área de estudio. (Las abreviaciones de las taxa se encuentran en Tabla 5).



Figura 84. Distribución espacial de zonas de anchoveta y sardina común y representación de las estructuras de tallas acumuladas. Crucero RECLAS 0201.



Figura 85a. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 4 y 5).



Figura 85b. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 5, 8 y 10).



Figura 85c. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 10 y 11).



Figura 85d. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 17, 25 y 26).



Figura 86. Histogramas de intensidad de blanco (TS) de 38 Khz (A) y estructura de tallas de sardina común (B), utilizados en el ajuste de la ecuación de calibración TS-L. Crucero RECLAS 0201.



Figura 86. (continuación) Histogramas de intensidad de blanco (TS) de 38 Khz (A) y estructura de tallas de sardina común (B), utilizados en el ajuste de la ecuación de calibración TS-L. Crucero RECLAS 0201.

ANCHOVETA



TS = 20 Log (L) - 73,54



Figura 87. Intensidad de blanco individual (TS) y por kilo (TSkg) de anchoveta respecto a la talla en los Cruceros RECLAS 0201 y 0101.

SARDINA COMÚN



TS = 20 Log (L) - 71,67



Figura 88. Intensidad de blanco individual (TS) y por kilo (TSkg) de sardina común respecto a la talla en los Cruceros RECLAS 0201 y 0101.



— Biomasa

---- Abundancia

Figura 89. Biomasa (toneladas) y la abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por tallas, por subzonas y total. Crucero RECLAS 0201.



Figura 90. Biomasa (toneladas) y la abundancia (millones de ejemplares) de sardina común por tallas, por subzonas y total. Crucero RECLAS 0201.



Figura 91. a) distribución de las transectas de navegación del B/I Abate Molina y LPA Samaritano II en la zona e evaluación del sesgo de orilla y b) distribución de los lances de pesca realizados por las LPA Samaritano II y Don Alberto.



Figura 92. Frecuencia de longitudes de anchoveta capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Samaritano.



Figura 93. Frecuencia de longitudes de anchoveta capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Don Alberto.



Figura 94. Frecuencia de longitudes de sardina común capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Samaritano.



Figura 95. Frecuencia de longitudes de sardina común capturada en los lances realizados a bordo de la L/P Don Alberto.



Figura 96. Relación de las lecturas acústicas observadas por el B/I Abate Molina y la LPA Samaritano II en la zona de evaluación del Sesgo de Orilla.

2,0

Distancia de la costa (mn)

2,5

3,0

3,5

4,0

> Abate Molina

1,0

1,5

0,0

0,5



Sardina común Anchoveta Figura 97. Distribución espacial de los recursos sardina común y anchoveta. Crucero RECLAS 0201



Figura 98. Distribución espacial de la biomasa de reclutas de sardina común y anchoveta. Crucero RECLAS 0201.



(b)



Figura 99. Distribución batimétrica de a) sardina común y b) anchoveta.



Figura 100. Distribución espacial de temperatura y salinidad superficial y 11 metros de profundidad y principales focos de abundancia de anchoveta y sardina común. Crucero Reclas 0201.



Figura 101. Distribución espacial de oxígeno disuelto en superficie y 11m y clorofila "a" integrada hasta 30 m y principales focos de abundancia de anchoveta y sardina común. Crucero Reclas 0201.

Superficial

10

15

20

<10

30

Clorofila "a" integrada a 30 m.(µg/l)

35 45

70

>90

25

11 metros

15 16 17 18 19 20

5.5 6.5 8.5

34.1 34.2 34.2 34.5 34.5 34.5 34.6 34.7 34.7 34.8



Figura 102. Histogramas de la distribución total de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.
Superficial

11 metros



Figura 103. Histogramas de la distribución de reclutas de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.

Superficial

Clorofila "a" integrada a 30 m.(µg/l)

11 metros



Figura 104. Histogramas de la distribución total de sardina respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201.

Superficial

11 metros

11 12 13 14 Temperatura (° C)

Salinidad (psu)

Oxígeno disuelto (ml/l)

15 16

17 18 19 20

34.1 34.2 34.5 34.5 34.5 34.6 34.7 34.7 34.8

50

40

10

0

50

40

10

0

50

40

10

0

£0.5 0.5 1.5 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 >9.5

<33

5 6 7 8 9 10





Figura 105. Histogramas de la distribución de reclutas de sardina respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero **RECLAS 0201.**







Figura 106. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0201.



Sa Reclutas



Figura 107. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.







Figura 108. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLASN 0201.

Sa Reclutas



Figura 109. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.

Sa Reclutas



Figura 110. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0111.



Sa Reclutas



Figura 111. Señal latitudinal gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.





Figura 112. Señal latitudinal de gradientes longitudinales de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLAS 0201.





Figura 113. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.







Figura 114. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0201.



Sa Reclutas



Figura 115. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.







Figura 116. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLASN 0201.

Sa Reclutas



Figura 117. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.

Sa Reclutas



Figura 118. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAS 0111.



Sa Reclutas



Figura 119. Señal latitudinal gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 2 a 6 mn. Crucero RECLAS 0201.





Figura 120. Señal latitudinal de gradientes longitudinales de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 6 a 10 mn. Crucero RECLAS 0201.





Figura 121. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 30 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de sardina común, franja costera de 10 a mas mn. Crucero RECLAS 0201.



Figura 122. Distribución espacial de: a) anchoveta y b) sardina común, en la Zona Centro Sur de Chile. Cruceros 9912, 0101y 0201.

a) Anchoveta



b) Sardina común



Figura 123. Rangos de distribución de anchoveta y sardina común en temperatura y salinidad superficial cruceros 9912, 0101 y 0201.



Figura 124. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones diurnas.



Figura 125. Cargas de cada componente principal, agregaciones diurnas.



Figura 126. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes principales, agregaciones diurnas.



Figura 127. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones nocturnas.



Figura 128. Cargas de cada componente principal, agregaciones nocturnas.



Figura 129. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones nocturnas.



Figura 130. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación a) Agregaciones diurnas b) Agregaciones nocturnas



Figura 131. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal a) Agregaciones diurnas b) Agregaciones nocturnas



Figura 132. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones a) Agregaciones diurnas b) Agregaciones nocturnas



Figura 133. Distribución de frecuencia del descriptor Indice de altura a) Agregaciones diurnas b) Agregaciones nocturnas



Figura 134. Distribución diurna de frecuencia del descriptor Elongación a) Grupo A b) Grupo B



Figura 135. Distribución diurna de frecuencia de Dimensión fractal a) Grupo A b) Grupo B



Figura 136. Distribución diurna de frecuencia de Profundidad de agregaciones a) Grupo A b) Grupo B



Figura 137. Distribución diurna de frecuencia de Índice de altura a) Grupo A b) Grupo B



Figura 138. Distribución nocturna de frecuencia de descriptor Elongación a) Grupo A b) Grupo B



Figura 139. Distribución nocturna de frecuencia de Dimensión fractal a) Grupo A b) Grupo B



Figura 140. Distribución nocturna de frecuencia Profundidad de agregaciones a) Grupo A b) Grupo B



Figura 141. Distribución nocturna de frecuencia de Índice de altura a) Grupo A b) Grupo B



Figura 142. Factor de condición para anchoveta durante los Cruceros RECLAS 0101, 0201 y PELASUR 0108.



Figura 143. Factor de condición para anchoveta desde 1997 al 2001 (datos obtenidos de la pesquería).



Figura 144. Factor de condición para sardina común durante los Cruceros RECLAS 0101, 0201 y PELASUR 0108.



Figura 145. Factor de condición para sardina común desde 1997 al 2001 (datos obtenidos de la pesquería).



Figura 146. IGS de anchoveta: A) Por año en forma mensual. B) Promedio por año. C) Cruceros RECLAS 0201 y 0101.



Figura 147. IGS de sardina común: A) Por año en forma mensual. B) Promedio por año. C) Cruceros RECLAS 0201 y 0101.





Figura 148. Abundancias y Biomasa de anchoveta y de reclutas estimados en cruceros de Evaluación Hidroacústica de primavera-verano e invierno (Pelasur 0108) en la zona centro-sur, se indican los porcentajes de reclutas en cada crucero.



Figura 149. Estimados de abundancia (millones) y biomasa (t) de anchoveta y sardina por crucero.





Figura 150. Abundancias y Biomasa de sardina común y de reclutas estimados en cruceros de Evaluación Hidroacústica de primavera-verano e invierno (Pelasur 0108) en la zona centro-sur se indican los porcentajes de reclutas en cada crucero.
TABLAS

Tabla 1. Escala de cuantificación del grado de llenado de los estómagos.

Estado	Definición	Porcentaje de Llenado
Lleno	Estómago lleno o distendido	100 %
Semi-lleno	Estómago con más del 70% lleno	60 %
Semi-vacío	Estómago con un 30% o solo restos	40 %
Vacío	Estómago sin contenido	0 %

Tabla 2. Escala de cuantificación del estado de digestión de las presas dentro del estómago.

Estado	Definición	Porcentaje
Entero	Organismo intacto	100 %
Casi entero	Organismo casi intacto	70 %
Semi digerido	Organismo quebrado en partes pero aún identificable	50 %
Casi digerido	Solo partes del organismo son identificables	25 %
Digerido	El alimento contenido es una "pasta", no identificables	0 %

Fecha	P.Atmos.(mbar)	T. Aire(°C)	Dir. Viento(°)	R.Viento(nudos)
07/01/02	1016,50 ± 0,71	$13,00\pm0,10$	303,8 ± 15,9	$3{,}50\pm0{,}71$
08/01/02	$1022,81 \pm 2,61$	$14,\!62\pm1,\!54$	$\textbf{223,3} \pm \textbf{89,3}$	$0,96 \pm 1,22$
09/01/02	$1024,75 \pm 0,50$	$16,07\pm3,03$	$155,5 \pm 70,8$	$0,\!67\pm0,\!87$
10/01/02	$1023,\!69\pm0,\!66$	$18,03\pm4,39$	$142,0\pm69,6$	$\textbf{2,58} \pm \textbf{2,75}$
11/01/02	$1021,60 \pm 1,37$	$18,79 \pm 2,82$	$\textbf{202,5} \pm \textbf{23,2}$	$\textbf{4,33} \pm \textbf{4,15}$
12/01/02	$1020,45 \pm 2,22$	$16,58 \pm 1,31$	$\textbf{222,6} \pm \textbf{75,7}$	$9,36\pm9,07$
13/01/02	$1027,93 \pm 1,56$	$13,55 \pm 1,10$	$177,2 \pm 20,2$	$\textbf{22,38} \pm \textbf{7,75}$
14/01/02	$1019,63 \pm 3,43$	$15,\!60 \pm 2,\!63$	$\textbf{205,3} \pm \textbf{22,3}$	$17{,}29\pm7{,}13$
15/01/02	$1015,22 \pm 0,92$	$16,19 \pm 1,76$	$66,4\pm81,9$	$\textbf{6,83} \pm \textbf{6,39}$
16/01/02	$1016,74 \pm 0,85$	$14,07\pm0,35$	$198,2\pm72,9$	$\textbf{6,25} \pm \textbf{4,09}$
17/01/02	$1017,81 \pm 0,50$	$13,03\pm0,82$	$184,7\pm21,0$	$17{,}00\pm2{,}89$
18/01/02	$1016,86 \pm 0,89$	$14,\!08\pm1,\!76$	$\textbf{182,9} \pm \textbf{88,3}$	$13,\!39\pm6,\!72$
19/01/02	$1018,44 \pm 1,28$	$15,41 \pm 2,28$	$183,9 \pm 109,5$	$\textbf{8,58} \pm \textbf{7,29}$
20/01/02	$1018,55 \pm 0,68$	15,11 ± 1,96	$144,0 \pm 126,1$	$\textbf{3,05} \pm \textbf{5,20}$
21/01/02	$1018,98 \pm 0,63$	$14,35 \pm 1,50$	$210,0 \pm 10,9$	$15{,}00\pm4{,}57$
22/01/02	$1019,54 \pm 1,00$	$14,97 \pm 2,46$	$\textbf{215,8} \pm \textbf{52,3}$	$\textbf{7,50} \pm \textbf{4,14}$
23/01/02	$1018,59 \pm 0,58$	$16,10 \pm 1,58$	$\textbf{205,3} \pm \textbf{29,9}$	$12,\!88\pm6,\!55$
24/01/02	$1016,65 \pm 0,94$	$15,39\pm1,55$	$\textbf{213,8} \pm \textbf{15,1}$	$17,\!00\pm6,\!69$
25/01/02	$1017, 16 \pm 1, 05$	$16,11 \pm 1,56$	$196,5\pm10,3$	$12,71\pm4,84$
Todos	1019,88 ± 3,51	15,45 ± 2,55	186,4 ± 72,4	9,75 ± 7,45

Tabla 3. Condiciones atmosféricas registradas durante el crucero de prospección. Se indica el promedio diario de las observaciones y su desviación estándar.

Categoría	Intervalo (t/mn²)	Calificación de densidad
	· · · ·	
I	1 - 75	Presencia
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Media
IV	301 ->	Alta

Tabla 5. Resumen de operación por lance de pesca con captura de anchoveta y sardina común. Crucero RECLAS 0201.

]	Hora	C	alado	V	irado		Captura (kg)		Porc	entaje de la captura	
Lance	Fecha	Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Anchoveta	Sardina común	Total	% anchoveta	% sardina común	% otros
1	08.01.2002	11:22	11:56	39°40,4'	73°23,5'	39°38,5'	73°22,8'	3087,7	2540,7	5744	53,7	44,2	2,1
2	08.01.2003	15:53	16:28	39°46,49'	73°25,35'	39°46,9'	74°04,3'	5631,4	4133,3	9790	57,5	42,2	0,3
4	09.01.2002	22:45	23:18	39°19,87'	73°22,14'	39°17,93'	73°22,64'	9720,4	1931,0	14000	69,4	13,8	16,8
5	10.01.2002	01:46	02:02	39°26,87'	73°23,72'	39°26,03'	73°23,49'	275,2	40,1	510	54,0	7,9	38,1
6	10.01.2002	19:16	19:47	39°14,8'	73°20,4'	39°12,9'	73°20,5'	762,2	5,8	3755	20,3	0,2	71,8
7	10.01.2002	21:04	21:24	39°06,4'	73°22,3'	39°07,4'	73°22,0'	12089,8	955,1	14000	86,4	6,8	6,8
8	10.01.2002	23:38	00:04	38°58,0'	73°28,0'	38°58,9'	73°26,3'	3556,7	653,4	4592	77,5	14,2	8,3
9	11.01.2002	19:27	19:47	38°50,3'	73°28,9'	38°49,0'	73°29,1'	2,0	119,6	143	1,4	83,6	15,0
10	11.01.2002	23:13	23:28	38°46,0'	73°30,7'	38°45,1'	73°31,0'	328,6	300,2	704	46,7	42,6	10,7
11	12.01.2002	01:28	01:58	38°36,1'	73°36,0'	38°34,8'	73°37,9'	2996,8	9,7	3220	93,1	0,3	6,6
12	12.01.2002	11:41	12:33	38°34,4'	73°31,9'	38°37,4'	73°31,5'	233,5	51,8	347	67,3	14,9	17,8
13	13.01.2002	12:18	12:47	38°11,3'	73°29,4'	38°09,5	73°28,7'	0,4	279,4	438	0,09	63,8	36,1
14	14.01.2002	09:28	09:43	36°53,8'	73°09,7'	36°52,8'	73°09,7'		3086,0	3088		99,9	0,1
15	14.01.2002	11:27	11:51	36°52,4'	73°09,9'	36°50,9'	73°10,5'	3,0	15465,0	15500	0,02	99,8	0,18
17	14.01.2002	23:38	23:58	37°06,2'	73°13,2	37°05,0'	73°12,3'	1329,7	8,3	1646	80,8	0,5	18,7
18	15.01.2002	11:25	12:07	37°05,0'	73°25,4'	37°07,9'	73°25,2'	1788,7	4003,5	22000	8,1	18,2	73,7
20	15.01.2002	22:10	22:30	37°04,6'	73°14,2'	37°04,6'	73°15,4'	17,9	187,8	814	2,2	23,1	74,7
21	17.01.2002	17:28	18:05	37°17,3'	73°42,5'	37°15,2'	73°42,1'	30,0	146,9	1796	1,7	8,2	90,1
22	17.01.2002	19:39	20:04	37°21,5'	73°43,3'	37°19,98'	73°43,3'		11,9	1738		0,7	99,3
23	17.01.2002	22:08	22:29	37°22,5'	73°43,0'	37°20,9'	73°43,0'	7,5	198,8	1417	0,5	14,0	85,5
24	18.01.2002	08:31	09:10	37°05,4'	73°37,3'	37°02,9'	73°36,2'	3,5	17,6	474	0,7	3,7	95,6
25	18.01.2002	22:16	22:46	36°43,0'	73°11,8'	36°41,5'	73°10,5'	61,6	25,6	395	15,6	6,5	77,9
26	19.01.2002	00:22	00:52	36°34,5'	73°07,6'	36°34,4'	73°10,0'	11,0	6,9	50,5	21,8	13,7	64,5
29	19.01.2002	22:20	22:49	36°32,9'	73°02.3'	36°31,2'	73°01,2'	1,2	6,3	254	0,5	2,5	97
30	20.01.2002	13:13	13:44	36°33,0'	73°01,8'	36°31,3'	73°00,6'	1281,9	946,8	2705	47,4	35,0	17,6
32	20.01.2002	19:40	20:13	36°03,1'	72°48,0'	36°01,1'	72°48,2'	0,4	1,3	310	0,1	0,4	99,5
33	22.01.2002	06:07	06:43	35°50,44'	72°41,94'	35°48,70'	72°40,34'	2,1	5,1	195	1,1	2,6	96,3
35	23.01.2002	10:18	11:07	35°30,13'	72°40,37'	35°29,88'	72°36,73'	515,0	0,3	604	85,3	0,05	14,65
36	23.01.2002	16:00	16:30	35°25,72'	72°32,64'	35°27,79'	72°32,16'	0,01		80	0,01		99,99
37	24.01.2002	08:17	08:50	35°21,11'	72°39,31'	35°20,00'	72°37,65'	0,1	0,04	48,4	0,2	0,08	99,72
38	24.01.2002	11:09	11:41	35°13,67'	72°27,26'	35°12,40'	72°25,20'	5,0	3,0	16,4	30,5	6,2	63,3
39	25.01.2002	11:10		34°56,97'	72°12,88'			37,8	79,7	130	29,1	61,3	9,6
40	26.01.2002	16:25		34°29,0'	72°03.0'			4,2	0,3	24,5	17,1	1,2	81,7
									Max	12089,8	15465,0 22000,0	D	
									Min	0,01	0,04 16,4	4	
					Total captu	irado para cao	la especie			43785,3	35221,3	4	
			V	olumen total	de captura si	in pesca de ar	ichoveta y sai	dina común		16	331,8	4	
				Volur	nen total capt	urado Crucer	o RECLAS 0	201		126	5859,8	J	

Lance	Total	Anchoveta	Sardina común	Corvina	Bacaladillo	Pampanito	M. de cola	Peiegallo	Jurel	Reineta	Sierra	M. común	Medusa	S. española	C. negro	Mictófido	Lenguado	Calamar	Tiburon	Otros
1	5744	3087.7	2540.7	24.3	20.1	9.7	52.7	8.5			~~~~~			••••			8			0.000
2	9790	5631.4	4133.3	3.6	21.7															
3	420								197.7	204.1	13.0					5.2				
4	14000	9720.4	1931.0	525.1		577.3	512.1	32.6	260.9		32.6	375.4		32.6						
5	510	275.2	40.1		37.7	30.8	106.2	5.2				14.8								
6	3755	762.2	5.8	27.9	1116.6	195.4	1631.9			9.8	4.3						1.1			
7	14000	12089.8	955.1	43.9	254.9	214.6	419.8				21.9									
8	4592	3556.7	653.4	38.6		287.5	9.8			10.2	15.3	20.5								
9	143	2.0	119.6			10.3		8.2		2.9										
10	704	328.6	300.2	31.3		13.6	30.3													
11	3220	2996.8	9.7	20.3	185.6						7.6									
12	347	233.5	51.8			45.6												2.6		13.5
13	438	0.4	279.4	4.0		17.5				7.9	128.8									
14	3088		3086.0		1.5															0.5
15	15500	3.0	15465.0		32.0															
16	10000			19.3					5426.4		4554.3									
17	1646	1329.7	8.3		15.5	82.0	144.0											15.5		51.0
18	22000	1788.7	4003.5	1033.2		7103.0	1808.0		3228.6	1033.2	2001.8									
19	663					31.4	122.2		365.5		143.9									
20	814	17.9	187.8	10.2		201.4	5.1		204.8		170.7	10.3						5.8		
21	1796	30.0	146.9				5.3		5.3	5.5	1603.0									
22	1738		11.9				8.5		6.8	8.5	1702.3									
23	1417	7.5	198.8				302.5	19.2		467.4	412.4	9.2								
24	474	3.5	17.6	6.1			9.7	21.1	1.8	175.6	210.7		26.1					1.8		

Tabla 6. Capturas por lance de reconocimiento. Crucero RECLAS 0201.

Lanaa	Total	Anchovoto	Sardina	Comina	Dagaladilla	Domnonito	M. de	Daiagalla	Iural	Dainata	Ciarra	M.	Maduga	S.	C.	Miatáfida	Languada	Calamar	Tihuran	Otras
Lance	Total	Anchoveta	comun	Corvina	Bacaladillo	Pampanno	cola	Pejegano	Julei	Kemeta	Slella	comun	Medusa	espanoia	negro	Mictorido	Lenguado	Calamai	Tiburon	Ouos
32	310	0.4	1.3	12.9					2.8	2.8	282.0							0.1	7.7	L
25	395	61.6	25.6						76.9	102.7	128.2									
26	50.5	11.0	6.9	4.1		4.1	3.7		2.2	15.8	2.7									
27	61								8.7	1.6	50.7									
28	2965								460.2			2504.8								
29	254	1.2	6.3			15.8	121.2		24.2	12.1	48.5	24.2			0.5					
30	2705	1281.9	946.8			106.3					364.2							5.8		
31	1304			70.2					117.1		1116.7									
32	310	0.4	1.3	12.9					2.8	2.8	282.0							0.1	7.7	
33	195	2.1	5.1	3.0					172.7		12.0							0.1		
34	918			30.4					649.2		238.4									
35	604	515.0	0.3	7.9	1.4				21.5		57.9									
36	80	0.0		35.7				2.4	17.5		24.4									
37	48.4	0.1	0.0				1.2		1.0		45.5		0.6							
38	16.4	5.0	3.0						2.0		6.4									
39	130	37.8	79.7								2.3		10.2							
40	24.5	4.2	0.3								20.0									
total	126859								11253		13422.									
captura	.8	43785.3	35221.3	1952.0	1687.0	8946.3	5294.2	97.2	.8	2060.1	5	2959.2	36.9	32.6	0.5	5.2	1.1	31.7	7.7	65.0
% del total		34.5	27.8	1.5	1.3	7.1	4.2	0.1	8.9	1.6	10.6	2.3	0.03	0.03	0.0004	0.004	0.001	0.02	0.01	0.1

Tabla 6. Capturas por lance de reconocimiento. Crucero RECLAS 0201 (continuación).

Tabla	7.	Resumen	de	lances	de	pesca	por	zona	у	comparación	de	pesos	У	tallas
		promedios	s pa	ra anch	ove	ta, dura	inte e	el cruc	er	o RECLAS 02	01.			

Zona	San Antonio	Talcahuano	Corral	Zona Centro- Sur
Lances totales	1	27	12	40
Lances exitosos	1	18	11	30
% lances exitosos	100.0	66.7	91.7	75.0
% de reclutas en nº	100.0	93.0	5.8	41.7
% de reclutas en peso	100.0	66.3	2.7	9.9
P. Prom. (gr)	0.8	4.4	23.1	15.5
L. Prom. (cm)	5.3	8.3	14.5	11.9
P. prom. Recl (gr)	0.8	3.1	10.8	3.7
L. prom. Recl (cm)	5.3	7.9	11.5	8.2

Tabla 8. Resumen de lances de pesca por zona y comparación de pesos y tallas
promedios para Sardina común, durante el crucero RECLAS 0201.

Zona	San Antonio	Talcahuano	Corral	Zona Centro- Sur
Lances totales	1	27	12	40
Lances exitosos	1	18	11	30
% lances exitosos	100.0	66.7	91.7	75.0
% de reclutas en nº	100.0	99.5	46.0	94.6
% de reclutas en peso	100.0	99.5	14.7	74.3
P. Prom. (gr)	2.5	4.4	17.3	5.6
L. Prom. (cm)	6.2	8.0	11.6	8.4
P. prom. Recl (gr)	2.5	4.4	5.5	4.4
L. prom. Recl (cm)	6.2	8.0	8.7	8.1

Parámetros Modelo lineal	San Antonio	Talcahuano	Corral	Centro-Sur	Parámetros Modelo no lineal
а	0.000527	0.002431	0.003851	0.002492	0.003530
b	4.247312	3.427687	3.246153	3.411139	3.281342
R ²	0.855484	0.961316	0.943308	0.983827	0.97549
N	144	2560	2072	4776	4776

Tabla 9. Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelos lineales y no lineales.

Tabla 10. Estimación de los parámetros de regresión para Sardina común con modelos lineales y no lineales.

Parámetros	San Antonio	Talcahuano	Corral	Centro-Sur	Parámetros
Modelo lineal					Modelo no lineal
а	0.004890	0.005647	0.004225	0.004833	0.005367
b	3.260981	3.174637	3.306262	3.251078	3.218839
R ²	0.879996761	0.802623073	0.97374191	0.955577243	0.979332
N	30	3350	1860	5240	5240

LONGITUD	San Antonio	Talcabuano	Talcahuano Corral		RECLAS 0201
(cm)	Can Antonio	Taicandano	Contai	Modelo lineal	Modelo no lineal
а	0.000527	0.002431	0.003851	0.002492	0.003530
b	4.247312	3.427687	3.246153	3.411139	3.281343
2.0		0.03		0.03	0.03
2.5		0.06		0.06	0.07
3.0	0.06	0.11		0.11	0.13
3.5	0.11	0.18		0.18	0.22
4.0	0.19	0.28		0.28	0.33
4.5	0.31	0.42		0.42	0.49
5.0	0.49	0.60		0.60	0.69
5.5	0.73	0.84		0.84	0.95
6.0	1.06	1.13		1.12	1.26
6.5	1.49	1.49		1.48	1.64
7.0	2.05	1.92	2.13	1.90	2.09
7.5	2.74	2.43	2.67	2.41	2.63
8.0		3.03	3.29	3.00	3.24
8.5		3.73	4.01	3.69	3.96
9.0		4.54	4.82	4.48	4.77
9.5		5.46	5.75	5.39	5.70
10.0		6.51	6.79	6.42	6.75
10.5		7.69	7.95	7.59	7.92
11.0		9.02	9.25	8.89	9.22
11.5		10.51	10.68	10.35	10.67
12.0		12.16	12.27	11.96	12.27
12.5		13.99	14.01	13.75	14.03
13.0		16.00	15.91	15.72	15.96
13.5		18.21	17.98	17.88	18.06
14.0		20.63	20.23	20.24	20.35
14.5		23.26	22.68	22.81	22.84
15.0		26.13	25.31	25.61	25.52
15.5		29.24	28.16	28.64	28.42
16.0		32.60	31.21	31.92	31.54
16.5			34.49	35.45	34.89
17.0			38.00	39.25	38.49
17.5			41.75	43.33	42.33
18.0			45.75	47.70	46.43

Tabla 11. Comparaciones de pesos de anchoveta entre diferentes modelos.

LONGITUD	San Antonio	Talcahuano	Corral	RECLAS 0201	RECLAS 0201
(cm)				Modelo lineal	Modelo no lineal
а	0.004890	0.005647	0.004225	0.004833	0.005367
b	3.260981	3.174637	3.306262	3.251078	3.218839
5.0	0.93	0.94	0.86	0.91	0.95
5.5	1.27	1.27	1.18	1.23	1.30
6.0	1.69	1.67	1.58	1.64	1.72
6.5	2.19	2.15	2.06	2.12	2.22
7.0	2.79	2.72	2.63	2.70	2.82
7.5	3.49	3.39	3.30	3.38	3.52
8.0		4.16	4.09	4.17	4.33
8.5		5.04	5.00	5.08	5.26
9.0		6.04	6.04	6.12	6.33
9.5		7.17	7.22	7.29	7.53
10.0		8.44	8.55	8.62	8.88
10.5		9.86	10.05	10.10	10.39
11.0		11.43	11.72	11.75	12.07
11.5		13.16	13.57	13.57	13.93
12.0		15.06	15.63	15.59	15.98
12.5		17.14	17.88	17.80	18.22
13.0			20.36	20.22	20.67
13.5			23.07	22.86	23.34
14.0			26.01	25.73	26.24
14.5			29.21	28.84	29.38
15.0			32.68	32.20	32.76
15.5			36.42	35.82	36.41
16.0			40.45	39.71	40.33
16.5			44.78	43.89	44.53

Tabla 12. Comparaciones de pesos de sardina común entre diferentes modelos.

Longitud	Modelo lineal		0/	peso relativo % peso relativo		Longitud Modelo no lineal			0/	0/	
(cm)	RECLAS 0201	RECLAS 0101	RECLAS 9912	% peso relativo	% peso relativo	(cm)	RECLAS 0201	RECLAS 0101	RECLAS 9912	% peso relativo	% peso relativo
а	0.002492	0.007600	0.006005	RECLAS 0201-	RECLAS 0201-	а	0.003530	0.009181	0.007021	RECLAS 0201-	RECLAS 0201-
b	3.411139	2.969300	3.039451	RECENS 0101	RECERS JJ12	b	3.281343	2.898488	2.984421	RECENS 0101	RECERS JJ12
2.0	0.03					2.0	0.03				
2.5	0.06					2.5	0.07				
3.0	0.11					3.0	0.13				
3.5	0.18					3.5	0.22				
4.0	0.28					4.0	0.33				
4.5	0.42	0.66		-36.26		4.5	0.49	0.72		-31.61	
5.0	0.60	0.90	0.80	-33.22	-24.51	5.0	0.69	0.97	0.86	-28.80	-18.92
5.5	0.84	1.20	1.07	-30.35	-21.79	5.5	0.95	1.28	1.14	-26.15	-16.59
6.0	1.12	1.55	1.39	-27.62	-19.21	6.0	1.26	1.65	1.47	-23.65	-14.41
6.5	1.48	1.97	1.78	-25.01	-16.78	6.5	1.64	2.09	1.87	-21.28	-12.35
7.0	1.90	2.46	2.22	-22.52	-14.45	7.0	2.09	2.58	2.34	-19.01	-10.40
7.5	2.41	3.01	2.74	-20.12	-12.23	7.5	2.63	3.16	2.87	-16.84	-8.55
8.0	3.00	3.65	3.34	-17.81	-10.10	8.0	3.24	3.81	3.48	-14.76	-6.78
8.5	3.69	4.37	4.01	-15.58	-8.05	8.5	3.96	4.54	4.17	-12.76	-5.08
9.0	4.48	5.18	4.77	-13.42	-6.07	9.0	4.77	5.35	4.95	-10.83	-3.46
9.5	5.39	6.08	5.63	-11.33	-4.17	9.5	5.70	6.26	5.81	-8.96	-1.90
10.0	6.42	7.08	6.58	-9.29	-2.32	10.0	6.75	7.27	6.77	-7.16	-0.39
10.5	7.59	8.19	7.63	-7.32	-0.54	10.5	7.92	8.37	7.84	-5.41	1.06
11.0	8.89	9.40	8.79	-5.39	1.20	11.0	9.22	9.58	9.00	-3.71	2.47
11.5	10.35	10.72	10.06	-3.51	2.88	11.5	10.67	10.90	10.28	-2.06	3.83
12.0	11.96	12.17	11.45	-1.68	4.53	12.0	12.27	12.33	11.67	-0.45	5.15
12.5	13.75	13.74	12.96	0.11	6.12	12.5	14.03	13.88	13.18	1.12	6.43
13.0	15.72	15.43	14.60	1.86	7.68	13.0	15.96	15.55	14.82	2.65	7.68
13.5	17.88	17.26	16.37	3.57	9.20	13.5	18.06	17.34	16.59	4.15	8.89
14.0	20.24	19.23	18.29	5.25	10.69	14.0	20.35	19.27	18.49	5.61	10.07
14.5	22.81	21.34	20.34	6.89	12.14	14.5	22.84	21.34	20.53	7.03	11.23
15.0	25.61	23.60	22.55	8.50	13.56	15.0	25.52	23.54	22.72	8.43	12.35
15.5	28.64	26.02	24.92	10.09	14.96	15.5	28.42	25.89	25.05	9.80	13.45
16.0	31.92	28.59	27.44	11.64	16.32	16.0	31.54	28.38	27.54	11.14	14.53
16.5	35.45	31.32	30.13	13.17	17.66	16.5	34.89	31.03	30.19	12.46	15.58
17.0	39.25	34.23	32.99	14.67	18.97	17.0	38.49	33.83	33.00	13.75	16.61
17.5	43.33		36.03		20.26	17.5	42.33		35.99		17.61
18.0	47.70		39.25		21.53	18.0	46.43		39.14	1	18.60

Tabla 13. Comparación de pesos de anchoveta entre Cruceros de evaluación y métodos lineales y no lineales de regresión.

LONGITUD		Modelo lineal		% neso relativo	% neso relativo	LONGITUD		Modelo no linea	1	% neso relativo	% peso relativo
(cm)	RECLAS 0201	RECLAS 0101	RECLAS 9912	RECLAS	RECLAS	(cm)	RECLAS 0201	RECLAS 0101	RECLAS 9912	RECLAS	RECLAS
а	0.004833	0.018300	0.00727	0201-RECLAS	0201-RECLAS	а	0.005367	0.009743	0.009046	0201-RECLAS	0201-RECLAS
b	3.251078	2.656000	3.066223	0101	<i>9912</i>	b	3.218839	2.964364	2.98617	0101	<u>9912</u>
4.5		0.99	0.73			4.5		0.84	0.81		
5.0	0.91	1.31	1.01	-31.18	-10.48	5.0	0.95	1.15	1.11	-17.03	-13.72
5.5	1.23	1.69	1.35	-27.16	-8.89	5.5	1.30	1.53	1.47	-15.00	-11.79
6.0	1.64	2.13	1.77	-23.29	-7.41	6.0	1.72	1.97	1.91	-13.09	-9.98
6.5	2.12	2.64	2.26	-19.55	-6.03	6.5	2.22	2.50	2.42	-11.30	-8.29
7.0	2.70	3.21	2.84	-15.92	-4.73	7.0	2.82	3.12	3.02	-9.62	-6.70
7.5	3.38	3.86	3.50	-12.39	-3.51	7.5	3.52	3.83	3.71	-8.01	-5.19
8.0	4.17	4.58	4.27	-8.96	-2.35	8.0	4.33	4.63	4.50	-6.49	-3.75
8.5	5.08	5.38	5.14	-5.62	-1.25	8.5	5.26	5.54	5.39	-5.04	-2.38
9.0	6.12	6.26	6.13	-2.35	-0.20	9.0	6.33	6.57	6.40	-3.65	-1.08
9.5	7.29	7.23	7.24	0.84	0.80	9.5	7.53	7.71	7.52	-2.31	0.18
10.0	8.62	8.29	8.47	3.96	1.76	10.0	8.88	8.98	8.76	-1.03	1.38
10.5	10.10	9.43	9.83	7.03	2.68	10.5	10.39	10.37	10.14	0.21	2.54
11.0	11.75	10.68		10.03		11.0	12.07	11.91		1.40	
11.5	13.57	12.01		12.98		11.5	13.93	13.58		2.56	
12.0	15.59	13.45		15.88		12.0	15.98	15.41		3.67	
12.5	17.80	14.99		18.73		12.5	18.22	17.39		4.76	
13.0	20.22	16.64		21.53		13.0	20.67	19.54		5.81	
13.5	22.86	18.39		24.29		13.5	23.34	21.85		6.83	
14.0	25.73	20.26		27.01		14.0	26.24	24.34		7.82	
14.5	28.84	22.24		29.69		14.5	29.38	27.00		8.79	
15.0	32.20	24.33		32.33		15.0	32.76	29.86		9.73	
15.5	35.82	26.54		34.94		15.5	36.41	32.91		10.65	
16.0	39.71	28.88		37.51		16.0	40.33	36.15		11.55	
16.5	43.89					16.5	44.53				

Tabla 14. Comparación de pesos de sardina común entre Cruceros de evaluación y métodos lineales y no lineales de regresión.

Tabla 15. Andeva para anchoveta, Crucero RECLAS 0201.

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
San Antonio	2.15029542	9.1329755	45.289922	6.4993255	142
Talcahuano	244.835689	839.22007	2992.2898	115.7062	2558
Corral	25.1983259	81.797625	281.47714	15.949526	2070
Regresión pool (p)				138.15505	4770
Regresión Común (c)	272.18431	930.15068	3319.0569	140.40094	4772
Regresión total (t)	742.50997	2532.8043	8781.7415	141.99507	4774

k=	3				
GLp=	4770				
Fc =	38.7712				
F 0.05(1) =	3.12				
Ho=	Es rechazada				

Tabla 16. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta.

San Antonio-T	alcahuano	San Antonio-Corral			Talcahuano-Corral		
k=	3	k=	3		k=	3	
GLp=	4770	GLp=	4770		GLp=	4770	
q=	7.9545752	q=	19.782477		q=	7.275504	
q 0.05,4770,3	3.314	q 0.05,4770,3	3.314		q 0.05,4770,3	3.314	
Ho=	rechazada	Ho=	rechazada		Ho=	rechazada	

Tabla 17. Andeva para sardina común, Crucero RECLAS 0201.

Sardina Común	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
San Antonio	0.49123452	1.6019063	5.9083589	0.6845732	28
Talcahuano	46.3288296	147.07723	581.69593	114.77907	3348
Corral	136.553659	451.48213	1532.9487	40.230652	1858
Regresión pool (p)				155.6943	5234
Regresión Común (c)	183.373723	600.16126	2120.553	156.29368	5236
Regresión total (t)	318.596806	1035.7831	3523.9241	156.51254	5238

k=	3			
GLp=	5234			
Fc =	10.0748			
F 0.05(1) =	3.12			
Ho=	Es rechazada			

Tabla 18. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de sardina común.

San Antonio-T	alcahuano	San Antonio	o-Corral	Talcahuano-Corral		
k=	3	k=	3	k=	3	
GLp=	5234	GLp=	5234	GLp=	5234	
q=	0.4603384	q=	0.3041746	q=	6.3447593	
q 0.05,5234,3	3.314	q 0.05,5234,3	3.314	q 0.05,5234,3	3.314	
Ho=	aceptada	Ho=	aceptada	Ho=	rechazada	

Tabla 19. Comparación de elevaciones para regresiones de sardina común Crucero RECLAS 0201.

San Antonio-Talcahuano-Corral					
k-1=	2				
GLp=	5236				
Fc=	3.6660313				
Ft =	3.69				
Ho=	aceptada				

Tabla 20. Test Tukey para comparación de alfas de la relación longitud-peso de sardina común.

San Antonio-Talcahuano			San Antonio-Corral			Talcahuano-Corral			
k=	3		k= 3			k=	3		
GLp=	5234		GLp= 5234			GLp=	5234		
q=	1.3383918		q= 2.030864			q=	3.5868404		
q 0.05,5234,3	3.314		q 0.05,5234,3	3.314		q 0.05,5234,3	3.314		
Ho=	aceptada		Ho= aceptada			Ho= rechazad			

Tabla 21. Análisis de regresiones coincidentes de sardina común para las zonas de pesca San Antonio-Talcahuano y San Antonio-Corral.

San Antonio-	Talcahuano	San Antonio-Corral			
2*(k-1)=	2	2*(k-1)=	2		
GLp=	3376	GLp=	1884		
Fc=	0.1246712	Fc=	1.3252039		
Ft =	2.37	Ft =	2.37		
Ho=	aceptada	Ho=	aceptada		

Tabla 22. Cuantificación en porcentaje del grado de llenado de estómagos de sardina y anchoveta.

	Zona					
Estado	Norte	Centro	Sur	Total		
Lleno	2,9	20,2	30,4	19,6		
Semi-lleno	42,9	45,0	40,2	42,9		
Semi-vacío	27,1	33,3	20,6	27,6		
Vacío	27,1	1,6	8,8	10,0		

a) Sardina común

b) Anchoveta

	Zona						
Estado	Norte Centro Sur Tota						
Lleno	0,0	41,8	55,9	33,5			
Semi-lleno	20,0	32,7	17,6	26,8			
Semi-vacío	22,0	19,1	20,6	20,1			
Vacío	58,0	6,4	5,9	19,6			

Tabla 23. Espectro trófico de sardina común y anchoveta.

Diatomeas	ł	Dinoflagelados	Zooplancton
Actinoptychus	Navicula	Alexandrium	Anfípodos
Asterionella	Nitzschia	Diplopsalis	Copépodos
Biddulphia	Odontella	Dinophysis	Eufaúsidos
Cocconeis	Pinnularia	Peridinium	Huevos de Crustáceos
Coscinodiscus	Pleurosigma	Protoperidinium	Huevos de Peces
Cymbella	Planktoniella	Ceriatum	Mysidaceos
Chaetoceros	Pseudonitzschia		Restos de Crustáceos
Diploneis	Rhabdonema		
Epithemia	Rhizosolenia		
Gomphonema	Skeletonema		
Grammatophor	Schroderella		
a	G 1		
Lauderia	Synedra		
Leptocylindrus	Thalassiothrix		
Lichmophora			

a) Sardina común

a) Anchoveta

Diate	omeas	Dinoflagelados	Zooplancton
Biddulphia	Lichmophora	Peridinium	Copépodos
Cocconeis	Navicula	Protoperidiniu m	Eufáusidos
Coscinodiscus	Nitzschia	Ceriatum	Huevos de Crustáceos
Cymbella	Pseudonitzschia		Huevos de Peces
Chaetoceros	Rhabdonema		Mysidaceos
Entopyla	Rhizosolenia		Restos de Crustáceos
Epithemia	Skeletonema		
Ditylum	Schroderella		
Gomphonema	Stephanopyxis		
Grammatophora	Synedra		
Leptocylindrus	Thalassiothrix		

Tabla	24.	Abreviatu	ra	de	las	principales	presas	presentes	en	la	dieta	de	Sardina
	(común y A	nc	hov	eta.								

Diatom	eas	Dinoflagel	ados	Zooplancton				
Biddulphia	Bid.	Alexandrium Alexa. Ar		Anfipodo	Anf.			
Chaetoceros	Chae.	Ceriatum	Cera.	Copepodos	Cop.			
Coscinodiscus	Cosc.	Dinophysis	Dinop.	Eufausidos	Eufau.			
Leptocylindrus	Lept.	Diplopsalis	Diplo.	Huevos de Crustaceos	H. de Crust.			
Navicula	Nav.	Peridinium	Perid.	Huevos de Peces	H. de Pec.			
Nitzschia	Nitz.	Protoperidinium	Proto.	Mysidaceos	Mysi.			
Otros	Otros.			Restos de Crustaceos	R. de Crus.			
Rhizosolenia	Rhiz.							
Skeletonema	Ske.							
Thalassiothrix	Thala.							

	Latit	ud	
Zona	Desde	Área (mn ²)	
1	40° 03'	38° 25'	2628
2	38° 25'	36° 45'	1584
3	36° 45'	35° 45'	1908
4	35° 45'	35° 29'	507.6
5	35° 29'	1620	
GA	37° 47'	360	

Tabla 25Límites de las zonas en que se estratificaron las tallas de anchoveta y
sardina común.

Sardina Común								
	Lati	tud						
Zona	Desde	Hasta	Área (mn²)					
1	40° 03'	39° 35'	700.5					
2	39° 35'	39° 05'	756.8					
3	39° 05'	38° 25'	952.7					
4	38° 25'	36° 55'	1382					
5	36° 55'	36° 15'	955					
6	36° 15'	35° 35'	1250.7					
7	35° 35'	33° 57'	1498					
GA	37° 47'	36° 12	299					

GA, corresponde al Golfo de Arauco

Tabla 26.Comparación de estructuras de tallas de anchoveta y sardina común entre zonas
mediante el test DHG (a=0.05). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAS
0201.

		Anchoveta		s	ardina común									
		X ² critico =	46		X ² critico =	36	Í							
	Parámetros	N° Categorías =	32	Parámetros	N° Categorías =	24								
	del	z =	1.64485	del	z =	1.64485								
	análisis	Grupos =	6	análisis	Grupos =	8								
		np=	1385		np=	1781								
	Lance	X ² calculado	Ho	Lance	X ² calculado	Ho	ĺ							
	1	544.00	NA	1	769.01	NA	Í							
	2	105.00	NA	2	572.16	NA	ĺ							
	3	223.80	NA	3	243.48	NA	ĺ							
	4	325.53	NA	4	59.42	NA	ĺ							
	5	192.18	NA	5	82.19	NA	ĺ							
	GA	70.67	NA	6	176.05	NA	ĺ							
				7	140.15	NA	ĺ							
				GA	72.40	NA								
	% APROBACIÓ	N	0.00	% APROBACIÓN	l N	0.00	[[
onderado)	Ho : Hipótesis nula	La estructura de t	llas del lance "es igual" a la es	structura generada		А		:Ap	: Aproba	: Aprobada	: Aprobada la i	: Aprobada la igu	: Aprobada la igualo
de Ara	uco	por el conjunto	de lances de la zo	а			NÆ	4	۱ : No	A:NoAp	:No Aprob	A : No A pro bada	🕯 : No Aprobada la	🔾 : No Aprobada la iç

Tabla 27.Comparación de estructuras de tallas de anchoveta por zonas, mediante el test DHG (a=0.05). Datos
ponderados a la captura. Crucero RECLAS 0201.

	Zona 1		
	X ² critico =	35	
Parámetros	N° Categorías =	23	Parámetro
del	z =	1.64485	del
análisis	Grupos =	11	análisis
	n=	2072	
Lance	X ² calculado	Ho	Lance
1	3.90	А	25
2	10.89	А	26
4	12.98	А	29
5	5.05	А	30
6	11.08	А	32
7	9.23	А	33
8	2.99	А	
9	42.85	NA	
10	11.08	А	
11	12.26	А	
12	26.66	А	
% APROBACIÓN	N	90.91	% APROBAC

Zona 3		
X ² critico =	28	
N° Categorías =	18	
z =	1.64485	
Grupos =	6	
n=	877	
X ² calculado	Но	
3.61	А	
4.29	А	
3.86	А	
78.45	NA	
0.74	А	
26.20	А	
1	83.33	
	Zona 3 X ² critico = N° Categorías = C = Grupos = n= X ² calculado 3.61 4.29 3.86 78.45 0.74 26.20	Zona 3 X² critico = 28 Nº Categorías = 18 z = 1.64485 Grupos = 6 n= 877 X² calculado Ho 3.61 A 4.29 A 3.86 A 78.45 NA 0.74 A 26.20 A 4 83.33

	Zona 5	
	X ² critico =	32
Parámetros	N° Categorías =	21
del	z =	1.64485
análisis	Grupos =	5
	n=	854
Lance	X ² calculado	Но
36	7.43	А
37	1.81	А
38	7.91	А
39	438.10	NA
40	3.03	А
% APROBACIÓ	N	80.00

	Zona 2			
	X ² critico =		18] [
Parámetros	N° Categorías =		10	1
del	z =		1.64485	
análisis	Grupos =		4	
	n=		343	,
Lance	X ² calculado		Но] [
13	1.93		А	1 1
21	29.75		NA	
23	3.34		А	
24	4.16		А	
% APROBACIÓN	l		75.00	i i
n : n muestreado		Но	: Hipótesis n	ula; La estruc

	Zona 4	
	X ² critico =	19
Parámetros	N° Categorías =	11
del	z =	1.64485
análisis	Grupos =	1
	n=	202
Lance	X ² calculado	Ho
35	0.00	
	1	
% APROBACIO	N	

Golfo de Arauco						
	X ² critico =	27				
Parámetros	N° Categorías =	17				
del	z =	1.64485				
análisis	Grupos =	3				
	n=	605				
Lance	X ² calculado	Но				
17	69.16	NA				
18	87.18	NA				
20	4.78	А				
% APROBACIÓN	1	33.33				

por el conjunto de lances de la zona

A : Aprobada la igualdad

NA : No Aprobada la igualdad

Tabla 28. Comparación de estructuras de tallas de sardina por zonas, mediante el test DHG (a=0.05). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAS 0201.

	Zona 1			Zona 3			Zona 5			Zona 7
	X ² critico =	23		X ² critico =	18		X ² critico =	18		X ² critico =
Parámetros	N° Categorías =	14	Parámetros	N° Categorías =	10	Parámetros	N° Categorías =	10	Parámetros	N° Categorías =
del	z =	1.64485	del	z =	1.64485	del	z =	1.64485	del	z =
análisis	Grupos =	2	análisis	Grupos =	5	análisis	Grupos =	4	análisis	Grupos =
	n=	406		n=	852		n=	744		n=
Lance	X ² calculado	Ho	Lance	X ² calculado	Ho	Lance	X ² calculado	Ho	Lance	X ² calculado
1	12.68	A	8	9.56	A	25	1.42	A	37	1.64
2	18.35	A	9	9.44	A	26	0.73	A	38	1.63
			10	8.74	A	29	1.78	A	39	51.69
			11	4.53	A	30	53.94	NA	40	0.86
			12	2.23	Α					
% APROBACIÓ	N	100.00	% APROBACIÓ	N	100.00	% APROBACIÓ	N	75.00	% APROBACIÓ	N
	Zona 2			Zona 4			Zona 6		G	olfo de Arauco
	X ² critico =	31		X ² critico =	16		X ² critico =	14		X ² critico =
			Dentre etres	NIO Ontra surviva	0	D ()	NIC O-1	-		NR O-1
Parámetros	N° Categorías =	20	Parametros	Nº Categorias =	3	Parametros	N° Categorias =	(Parámetros	IN Categorias =
Parámetros del	N° Categorías = z =	20 1.64485	del	x categorias =	1.64485	Parametros del	N° Categorias = z =	7 1.64485	Parámetros del	N° Categorias = z =
Parámetros del análisis	N° Categorías = z = Grupos =	20 1.64485 4	del análisis	rv ⁻ Categorias = z = Grupos =	1.64485 5	Parametros del análisis	z = Grupos =	7 1.64485 2	Parámetros del análisis	z = Grupos =
Parámetros del análisis	N° Categorías = z = Grupos = n=	20 1.64485 4 617	del análisis	N' Categorias = z = Grupos = n=	1.64485 5 1003	Parametros del análisis	z = Grupos = n=	7 1.64485 2 406	Parámetros del análisis	z = Grupos = n=
Parámetros del análisis Lance	N° Categorías = z = Grupos = n= X² calculado	20 1.64485 4 617 Ho	Parametros del análisis Lance	X ² calculado	1.64485 5 1003 Ho	Parametros del análisis Lance	X ² calculado	7 1.64485 2 406 Ho	Parámetros del análisis Lance	x ² calculado
Parámetros del análisis Lance 4	N° Categorías = z = Grupos = n= X² calculado 132.85	20 1.64485 4 617 Ho NA	Parametros del análisis Lance 13	X ² calculado	1.64485 5 1003 Ho NA	Parametros del análisis Lance 32	N° Categorias = z = Grupos = n= X ² calculado 1.56	7 1.64485 2 406 Ho A	Parámetros del análisis Lance 14	N ² Categorias = z = Grupos = n= X ² calculado 12.22
Parámetros del análisis Lance 4 5	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 132.85 3.09	20 1.64485 4 617 Ho NA A	Parametros del análisis Lance 13 21	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 50.39 1.40	1.64485 5 1003 Ho NA A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63
Parámetros del análisis Lance 4 5 6	N° Categorias = z = Grupos = n= X ^a calculado 132.85 3.09 7.43	20 1.64485 4 617 Ho NA A A	Lance	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 50.39 1.40 1.32	1.64485 5 1003 Ho NA A A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18	N ² Categorias = z = Grupos = n= X ² calculado 12.22 19.63 5.58
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 Ho NA A A NA	Lance 13 21 22 23	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58	1.64485 5 1003 Ho NA A A A NA	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X ^z calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 Ho NA A A NA	Lance 13 21 22 23 24	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A A NA A NA	Parametros del análisis Lance 32 33	N ² Categorias = z = Grupos = n= X ² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X ^z calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 NA A A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X² calculado X² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A A NA A NA A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X ^z calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 NA A A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X² calculado X² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A NA A A NA A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X ^z calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 NA A A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X ^a calculado X ^a calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A NA A A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 NA A A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X ² calculado X ² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A NA A A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 NA A A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X ² calculado X ² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A NA A A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 NA A A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X ² calculado X ² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A NA A A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	7 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93
Parámetros del análisis Lance 4 5 6 7	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 132.85 3.09 7.43 82.61	20 1.64485 4 617 Ho NA A A NA	Lance 13 21 22 23 24	X ² calculado X ² calculado 50.39 1.40 1.32 20.58 4.27	1.64485 5 1003 Ho NA A A NA A A	Parametros del análisis Lance 32 33	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 1.56 3.88	/ 1.64485 2 406 Ho A A	Parámetros del análisis Lance 14 15 18 20	N° Categorias = z = Grupos = n= X² calculado 12.22 19.63 5.58 6.93

n : n muestreado

por el conjunto de lances de la zona

Ho : Hipótesis nula; La estructura de tallas del lance "es igual" a la estructura generada

A : Aprobada la igualdad

NA : No Aprobada la igualdad

15

8

2 463

1.64485

Но

А

А

NA

А

75.00

20

11

4

822

1.64485

Но

А

А

А

А

100.00

Tabla 29. Resultado de las calibraciones del B/I "Abate Molina" y L/M "Samaritano II", para ganancia del transductor en (TS) y (Sv) a distintos pulsos.

B/I "Abate Molina"		Longitud de pulso (ms)			
	Frecuencia	0,3	1,0	3,0	
Ganancia Transductor (TS)	38 KHz	26,57	27,67	28,35	
Ganancia Transductor (Sv)	001112	26,97	27,53	25,27	

		Longitud de pulso (ms)		
	Frecuencia	0,1	0,3	1,0
Ganancia Transductor (TS)	120 KHz	24,59	25,42	24,98
Ganancia Transductor (Sv)		25,10	25,37	25,27

L/M "Samaritano II"		Longitud de pulso (ms)		
	Frecuencia	0,3	1,0	3,0
Ganancia Transductor (TS)	38 KH7		26,31	
Ganancia Transductor (Sv)			26,56	

Longitud	Experimento	Τs
15.0	Lance 04m	-50.5
15.5	Lance 05m	-50.0
14.5	Lance 08m	-49.5
13.0	Lance 10m	-52.0
15.0	Lance 10m	-50.5
15.5	Lance 11m	-49.5
14.0	Lance 17m	-50.5
15.0	Lance 17m	-49.0
6.0	Lance 25m	-58.0
5.5	Lance 26m	-58.5
15.0	Ecos 004	-50.5
15.0	Ecos 104	-50.0
12.5	Ecos 005	-51.5
15.5	Ecos 005	-49.5
14.5	Ecos 008	-50.0
10.0	Ecos 010	-54.5
13.0	Ecos 010	-52.0
15.0	Ecos 010	-50.5
15.5	Ecos 011	-50.5
14.0	Ecos 017	-50.5
15.0	Ecos 017	-48.5
15.0	Ecos 004c	-50.0
15.5	Ecos 005c	-50.5
14.5	Ecos 008c	-50.0
10.0	Ecos 010c	-52.5
13.0	Ecos 010c	-51.0
15.0	Ecos 010c	-49.5
15.5	Ecos 011c	-50.5
14.0	Ecos 017c	-50.5

Tabla 30. TS mo y L mo de anchoveta utilizados en el ajuste de la relación TS-L

Tabla 31. TS $_{\rm mo}$ y L $_{\rm mo}$ de sardina común utilizados en el ajuste de la relación TS-L

Longitud	Experimento	Ts
7.0	Lance 15m	-55.5
8.0	Lance 15m	-54.0
7.5	Lance 20m	-53.5
8.0	Lance 23m	-53.0
7.0	Lance 24m	-55.5
7.0	Lance 29m	-54.0
7.5	Lance 33m	-54.5
7.5	Ecos 20m	-54.5
6.5	Ecos 20m	-55.0
6.5	Ecos 20c	-55.0
7.5	Ecos 20c	-54.5

Tabla 32. Análisis de varianza de la regresión TS = 19.7213 – 73.2257 Log(L), n =29, , correspondiente a anchoveta. Crucero RECLAS 0201.

	Grados de libertad	Suma cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	F crítico
Regresión	1	138.0919351	138.0919351	352.392586	5.04475E-17
Residuos	27	10.5804787	0.391869582		
Total	28	148.6724138			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepto	-73.22573662	1.186926354	-61.69358053	1.3463E-30
Pendiente	19.72138389	1.050567608	18.77212256	5.0448E-17

Tabla 33. Análisis de varianza de la regresión TS = 17.5313 – 69.5435 Log(L), n=11, correspondiente a sardina común. Crucero RECLAS 0201.

	Grados de libertad	Suma cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	F crítico
Regresión	1	2.986249253	2.986249253	8.29251731	0.018187702
Residuos	9	3.241023474	0.360113719		
Total	10	6.227272727			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepto	-69.54351854	5.242944466	-13.2642104	3.2664E-07
Pendiente	17.5313335	6.087959546	2.879673126	0.0181877

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,0	18,7
3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	148,8	0,0	148,8
4,0	0,0	0,0	30,8	0,0	203,2	0,0	234,1
4,5	0,0	0,0	55,6	0,0	159,2	0,0	214,8
5,0	0,0	0,0	507,8	0,0	292,4	0,0	800,2
5,5	0,0	0,0	452,3	0,0	213,9	0,0	666,2
6,0	0,0	12,1	3.576,0	0,0	228,1	0,0	3.816,2
6,5	0,0	10,3	1.829,5	0,0	164,8	0,5	2.005,1
7,0	113,0	653,3	4.260,4	0,0	304,6	46,9	5.378,2
7,5	0,2	1.675,1	4.812,3	0,0	322,7	288,5	7.098,9
8,0	0,2	2.252,2	4.262,3	0,0	379,8	704,1	7.598,6
8,5	0,2	1.211,1	1.877,9	0,0	429,3	638,7	4.157,2
9,0	46,6	513,2	268,0	0,0	168,1	400,5	1.396,5
9,5	19,1	108,7	0,0	0,0	184,4	71,8	384,0
10,0	95,4	0,0	108,5	0,0	128,6	5,3	337,8
10,5	29,5	33,9	0,2	0,0	34,3	0,0	97,8
11,0	178,3	15,4	45,1	31,8	31,3	0,0	301,9
11,5	1.323,7	0,0	0,6	116,4	28,6	5,4	1.474,8
12,0	1.833,1	0,0	0,5	320,8	47,3	0,0	2.201,8
12,5	1.644,9	0,0	0,4	542,1	38,7	0,0	2.226,1
13,0	2.527,0	0,0	0,1	1.253,0	0,0	47,5	3.827,5
13,5	4.587,3	0,0	0,0	887,3	0,0	88,0	5.562,5
14,0	9.898,7	0,0	0,0	726,8	0,0	152,8	10.778,3
14,5	10.125,6	0,0	0,0	293,0	0,0	78,8	10.497,4
15,0	11.140,5	0,0	0,0	188,2	0,0	124,3	11.453,0
15,5	7.027,9	0,0	0,0	16,0	0,0	26,7	7.070,6
16,0	3.753,8	0,0	0,0	15,0	0,0	4,2	3.773,0
16,5	1.719,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.719,5
17,0	335,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	335,0
17,5	616,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	616,9
18,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	57.017,5	6.485,4	22.088,4	4.390,6	3.526,9	2.684,0	96.192,8
Reclutas	3.639,4	6.485,4	22.087,9	469,1	3.488,2	2.161,9	38.331,8
% Reclutas	6,4	100,0	100,0	10,7	98,9	80,6	39,8
Area (mn²)	2.554,9	1.577,7	1.888,4	413,0	1.459,7	316,0	8.209,7
ρ (nº/mn²)	22,3	4,1	11,7	10,6	2,4	8,5	11,7
<u>Con Sesgo</u>							
Total	58.628,5						96.803,7
Area	2.561,8						9.360,3
% aumento	1,07						0,64

Tabla 34. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta estimados por los métodos Conglomerados Aleatorios Hansen y Wolter.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,0	18,7
3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	148,3	0,0	148,3
4,0	0,0	0,0	30,8	0,0	202,6	0,0	233,3
4,5	0,0	0,0	55,5	0,0	158,7	0,0	214,2
5,0	0,0	0,0	506,5	0,0	291,5	0,0	798,0
5,5	0,0	0,0	451,2	0,0	213,2	0,0	664,4
6,0	0,0	12,9	3.566,9	0,0	227,3	0,0	3.807,2
6,5	0,0	11,0	1.824,8	0,0	164,3	0,5	2.000,6
7,0	112,7	695,4	4.249,5	0,0	303,7	48,5	5.409,8
7,5	0,2	1.783,1	4.800,1	0,0	321,7	298,3	7.203,4
8,0	0,2	2.397,4	4.251,5	0,0	378,6	728,1	7.755,7
8,5	0,2	1.289,1	1.873,1	0,0	427,9	660,5	4.250,9
9,0	46,5	546,3	267,3	0,0	167,6	414,2	1.441,9
9,5	19,1	115,7	0,0	0,0	183,8	74,3	392,9
10,0	95,1	0,0	108,2	0,0	128,2	5,5	337,1
10,5	29,4	36,1	0,2	0,0	34,2	0,0	99,8
11,0	177,9	16,4	45,0	34,3	31,2	0,0	304,8
11,5	1.320,6	0,0	0,6	125,4	28,5	5,6	1.480,8
12,0	1.828,9	0,0	0,5	345,6	47,1	0,1	2.222,1
12,5	1.641,1	0,0	0,4	583,8	38,6	0,0	2.263,9
13,0	2.521,1	0,0	0,1	1.349,5	0,0	49,1	3.919,8
13,5	4.576,6	0,0	0,0	955,6	0,0	91,0	5.623,2
14,0	9.875,7	0,0	0,0	782,8	0,0	158,0	10.816,5
14,5	10.102,1	0,0	0,0	315,6	0,0	81,5	10.499,1
15,0	11.114,6	0,0	0,0	202,7	0,0	128,5	11.445,8
15,5	7.011,5	0,0	0,0	17,3	0,0	27,6	7.056,4
16,0	3.745,0	0,0	0,0	16,2	0,0	4,3	3.765,5
16,5	1.715,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.715,5
17,0	334,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	334,2
17,5	615,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	615,5
18,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	56.884,9	6.903,3	22.032,3	4.728,7	3.515,6	2.775,5	96.840,3
Reclutas	3.630,9	6.903,3	22.031,8	505,2	3.477,0	2.235,6	38.783,8
% Reclutas	6,4	100,0	100,0	10,7	98,9	80,5	40,0
Area (mn²)	2.554,9	1.577,7	1.888,4	413,0	1.459,7	316,0	8.209,7
ρ (nº/mn²)	22,3	4,4	11,7	11,4	2,4	8,8	11,8
<u>Con Sesgo</u>							
Total	57.493,6						97.460,1
Area	2.561,8						9.360,3
% aumento	1,07						0,64

Tabla 35. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta estimados por el método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.4	0.0	27.4
3,5	0.0	0.0	0.0	0.0	217.7	0.0	217.7
4,0	0.0	0.0	27.7	0.0	297.2	0.0	325.0
4,5	0.0	0.0	50.0	0.0	232.8	0.0	282.9
5,0	0.0	0.0	456.5	0.0	427.8	0.0	884.2
5,5	0.0	0.0	406.6	0.0	312.9	0.0	719.5
6,0	0.0	9.8	3,214.4	0.0	333.6	0.0	3,557.9
6,5	0.0	8.4	1,644.5	0.0	241.1	0.6	1,894.5
7,0	114.4	530.4	3,829.6	0.0	445.6	51.6	4,971.6
7,5	0.2	1,360.0	4,325.7	0.0	472.1	317.3	6,475.3
8,0	0.2	1,828.5	3,831.3	0.0	555.6	774.6	6,990.2
8,5	0.2	983.2	1,688.0	0.0	627.9	702.6	4,002.0
9,0	47.2	416.7	240.9	0.0	245.9	440.6	1,391.3
9,5	19.4	88.2	0.0	0.0	269.7	79.0	456.4
10,0	96.5	0.0	97.5	0.0	188.1	5.9	388.1
10,5	29.8	27.5	0.1	0.0	50.2	0.0	107.7
11,0	180.5	12.5	40.6	32.1	45.7	0.0	311.5
11,5	1,340.3	0.0	0.5	117.7	41.8	6.0	1,506.3
12,0	1,856.1	0.0	0.4	324.2	69.2	0.1	2,250.0
12,5	1,665.5	0.0	0.4	547.7	56.7	0.0	2,270.3
13,0	2,558.7	0.0	0.1	1,266.0	0.0	52.2	3,877.0
13,5	4,644.8	0.0	0.0	896.5	0.0	96.8	5,638.1
14,0	10,022.9	0.0	0.0	734.4	0.0	168.1	10,925.3
14,5	10,252.6	0.0	0.0	296.0	0.0	86.7	10,635.3
15,0	11,280.2	0.0	0.0	190.2	0.0	136.7	11,607.1
15,5	7,116.0	0.0	0.0	16.2	0.0	29.4	7,161.5
16,0	3,800.8	0.0	0.0	15.2	0.0	4.6	3,820.6
16,5	1,741.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,741.1
17,0	339.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	339.2
17,5	624.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	624.7
18,0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
18,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	57,732.5	5,265.2	19,854.9	4,436.2	5,159.0	2,952.7	95,400.5
Reclutas	3,685.0	5,265.2	19,854.4	474.0	5,102.3	2,378.3	36,759.2
% Reclutas	6.4	100.0	100.0	10.7	98.9	80.5	38.5
Area (mn²)	2,628.0	1,584.0	1,908.0	507.6	1,620.0	360.0	8,607.6
ρ (nº/mn²)	22.0	3.3	10.4	8.7	3.2	8.2	11.1
<u>Con Sesgo</u>							
Total	58.714,0						96.011,1
Area	2.561,8						9.360,3
% aumento	1,07						0,64

Tabla 36. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por el método de Variables Regionalizadas.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0
3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	26,6	0,0	26,6
4,0	0,0	0,0	8,7	0,0	57,3	0,0	66,0
4,5	0,0	0,0	23,4	0,0	67,1	0,0	90,5
5,0	0,0	0,0	306,6	0,0	176,6	0,0	483,1
5,5	0,0	0,0	378,0	0,0	178,7	0,0	556,7
6,0	0,0	13,6	4.020,9	0,0	256,5	0,0	4.291,0
6,5	0,0	15,2	2.702,9	0,0	243,5	0,8	2.962,4
7,0	215,0	1.242,8	8.104,8	0,0	579,5	89,3	10.231,3
7,5	0,5	4.032,3	11.583,9	0,0	776,9	694,4	17.088,0
8,0	0,6	6.756,5	12.786,8	0,0	1.139,4	2.112,2	22.795,5
8,5	0,8	4.467,8	6.927,9	0,0	1.583,7	2.356,3	15.336,5
9,0	209,1	2.300,9	1.201,6	0,0	753,7	1.795,7	6.261,0
9,5	103,1	586,0	0,0	0,0	994,2	387,2	2.070,5
10,0	612,4	0,0	696,9	0,0	825,9	34,3	2.169,5
10,5	223,5	257,1	1,2	0,0	260,2	0,0	742,0
11,0	1.584,9	137,3	401,2	282,9	277,9	0,0	2.684,1
11,5	13.693,9	0,0	6,3	1.204,7	295,9	56,2	15.257,0
12,0	21.927,2	0,0	5,9	3.837,8	565,5	0,6	26.337,0
12,5	22.615,1	0,0	5,5	7.453,1	532,5	0,0	30.606,2
13,0	39.716,2	0,0	1,7	19.693,1	0,0	745,8	60.156,7
13,5	82.003,3	0,0	0,0	15.860,9	0,0	1.572,6	99.436,8
14,0	200.322,4	0,0	0,0	14.708,5	0,0	3.092,3	218.123,3
14,5	230.970,6	0,0	0,0	6.683,3	0,0	1.797,4	239.451,3
15,0	285.274,3	0,0	0,0	4.820,0	0,0	3.182,3	293.276,5
15,5	201.260,3	0,0	0,0	458,9	0,0	764,1	202.483,3
16,0	119.793,8	0,0	0,0	480,0	0,0	133,2	120.406,9
16,5	60.947,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60.947,3
17,0	13.146,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13.146,0
17,5	26.727,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26.727,9
18,0	53,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,5
18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1.321.401,6	19.809,5	49.164,2	75.483,1	9.593,5	18.814,5	1.494.266,5
Reclutas	38.571,0	19.809,5	49.157,1	5.325,3	9.061,0	7.526,9	129.450,9
% Reclutas	2,9	100,0	100,0	7,1	94,4	40,0	8,7
Area (mn²)	2.554,9	1.577,7	1.888,4	413,0	1.459,7	316,0	8.209,7
ρ (t/mn²)	517,2	12,6	26,0	182,8	6,6	59,5	182,0
<u>Con Sesgo</u>							
Total	1.335.560,7						1.508.425,7
Area	2.561,8						9.360,3
% aumento	1,07						0,95

Tabla 37. Biomasa (toneladas) de anchoveta estimados por los métodos Conglomerados Aleatorios Hansen y Wolter.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0
3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	26,5	0,0	26,5
4,0	0,0	0,0	8,7	0,0	57,1	0,0	65,8
4,5	0,0	0,0	23,4	0,0	66,9	0,0	90,3
5,0	0,0	0,0	305,8	0,0	176,0	0,0	481,8
5,5	0,0	0,0	377,0	0,0	178,2	0,0	555,2
6,0	0,0	14,5	4.010,7	0,0	255,6	0,0	4.280,9
6,5	0,0	16,2	2.696,1	0,0	242,7	0,8	2.955,8
7,0	214,5	1.322,9	8.084,2	0,0	577,7	92,3	10.291,5
7,5	0,5	4.292,2	11.554,5	0,0	774,4	718,0	17.339,6
8,0	0,6	7.191,9	12.754,3	0,0	1.135,8	2.184,3	23.266,8
8,5	0,8	4.755,7	6.910,3	0,0	1.578,6	2.436,6	15.682,1
9,0	208,6	2.449,2	1.198,5	0,0	751,3	1.857,0	6.464,6
9,5	102,9	623,7	0,0	0,0	991,0	400,4	2.118,0
10,0	611,0	0,0	695,1	0,0	823,3	35,5	2.164,9
10,5	223,0	273,6	1,2	0,0	259,4	0,0	757,2
11,0	1.581,2	146,1	400,2	304,6	277,0	0,0	2.709,2
11,5	13.662,1	0,0	6,2	1.297,5	294,9	58,1	15.318,8
12,0	21.876,2	0,0	5,9	4.133,3	563,7	0,6	26.579,8
12,5	22.562,5	0,0	5,5	8.027,1	530,8	0,0	31.125,9
13,0	39.623,8	0,0	1,6	21.209,8	0,0	771,3	61.606,5
13,5	81.812,5	0,0	0,0	17.082,6	0,0	1.626,2	100.521,3
14,0	199.856,4	0,0	0,0	15.841,4	0,0	3.197,8	218.895,6
14,5	230.433,3	0,0	0,0	7.198,1	0,0	1.858,6	239.490,1
15,0	284.610,6	0,0	0,0	5.191,2	0,0	3.290,8	293.092,6
15,5	200.792,1	0,0	0,0	494,3	0,0	790,1	202.076,5
16,0	119.515,1	0,0	0,0	516,9	0,0	137,7	120.169,7
16,5	60.805,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60.805,5
17,0	13.115,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13.115,4
17,5	26.665,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26.665,7
18,0	53,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,4
18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1.318.327,5	21.086,1	49.039,3	81.296,9	9.562,9	19.456,1	1.498.768,8
Reclutas	38.481,2	21.086,1	49.032,1	5.735,5	9.032,1	7.783,6	131.150,7
% Reclutas	2,92	100,00	100,0	7,1	94,4	40,0	8,8
Area (mn²)	2.554,9	1.577,7	1.888,4	413,0	1.459,7	316,0	8.209,7
ρ (t/mn²)	516.0	13,4	26,0	196,8	6,6	61,6	182.6
Con Sesgo							,
Total	1.332.433,6						1.513.007.1
Area	2.561,8						9.360.3
% aumento	1,07						0,95

Tabla 38. Biomasa (toneladas) de anchoveta estimados por el método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	2,9
3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	38,9	0,0	38,9
4,0	0,0	0,0	7,8	0,0	83,8	0,0	91,6
4,5	0,0	0,0	21,1	0,0	98,1	0,0	119,2
5,0	0,0	0,0	275,6	0,0	258,3	0,0	533,8
5,5	0,0	0,0	339,8	0,0	261,5	0,0	601,2
6,0	0,0	11,1	3.614,4	0,0	375,1	0,0	4.000,5
6,5	0,0	12,4	2.429,6	0,0	356,2	0,8	2.799,0
7,0	217,7	1.009,0	7.285,3	0,0	847,7	98,2	9.457,8
7,5	0,5	3.273,7	10.412,6	0,0	1.136,4	763,9	15.587,1
8,0	0,6	5.485,4	11.493,8	0,0	1.666,7	2.323,7	20.970,1
8,5	0,8	3.627,3	6.227,3	0,0	2.316,6	2.592,1	14.764,1
9,0	211,8	1.868,0	1.080,1	0,0	1.102,5	1.975,5	6.237,8
9,5	104,4	475,7	0,0	0,0	1.454,3	425,9	2.460,4
10,0	620,1	0,0	626,4	0,0	1.208,1	37,7	2.492,4
10,5	226,3	208,7	1,1	0,0	380,7	0,0	816,7
11,0	1.604,8	111,4	360,7	285,8	406,5	0,0	2.769,1
11,5	13.865,7	0,0	5,6	1.217,2	432,8	61,8	15.583,1
12,0	22.202,2	0,0	5,3	3.877,6	827,3	0,7	26.913,0
12,5	22.898,7	0,0	4,9	7.530,6	778,9	0,0	31.213,1
13,0	40.214,2	0,0	1,5	19.897,7	0,0	820,5	60.933,9
13,5	83.031,7	0,0	0,0	16.025,8	0,0	1.730,0	100.787,4
14,0	202.834,6	0,0	0,0	14.861,4	0,0	3.401,9	221.097,9
14,5	233.867,2	0,0	0,0	6.752,8	0,0	1.977,3	242.597,2
15,0	288.851,8	0,0	0,0	4.870,0	0,0	3.500,8	297.222,7
15,5	203.784,3	0,0	0,0	463,7	0,0	840,6	205.088,5
16,0	121.296,1	0,0	0,0	484,9	0,0	146,5	121.927,5
16,5	61.711,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61.711,6
17,0	13.310,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13.310,8
17,5	27.063,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27.063,1
18,0	54,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2
18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1.337.973,0	16.082,6	44.192,8	76.267,5	14.033,1	20.697,8	1.509.246,8
Reclutas	39.054,7	16.082,6	44.186,4	5.380,6	13.254,2	8.280,3	126.238,9
% Reclutas	2,9	100,0	100,0	7,1	94,4	40,0	8,4
Area (mn²)	2.628,0	1.584,0	1.908,0	507,6	1.620,0	360,0	8.607,6
ρ (t/mn²)	509,1	10,2	23,2	150,3	8,7	57,5	175,3
<u>Con Sesgo</u>							
Total	1.352.289,3						1-513-007,1
Area	2.561,8						9.360,3
% aumento	1,07						0,95

Tabla 39. Biomasa (toneladas) de anchoveta estimados por el método de Variables Regionalizadas.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4	0,0	1,6	0,0	35,0
5,5	0,0	0,7	0,0	0,0	72,4	0,0	0,4	122,1	195,6
6,0	0,0	16,7	25,7	297,0	1.190,3	310,4	249,7	175,2	2.265,0
6,5	0,0	24,4	3,6	3.677,0	2.293,6	1.540,9	695,8	1.206,6	9.441,8
7,0	0,0	204,7	1.287,4	11.041,9	3.099,4	4.843,4	960,8	3.753,4	25.190,9
7,5	0,0	30,7	3.323,4	12.685,9	1.612,2	7.583,1	542,6	6.416,1	32.193,9
8,0	0,0	413,6	5.241,1	15.771,1	1.456,0	1.683,2	377,1	7.848,1	32.790,2
8,5	0,0	246,4	6.880,3	9.391,6	1.369,3	284,3	66,7	4.198,4	22.436,8
9,0	27,1	1.757,4	6.712,2	1.588,2	333,1	10,7	0,0	4.001,1	14.429,9
9,5	24,3	287,6	2.365,2	291,5	99,2	0,0	0,0	1.499,7	4.567,6
10,0	0,0	85,8	207,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	306,2
10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
11,0	138,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	138,3
11,5	203,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	203,4
12,0	424,9	165,7	16,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	606,7
12,5	345,9	54,4	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0	431,8
13,0	755,4	181,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	937,0
13,5	905,5	196,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.102,2
14,0	1.851,8	649,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.500,9
14,5	608,6	426,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.035,4
15,0	418,6	704,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.123,4
15,5	364,6	819,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.183,6
16,0	72,9	417,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	490,3
16,5	94,8	153,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	248,5
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	6.236,1	6.837,3	26.062,3	54.775,7	11.558,8	16.256,0	2.894,5	29.234,4	153.855,2
Reclutas	393,1	3.068,0	26.046,2	54.744,3	11.558,8	16.256,0	2.894,5	29.234,4	144.195,3
% Reclutas	6,3	44,9	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	93,7
Area (mn²)	740,1	793,8	1.012,7	1.461,0	989,0	1.296,7	1.600,0	316,0	8.209,3
ρ (nº/mn²)	8.4	8.6	25.7	37.5	11.7	12.5	1.8	92.5	18.7
Con Sesao	-,-	-,-	,	,.	,.	,-	.,.	,-	,.
Total	6.810.9	6.840.1							154.432.8
Area	746 7	794 1							8 216 2
% aumento	9.22	0.04							0.38

Tabla 40. Abundancia (millones de ejemplares) de sardina común estimados por los métodos de Conglomerados Aleatorios Hansen y Wolter.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	33,76	0,00	1,58	0,00	35,34
5,5	0,00	0,68	0,00	0,00	73,16	0,00	0,41	124,04	198,29
6,0	0,00	16,72	25,46	318,88	1.203,02	337,45	249,15	177,94	2.328,61
6,5	0,00	24,38	3,52	3.947,50	2.318,07	1.675,26	694,32	1.225,44	9.888,50
7,0	0,00	204,55	1.275,27	11.854,32	3.132,49	5.265,77	958,78	3.811,85	26.503,03
7,5	0,00	30,64	3.292,11	13.619,30	1.629,39	8.244,32	541,44	6.516,03	33.873,23
8,0	0,00	413,33	5.191,79	16.931,50	1.471,52	1.829,97	376,35	7.970,33	34.184,79
8,5	0,00	246,18	6.815,47	10.082,58	1.383,91	309,10	66,53	4.263,76	23.167,54
9,0	27,88	1.756,19	6.649,00	1.705,09	336,66	11,67	0,00	4.063,44	14.549,93
9,5	25,02	287,43	2.342,91	313,00	100,27	0,00	0,00	1.523,07	4.591,69
10,0	0,00	85,72	205,38	0,00	0,00	0,00	0,00	13,27	304,37
10,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,69
11,0	142,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	142,32
11,5	209,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	209,21
12,0	437,17	165,55	15,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	618,69
12,5	355,88	54,40	0,00	33,75	0,00	0,00	0,00	0,00	444,03
13,0	777,10	181,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	958,62
13,5	931,58	196,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.128,09
14,0	1.905,09	648,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.553,74
14,5	626,08	426,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.052,65
15,0	430,61	704,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.134,93
15,5	375,08	818,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.193,56
16,0	75,04	417,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	492,11
16,5	97,54	153,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	251,15
17,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	6.415,6	6.832,5	25.816,9	58.805,9	11.682,3	17.673,5	2.888,6	29.689,9	159.805,1
Reclutas	404,4	3.065,8	25.800,9	58.772,2	11.682,3	17.673,5	2.888,6	29.689,9	149.977,5
% Reclutas	6,3	44,9	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	93,9
Area (mn²)	740,1	793,8	1.012,7	1.461,0	989,0	1.296,7	1.600,0	316,0	8.209,3
ρ (nº/mn²)	8,7	8,6	25,5	40,3	11,8	13,6	1,8	94,0	19,5
Con Sesgo					,	,			
Total	7.007,1	6.835,2							155.019,6
Area	746,7	794,1							8.216,2
% aumento	9,22	0,04							0,38

Tabla 41. Abundancia (millones de ejemplares) de sardina común estimados por el método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,6	0,0	1,6	0,0	35,2
5,5	0,0	0,7	0,0	0,0	72,7	0,0	0,4	123,7	197,6
6,0	0,0	17,4	25,9	314,0	1.195,8	310,6	256,3	177,5	2.297,4
6,5	0,0	25,3	3,6	3.887,4	2.304,2	1.542,0	714,3	1.222,5	9.699,1
7,0	0,0	212,2	1.295,4	11.673,8	3.113,7	4.846,7	986,3	3.802,6	25.930,8
7,5	0,0	31,8	3.344,0	13.411,9	1.619,6	7.588,3	557,0	6.500,3	33.052,8
8,0	0,0	428,9	5.273,6	16.673,6	1.462,7	1.684,3	387,2	7.951,1	33.861,4
8,5	0,0	255,4	6.922,9	9.929,0	1.375,6	284,5	68,4	4.253,4	23.089,4
9,0	27,5	1.822,3	6.753,8	1.679,1	334,6	10,7	0,0	4.053,6	14.681,8
9,5	24,7	298,2	2.379,8	308,2	99,7	0,0	0,0	1.519,4	4.630,1
10,0	0,0	88,9	208,6	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	310,8
10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
11,0	140,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	140,6
11,5	206,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	206,7
12,0	431,9	171,8	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	619,9
12,5	351,6	56,5	0,0	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0	441,2
13,0	767,7	188,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	956,0
13,5	920,3	203,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.124,2
14,0	1.882,0	673,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.555,0
14,5	618,5	442,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.061,1
15,0	425,4	730,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.156,2
15,5	370,5	849,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.219,8
16,0	74,1	432,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	506,9
16,5	96,4	159,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	255,7
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	6.337,8	7.089,7	26.223,7	57.910,3	11.612,2	16.267,1	2.971,5	29.618,1	158.030,4
Reclutas	399,5	3.181,3	26.207,5	57.877,1	11.612,2	16.267,1	2.971,5	29.618,1	148.134,2
% Reclutas	6,3	44,9	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	93,7
Area (mn²)	700,5	756,8	952,7	1.382,0	955,0	1.250,7	1.498,0	299,0	7.794,7
ρ (nº/mn²)	9,0	9,4	27,5	41,9	12,2	13,0	2,0	99,1	20,3
<u>Con Sesgo</u>	, -	,	, -	, -	, ,	, -	,	,	, -
Total	6.922,1	7.092,5							158.630,9
Area	746,7	794,1							8.216,2
% aumento	9,22	0,04							0,38

Tabla 42. Abundancia (millones de ejemplares) de sardina común estimados por el método de Variables Regionalizadas.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,2	0,0	1,4	0,0	31,7
5,5	0,0	0,8	0,0	0,0	89,3	0,0	0,5	150,7	241,3
6,0	0,0	27,4	42,1	486,2	1.948,5	508,1	408,7	286,8	3.707,8
6,5	0,0	51,8	7,5	7.808,2	4.870,5	3.272,2	1.477,5	2.562,4	20.050,1
7,0	0,0	553,1	3.478,6	29.836,0	8.374,8	13.087,3	2.596,0	10.141,9	68.067,6
7,5	0,0	103,7	11.238,1	42.897,4	5.451,6	25.642,1	1.834,7	21.695,9	108.863,5
8,0	0,0	1.725,2	21.860,4	65.780,2	6.072,8	7.020,5	1.573,0	32.733,7	136.765,7
8,5	0,0	1.251,4	34.949,0	47.705,6	6.955,5	1.444,2	338,7	21.326,0	113.970,2
9,0	165,7	10.750,1	41.058,1	9.715,1	2.037,6	65,7	0,0	24.474,5	88.266,8
9,5	177,3	2.097,5	17.247,9	2.126,1	723,5	0,0	0,0	10.936,5	33.308,9
10,0	0,0	739,1	1.786,4	0,0	0,0	0,0	0,0	112,6	2.638,0
10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9
11,0	1.624,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.624,9
11,5	2.759,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.759,9
12,0	6.622,9	2.581,9	251,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9.456,2
12,5	6.156,5	968,9	0,0	559,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7.684,9
13,0	15.271,7	3.672,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18.944,2
13,5	20.697,6	4.494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25.192,4
14,0	47.639,0	16.698,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64.337,8
14,5	17.547,7	12.308,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29.856,5
15,0	13.475,5	22.691,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36.166,6
15,5	13.058,3	29.335,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42.393,5
16,0	2.896,3	16.573,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19.470,2
16,5	4.161,2	6.746,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10.907,5
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	152.254,6	133.372,2	131.919,5	206.914,1	36.554,3	51.040,0	8.230,5	124.427,8	844.713,0
Reclutas	4.727,8	17.300,1	131.668,2	206.354,7	36.554,3	51.040,0	8.230,5	124.427,8	580.303,3
% Reclutas	3,1	13,0	99,8	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	68,7
Area (mn²)	740,1	793,8	1.012,7	1.461,0	989,0	1.296,7	1.600,0	316,0	8.209,3
O (t/mn²)	205.7	168.0	130.3	141.6	37.0	39.4	5.1	393.8	102.9
Con Sesao	,.	,•	,•	,•	,•	,.	-,-	,.	,•
Total	166.287.0	133.427.3							858.800.5
Area	746.7	794.1							8.216.2
% aumento	9.22	0,04							1.67

Tabla 43. Biomasa (toneladas) de sardina común estimados por los métodos de Conglomerados Aleatorios Hansen y Wolter.
Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,6	0,0	1,4	0,0	32,0
5,5	0,0	0,8	0,0	0,0	90,3	0,0	0,5	153,0	244,6
6,0	0,0	27,4	41,7	522,0	1.969,3	552,4	407,9	291,3	3.811,9
6,5	0,0	51,8	7,5	8.382,7	4.922,5	3.557,5	1.474,4	2.602,3	20.998,7
7,0	0,0	552,7	3.445,9	32.031,2	8.464,2	14.228,5	2.590,7	10.299,9	71.613,0
7,5	0,0	103,6	11.132,3	46.053,6	5.509,8	27.878,1	1.830,9	22.033,9	114.542,3
8,0	0,0	1.724,0	21.654,6	70.620,1	6.137,6	7.632,7	1.569,7	33.243,7	142.582,3
8,5	0,0	1.250,5	34.619,9	51.215,6	7.029,7	1.570,1	338,0	21.658,2	117.682,0
9,0	170,5	10.742,5	40.671,5	10.429,9	2.059,3	71,4	0,0	24.855,8	89.001,0
9,5	182,4	2.096,0	17.085,5	2.282,5	731,2	0,0	0,0	11.106,9	33.484,6
10,0	0,0	738,5	1.769,6	0,0	0,0	0,0	0,0	114,3	2.622,4
10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	7,0
11,0	1.671,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.671,6
11,5	2.839,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.839,3
12,0	6.813,5	2.580,1	249,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9.642,6
12,5	6.333,7	968,2	0,0	600,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7.902,6
13,0	15.711,2	3.669,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19.381,1
13,5	21.293,2	4.491,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25.784,8
14,0	49.010,0	16.687,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65.696,9
14,5	18.052,7	12.300,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30.352,8
15,0	13.863,3	22.675,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36.538,3
15,5	13.434,1	29.314,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42.748,5
16,0	2.979,7	16.562,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19.541,9
16,5	4.281,0	6.741,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11.022,4
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	156.636,3	133.277,8	130.677,3	222.138,2	36.944,6	55.490,7	8.213,5	126.366,3	869.744,6
Reclutas	4.863,9	17.287,8	130.428,3	221.537,6	36.944,6	55.490,7	8.213,5	126.366,3	601.132,7
% Reclutas	3.1	13.0	99.8	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	69.1
Area (mn ²)	740,1	793,8	1.012,7	1.461,0	989,0	1.296,7	1.600,0	316,0	8.209,3
$O(t/mn^2)$	211.6	167.9	129.0	152.0	37.4	42.8	5.1	399.9	105.9
Con Sesao	2,5	,0	.20,0	.02,0	U 1,4	-12,0	0,1	000,0	,5
Total	171.078.2	133.331.1							884.269.3
Area	746.7	794.1							8.216.2
% aumento	9,22	0,04							1,67

Tabla 44. Biomasa (toneladas) de sardina común estimados por el método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4	0,0	1,5	0,0	31,8
5,5	0,0	0,9	0,0	0,0	89,7	0,0	0,5	152,7	243,8
6,0	0,0	28,4	42,3	514,0	1.957,5	508,4	419,6	290,6	3.760,9
6,5	0,0	53,7	7,6	8.255,0	4.893,0	3.274,4	1.516,7	2.596,0	20.596,5
7,0	0,0	573,5	3.500,2	31.543,4	8.413,4	13.096,2	2.665,1	10.275,0	70.066,7
7,5	0,0	107,5	11.307,7	45.352,3	5.476,7	25.659,7	1.883,5	21.980,7	111.768,0
8,0	0,0	1.788,9	21.995,8	69.544,5	6.100,8	7.025,3	1.614,8	33.163,3	141.233,4
8,5	0,0	1.297,6	35.165,4	50.435,6	6.987,6	1.445,2	347,7	21.605,9	117.284,9
9,0	168,4	11.147,0	41.312,4	10.271,1	2.047,0	65,7	0,0	24.795,7	89.807,3
9,5	180,2	2.175,0	17.354,8	2.247,7	726,8	0,0	0,0	11.080,0	33.764,6
10,0	0,0	766,3	1.797,4	0,0	0,0	0,0	0,0	114,0	2.677,8
10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	7,0
11,0	1.651,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.651,3
11,5	2.804,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.804,9
12,0	6.730,8	2.677,3	252,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9.661,0
12,5	6.256,9	1.004,7	0,0	591,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7.853,0
13,0	15.520,6	3.808,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19.328,6
13,5	21.034,9	4.660,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25.695,6
14,0	48.415,3	17.315,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65.730,6
14,5	17.833,7	12.763,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30.596,9
15,0	13.695,2	23.528,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37.223,9
15,5	13.271,1	30.418,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43.689,2
16,0	2.943,5	17.185,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20.129,3
16,5	4.229,0	6.995,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11.224,3
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	154.735,9	138.295,9	132.736,5	218.755,1	36.723,0	51.074,9	8.449,3	126.060,7	866.831,3
Reclutas	4.804,9	17.938,8	132.483,6	218.163,7	36.723,0	51.074,9	8.449,3	126.060,7	595.698,8
% Reclutas	3.1	13.0	99.8	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	68.7
Area (mn ²)	700,5	756,8	952,7	1.382,0	955,0	1.250,7	1.498,0	299,0	7.794,7
$O(t/mn^2)$	220.9	182 7	139 3	158 3	38 5	40.8	5.6	421 6	111 2
Con Sesao	220,5	102,7	100,0	150,5	50,5	40,0	5,0	421,0	111,2
Total	169.002.5	138.351.2							884,269.3
Area	746.7	794.1							8.216.2
% aumento	9,22	0,04							1,67

Tabla 45. Biomasa (toneladas) de sardina común estimados por el método de Variables Regionalizadas.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					9,294E-01		9,294E-01
3,5					1,636E+02		1,636E+02
4,0			5,030E+01		8,165E+02		8,668E+02
4,5			3,462E+02		1,140E+03		1,486E+03
5,0			5,307E+04		7,500E+03		6,057E+04
5,5			8,109E+04		7,742E+03		8,883E+04
6,0		6,126E+02	9,422E+06		1,037E+04		9,433E+06
6,5		7,944E+02	4,750E+06		1,456E+04	2,060E-01	4,765E+06
7,0	3,982E+04	8,983E+05	2,864E+07		8,131E+04	2,886E+03	2,966E+07
7,5	5,167E-01	9,416E+06	8,519E+07		1,549E+05	1,746E+05	9,493E+07
8,0	6,340E-01	2,670E+07	1,039E+08		3,268E+05	1,616E+06	1,326E+08
8,5	9,385E-01	1,186E+07	3,121E+07		6,234E+05	2,010E+06	4,571E+07
9,0	1,681E+04	3,179E+06	1,050E+06		1,783E+05	1,168E+06	5,592E+06
9,5	6,638E+03	2,218E+05			2,600E+05	5,429E+04	5,428E+05
10,0	1,035E+05		3,977E+05		1,973E+05	4,262E+02	6,988E+05
10,5	2,042E+04	4,858E+04	1,484E+00		4,832E+04		1,173E+05
11,0	8,798E+05	1,670E+04	1,594E+05	8,001E+04	2,985E+04		1,166E+06
11,5	5,045E+07		2,791E+01	1,154E+06	3,385E+04	1,144E+03	5,164E+07
12,0	1,202E+08		2,516E+01	1,112E+07	9,058E+04	1,292E-01	1,314E+08
12,5	1,285E+08		2,211E+01	4,147E+07	9,642E+04		1,701E+08
13,0	3,557E+08		2,736E+00	2,858E+08		2,015E+05	6,417E+08
13,5	1,481E+09			1,859E+08		8,959E+05	1,668E+09
14,0	8,546E+09			1,599E+08		3,465E+06	8,709E+09
14,5	1,137E+10			3,354E+07		1,170E+06	1,140E+10
15,0	1,730E+10			1,757E+07		3,645E+06	1,732E+10
15,5	8,704E+09			2,106E+05		2,181E+05	8,704E+09
16,0	3,148E+09			2,304E+05		5,240E+04	3,148E+09
16,5	8,791E+08						8,791E+08
17,0	5,521E+07						5,521E+07
17,5	2,060E+08						2,060E+08
18,0	2,819E+03						2,819E+03
18,5							
19,0							
Total	5,234E+10	5,234E+07	2,649E+08	7,370E+08	2,163E+06	1,468E+07	5,341E+10
Reclutas	1,717E+08	5,234E+07	2,649E+08	1,235E+07	2,067E+06	5,027E+06	5,084E+08
C. V.	0,1731	0,3652	0,3310	0,3597	0,1533	0,2036	0,1547

Tabla 46. Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Hansen.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					3,845E-01		3,845E-01
3,5					6,937E+01		6,937E+01
4,0			4,202E+01		3,680E+02		4,101E+02
4,5			2,656E+02		5,397E+02		8,053E+02
5,0			4,201E+04		3,188E+03		4,520E+04
5,5			5,844E+04		3,435E+03		6,188E+04
6,0		7,404E+02	6,877E+06		4,478E+03		6,882E+06
6,5		9,601E+02	3,512E+06		6,802E+03	1,076E-01	3,520E+06
7,0	3,982E+04	7,305E+05	2,074E+07		3,549E+04	1,507E+03	2,155E+07
7,5	5,539E-01	7,567E+06	6,149E+07		7,346E+04	9,119E+04	6,922E+07
8,0	6,797E-01	2,141E+07	7,501E+07		1,505E+05	8,438E+05	9,742E+07
8,5	9,882E-01	9,536E+06	2,280E+07		2,818E+05	1,050E+06	3,367E+07
9,0	1,273E+04	2,573E+06	8,519E+05		1,075E+05	6,100E+05	4,155E+06
9,5	6,021E+03	1,866E+05			1,274E+05	2,836E+04	3,484E+05
10,0	6,360E+04		3,531E+05		1,089E+05	2,227E+02	5,258E+05
10,5	1,629E+04	4,356E+04	1,485E+00		4,479E+04		1,046E+05
11,0	6,390E+05	1,607E+04	1,590E+05	8,001E+04	2,121E+04		9,153E+05
11,5	3,008E+07		2,231E+01	6,314E+05	2,405E+04	5,977E+02	3,074E+07
12,0	6,575E+07		2,036E+01	4,606E+06	4,883E+04	6,750E-02	7,040E+07
12,5	7,008E+07		1,817E+01	1,584E+07	6,233E+04		8,598E+07
13,0	1,692E+08		2,737E+00	1,023E+08		1,053E+05	2,717E+08
13,5	6,775E+08			6,751E+07		4,683E+05	7,455E+08
14,0	3,697E+09			5,855E+07		1,812E+06	3,757E+09
14,5	4,914E+09			1,331E+07		6,124E+05	4,928E+09
15,0	7,453E+09			7,402E+06		1,909E+06	7,462E+09
15,5	3,819E+09			2,106E+05		1,196E+05	3,820E+09
16,0	1,429E+09			2,304E+05		6,181E+04	1,430E+09
16,5	4,446E+08						4,446E+08
17,0	3,729E+07						3,729E+07
17,5	1,277E+08						1,277E+08
18,0	2,812E+03						2,812E+03
18,5							
19,0							
Total	2,293E+10	4,206E+07	1,919E+08	2,707E+08	1,105E+06	7,715E+06	2,345E+10
Reclutas	9,661E+07	4,206E+07	1,919E+08	5,317E+06	1,043E+06	2,626E+06	3,396E+08
C. V.	0,1146	0,3274	0,2818	0,2180	0,1096	0,1476	0,1025

Tabla 47. Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método de Conglomerados aleatorios Wolter.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					3,4161E-01		3,4161E-01
3,5					6,1930E+01		6,1930E+01
4,0			3,8189E+01		3,3241E+02		3,7060E+02
4,5			2,2909E+02		4,9172E+02		7,2081E+02
5,0			3,6968E+04		2,8478E+03		3,9815E+04
5,5			4,8245E+04		3,0939E+03		5,1339E+04
6,0		8,9359E+02	5,7293E+06		4,0118E+03		5,7342E+06
6,5		1,1587E+03	2,9531E+06		6,1826E+03	9,8795E-02	2,9604E+06
7,0	3,9639E+04	7,5597E+05	1,7184E+07		3,1866E+04	1,3839E+03	1,8012E+07
7,5	5,5350E-01	7,7821E+06	5,0819E+07		6,6954E+04	8,3722E+04	5,8752E+07
8,0	6,7920E-01	2,1997E+07	6,1996E+07		1,3644E+05	7,7475E+05	8,4904E+07
8,5	9,8644E-01	9,8106E+06	1,9011E+07		2,5468E+05	9,6423E+05	3,0040E+07
9,0	1,2435E+04	2,6564E+06	7,6095E+05		1,0158E+05	5,6004E+05	4,0914E+06
9,5	5,9572E+03	1,9631E+05			1,1676E+05	2,6042E+04	3,4507E+05
10,0	6,0993E+04		3,3180E+05		1,0170E+05	2,0446E+02	4,9469E+05
10,5	1,5971E+04	4,7201E+04	1,4780E+00		4,4246E+04		1,0742E+05
11,0	6,2210E+05	1,7938E+04	1,5800E+05	9,2809E+04	2,0437E+04		9,1129E+05
11,5	2,8760E+07		1,9748E+01	7,7253E+05	2,3174E+04	5,4883E+02	2,9557E+07
12,0	6,2283E+07		1,8162E+01	5,8432E+06	4,5421E+04	6,1979E-02	6,8172E+07
12,5	6,6365E+07		1,6353E+01	2,0341E+07	5,9401E+04		8,6765E+07
13,0	1,5761E+08		2,7239E+00	1,3281E+08		9,6701E+04	2,9052E+08
13,5	6,2777E+08			8,7404E+07		4,3013E+05	7,1561E+08
14,0	3,3982E+09			7,5707E+07		1,6643E+06	3,4756E+09
14,5	4,5166E+09			1,6996E+07		5,6275E+05	4,5341E+09
15,0	6,8473E+09			9,3676E+06		1,7548E+06	6,8584E+09
15,5	3,5182E+09			2,4431E+05		1,1168E+05	3,5186E+09
16,0	1,3229E+09			2,6721E+05		6,7654E+04	1,3233E+09
16,5	4,1733E+08						4,1733E+08
17,0	3,6079E+07						3,6079E+07
17,5	1,2252E+08						1,2252E+08
18,0	2,7982E+03						2,7982E+03
18,5							
19,0							
Total	2,112E+10	4,327E+07	1,590E+08	3,498E+08	1,020E+06	7,099E+06	2,168E+10
Reclutas	9,180E+07	4,327E+07	1,590E+08	6,709E+06	9,603E+05	2,411E+06	3,042E+08
C. V.	0,1102	0,3119	0,2572	0,2301	0,1056	0,1369	0,0982

Tabla 48. Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					2.265E+00		2.2650E+00
3,5					3.979E+02		3.9792E+02
4,0			2.079E+01		1.974E+03		1.9951E+03
4,5			8.655E+01		2.743E+03		2.8298E+03
5,0			1.636E+04		1.823E+04		3.4596E+04
5,5			1.121E+04		1.875E+04		2.9954E+04
6,0		7.226E+02	1.509E+06		2.517E+04		1.5350E+06
6,5		9.370E+02	8.693E+05		3.509E+04	5.458E-02	9.0536E+05
7,0	4.083E+04	1.735E+05	4.199E+06		1.972E+05	7.647E+02	4.6114E+06
7,5	5.904E-01	1.592E+06	1.200E+07		3.727E+05	4.627E+04	1.4009E+07
8,0	7.244E-01	4.408E+06	1.463E+07		7.886E+05	4.282E+05	2.0259E+07
8,5	1.043E+00	2.017E+06	5.050E+06		1.507E+06	5.330E+05	9.1073E+06
9,0	1.059E+04	5.837E+05	3.731E+05		4.174E+05	3.096E+05	1.6943E+06
9,5	5.801E+03	5.825E+04			6.236E+05	1.440E+04	7.0204E+05
10,0	4.116E+04		2.144E+05		4.669E+05	1.131E+02	7.2256E+05
10,5	1.421E+04	1.949E+04	1.201E+00		1.052E+05		1.3888E+05
11,0	5.100E+05	9.435E+03	1.278E+05	8.168E+04	6.825E+04		7.9715E+05
11,5	1.856E+07		9.121E+00	5.936E+05	7.739E+04	3.034E+02	1.9231E+07
12,0	3.457E+07		8.820E+00	4.068E+06	2.150E+05	3.427E-02	3.8854E+07
12,5	3.663E+07		8.406E+00	1.367E+07	2.236E+05		5.0524E+07
13,0	6.101E+07		2.214E+00	8.662E+07		5.351E+04	1.4768E+08
13,5	2.099E+08			5.739E+07		2.382E+05	2.6755E+08
14,0	8.660E+08			4.990E+07		9.224E+05	9.1684E+08
14,5	1.147E+09			1.162E+07		3.128E+05	1.1590E+09
15,0	1.703E+09			6.566E+06		9.766E+05	1.7101E+09
15,5	9.703E+08			2.150E+05		6.918E+04	9.7055E+08
16,0	4.289E+08			2.352E+05		8.204E+04	4.2924E+08
16,5	1.938E+08						1.9383E+08
17,0	2.743E+07						2.7430E+07
17,5	8.364E+07						8.3636E+07
18,0	2.878E+03						2.8784E+03
18,5							
19,0							
Total	5.781E+09	8.863E+06	3.900E+07	2.310E+08	5.165E+06	3.987E+06	6.069E+09
Reclutas	5.375E+07	8.863E+06	3.900E+07	4.743E+06	4.941E+06	1.333E+06	1.126E+08
C. V.	0.0568	0.1851	0.1413	0.1993	0.1619	0.0965	0.0516

Tabla 49. Varianza de la biomasa de anchoveta estimados por el método de Variables Regionalizadas.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					8,319E+13		8,319E+13
3,5					5,325E+15		5,325E+15
4,0			7,185E+14		1,030E+16		1,101E+16
4,5			2,123E+15		6,520E+15		8,643E+15
5,0			1,828E+17		2,060E+16		2,034E+17
5,5			1,320E+17		1,130E+16		1,433E+17
6,0		5,024E+14	8,347E+18		1,264E+16		8,360E+18
6,5		3,648E+14	2,212E+18		6,928E+15	9,439E+10	2,219E+18
7,0	1,277E+16	2,612E+17	1,176E+19		2,270E+16	7,974E+14	1,206E+19
7,5	9,181E+10	1,683E+18	1,496E+19		2,684E+16	3,013E+16	1,670E+19
8,0	7,092E+10	3,033E+18	1,174E+19		3,645E+16	1,795E+17	1,499E+19
8,5	7,053E+10	8,807E+17	2,304E+18		4,603E+16	1,477E+17	3,378E+18
9,0	8,475E+14	1,599E+17	5,236E+16		8,899E+15	5,809E+16	2,801E+17
9,5	2,285E+14	7,672E+15			8,959E+15	1,868E+15	1,873E+16
10,0	2,605E+15		9,646E+15		4,788E+15	1,033E+13	1,705E+16
10,5	3,762E+14	8,503E+14	2,603E+10		8,406E+14		2,067E+15
11,0	1,148E+16	2,113E+14	2,026E+15	1,012E+15	3,778E+14		1,511E+16
11,5	4,855E+17		2,623E+11	1,088E+16	3,163E+14	1,069E+13	4,967E+17
12,0	8,556E+17		1,773E+11	7,803E+16	6,339E+14	9,031E+08	9,342E+17
12,5	6,871E+17		1,173E+11	2,198E+17	5,106E+14		9,074E+17
13,0	1,455E+18		1,108E+10	1,163E+18		8,157E+14	2,619E+18
13,5	4,669E+18			5,844E+17		2,804E+15	5,256E+18
14,0	2,100E+19			3,926E+17		8,461E+15	2,140E+19
14,5	2,196E+19			6,461E+16		2,252E+15	2,203E+19
15,0	2,653E+19			2,693E+16		5,603E+15	2,656E+19
15,5	1,068E+19			2,568E+14		2,672E+14	1,068E+19
16,0	3,112E+18			2,262E+14		5,163E+13	3,112E+18
16,5	7,050E+17						7,050E+17
17,0	3,623E+16						3,623E+16
17,5	1,101E+17						1,101E+17
18,0	1,239E+12						1,239E+12
18,5							
19,0							
Total	9,230E+19	6,028E+18	5,171E+19	2,542E+18	2,310E+17	4,384E+17	1,532E+20
Reclutas	1,369E+18	6,028E+18	5,171E+19	8,992E+16	2,305E+17	4,181E+17	5,984E+19
C. V.	0,1685	0,3786	0,3255	0,3631	0,1363	0,2467	0,1287

Tabla 50. Varianza de la abundancia de anchoveta estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Hansen.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					3,441E+13		3,441E+13
3,5					2,257E+15		2,257E+15
4,0			6,003E+14		4,641E+15		5,241E+15
4,5			1,629E+15		3,087E+15		4,716E+15
5,0			1,447E+17		8,757E+15		1,535E+17
5,5			9,513E+16		5,014E+15		1,001E+17
6,0		6,072E+14	6,092E+18		5,459E+15		6,098E+18
6,5		4,409E+14	1,635E+18		3,236E+15	4,930E+10	1,639E+18
7,0	1,277E+16	2,124E+17	8,519E+18		9,907E+15	4,165E+14	8,754E+18
7,5	9,843E+10	1,353E+18	1,080E+19		1,273E+16	1,574E+16	1,218E+19
8,0	7,603E+10	2,433E+18	8,472E+18		1,679E+16	9,376E+16	1,102E+19
8,5	7,426E+10	7,081E+17	1,683E+18		2,081E+16	7,716E+16	2,489E+18
9,0	6,419E+14	1,294E+17	4,247E+16		5,366E+15	3,035E+16	2,083E+17
9,5	2,073E+14	6,453E+15			4,390E+15	9,757E+14	1,203E+16
10,0	1,601E+15		8,565E+15		2,644E+15	5,399E+12	1,282E+16
10,5	3,001E+14	7,624E+14	2,604E+10		7,792E+14		1,842E+15
11,0	8,340E+15	2,034E+14	2,021E+15	1,012E+15	2,685E+14		1,184E+16
11,5	2,895E+17		2,096E+11	5,949E+15	2,248E+14	5,585E+12	2,957E+17
12,0	4,680E+17		1,434E+11	3,232E+16	3,417E+14	4,718E+08	5,006E+17
12,5	3,748E+17		9,640E+10	8,395E+16	3,301E+14		4,590E+17
13,0	6,921E+17		1,108E+10	4,165E+17		4,263E+14	1,109E+18
13,5	2,136E+18			2,122E+17		1,466E+15	2,349E+18
14,0	9,082E+18			1,437E+17		4,424E+15	9,230E+18
14,5	9,494E+18			2,565E+16		1,179E+15	9,521E+18
15,0	1,143E+19			1,134E+16		2,935E+15	1,144E+19
15,5	4,684E+18			2,568E+14		1,466E+14	4,685E+18
16,0	1,413E+18			2,262E+14		6,090E+13	1,413E+18
16,5	3,565E+17						3,565E+17
17,0	2,447E+16						2,447E+16
17,5	6,821E+16						6,821E+16
18,0	1,236E+12						1,236E+12
18,5							
19,0							
Total	4,053E+19	4,844E+18	3,750E+19	9,332E+17	1,071E+17	2,290E+17	8,414E+19
Reclutas	7,813E+17	4,844E+18	3,750E+19	3,928E+16	1,067E+17	2,184E+17	4,349E+19
C. V.	0,1117	0,3394	0,2772	0,2200	0,0928	0,1783	0,0954

Tabla 51. Varianza de la abundancia de anchoveta estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Wolter.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					3,0576E+13		3,058E+13
3,5					2,0153E+15		2,015E+15
4,0			5,4553E+14		4,1917E+15		4,737E+15
4,5			1,4049E+15		2,8127E+15		4,218E+15
5,0			1,2735E+17		7,8220E+15		1,352E+17
5,5			7,8534E+16		4,5152E+15		8,305E+16
6,0		7,3286E+14	5,0759E+18		4,8910E+15		5,082E+18
6,5		5,3205E+14	1,3752E+18		2,9417E+15	4,5261E+10	1,379E+18
7,0	1,2709E+16	2,1980E+17	7,0575E+18		8,8947E+15	3,8239E+14	7,299E+18
7,5	9,8353E+10	1,3913E+18	8,9255E+18		1,1602E+16	1,4449E+16	1,034E+19
8,0	7,5976E+10	2,4996E+18	7,0016E+18		1,5219E+16	8,6086E+16	9,602E+18
8,5	7,4130E+10	7,2843E+17	1,4032E+18		1,8807E+16	7,0849E+16	2,221E+18
9,0	6,2699E+14	1,3362E+17	3,7939E+16		5,0701E+15	2,7862E+16	2,051E+17
9,5	2,0506E+14	6,7899E+15			4,0229E+15	8,9592E+14	1,191E+16
10,0	1,5354E+15		8,0485E+15		2,4680E+15	4,9572E+12	1,206E+16
10,5	2,9426E+14	8,2621E+14	2,5913E+10		7,6966E+14		1,890E+15
11,0	8,1186E+15	2,2699E+14	2,0083E+15	1,1744E+15	2,5866E+14		1,179E+16
11,5	2,7679E+17		1,8557E+11	7,2789E+15	2,1654E+14	5,1282E+12	2,843E+17
12,0	4,4332E+17		1,2794E+11	4,1000E+16	3,1786E+14	4,3318E+08	4,846E+17
12,5	3,5490E+17		8,6765E+10	1,0781E+17	3,1455E+14		4,630E+17
13,0	6,4467E+17		1,1028E+10	5,4050E+17		3,9148E+14	1,186E+18
13,5	1,9786E+18			2,7477E+17		1,3460E+15	2,255E+18
14,0	8,3487E+18			1,8584E+17		4,0638E+15	8,539E+18
14,5	8,7269E+18			3,2742E+16		1,0830E+15	8,761E+18
15,0	1,0498E+19			1,4356E+16		2,6970E+15	1,052E+19
15,5	4,3149E+18			2,9790E+14		1,3684E+14	4,315E+18
16,0	1,3076E+18			2,6237E+14		6,6661E+13	1,308E+18
16,5	3,3466E+17						3,347E+17
17,0	2,3678E+16						2,368E+16
17,5	6,5466E+16						6,547E+16
18,0	1,2302E+12						1,230E+12
18,5							
19,0							
Total	3,734E+19	4,982E+18	3,109E+19	1,206E+18	9,718E+16	2,103E+17	7,493E+19
Reclutas	7,436E+17	4,982E+18	3,109E+19	4,945E+16	9,687E+16	2,005E+17	3,717E+19
C. V.	0,1074	0,3233	0,2531	0,2322	0,0887	0,1652	0,0894

Tabla 52. Varianza de la abundancia de anchoveta estimados por el método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona GA	Total
3,0					2.0273E+14		2.0273E+14
3,5					1.2949E+16		1.2949E+16
4,0			2.9695E+14		2.4896E+16		2.5193E+16
4,5			5.3080E+14		1.5692E+16		1.6223E+16
5,0			5.6364E+16		5.0083E+16		1.0645E+17
5,5			1.8241E+16		2.7361E+16		4.5601E+16
6,0		5.9265E+14	1.3370E+18		3.0692E+16		1.3683E+18
6,5		4.3026E+14	4.0484E+17		1.6695E+16	2.5005E+10	4.2196E+17
7,0	1.3090E+16	5.0450E+16	1.7246E+18		5.5043E+16	2.1129E+14	1.8434E+18
7,5	1.0490E+11	2.8453E+17	2.1074E+18		6.4572E+16	7.9852E+15	2.4645E+18
8,0	8.1035E+10	5.0091E+17	1.6527E+18		8.7964E+16	4.7575E+16	2.2892E+18
8,5	7.8382E+10	1.4980E+17	3.7275E+17		1.1128E+17	3.9160E+16	6.7298E+17
9,0	5.3415E+14	2.9363E+16	1.8601E+16		2.0831E+16	1.5401E+16	8.4729E+16
9,5	1.9968E+14	2.0146E+15			2.1486E+16	4.9532E+14	2.4196E+16
10,0	1.0362E+15		5.2004E+15		1.1331E+16	2.7410E+12	1.7570E+16
10,5	2.6175E+14	3.4112E+14	2.1061E+10		1.8296E+15		2.4325E+15
11,0	6.6556E+15	1.1939E+14	1.6242E+15	1.0336E+15	8.6385E+14		1.0297E+16
11,5	1.7863E+17		8.5707E+10	5.5933E+15	7.2315E+14	2.8353E+12	1.8495E+17
12,0	2.4607E+17		6.2133E+10	2.8542E+16	1.5044E+15	2.3950E+08	2.7612E+17
12,5	1.9588E+17		4.4604E+10	7.2468E+16	1.1840E+15		2.6953E+17
13,0	2.4956E+17		8.9632E+09	3.5250E+17		2.1664E+14	6.0228E+17
13,5	6.6163E+17			1.8042E+17		7.4540E+14	8.4279E+17
14,0	2.1276E+18			1.2249E+17		2.2522E+15	2.2524E+18
14,5	2.2164E+18			2.2387E+16		6.0193E+14	2.2394E+18
15,0	2.6102E+18			1.0062E+16		1.5010E+15	2.6218E+18
15,5	1.1900E+18			2.6218E+14		8.4761E+13	1.1903E+18
16,0	4.2396E+17			2.3091E+14		8.0834E+13	4.2427E+17
16,5	1.5543E+17						1.5543E+17
17,0	1.8002E+16						1.8002E+16
17,5	4.4690E+16						4.4690E+16
18,0	1.2654E+12						1.2654E+12
18,5							
19,0							
Total	1.034E+19	1.019E+18	7.700E+18	7.960E+17	5.572E+17	1.163E+17	2.053E+19
Reclutas	4.465E+17	1.019E+18	7.700E+18	3.517E+16	5.560E+17	1.108E+17	9.867E+18
C. V.	0.0557	0.1917	0.1398	0.2011	0.1447	0.1155	0.0475

Tabla 53. Varianza de la abundancia de anchoveta estimados por el método de Variables Regionalizadas.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					5,882E+02		2,294E+00		5,905E+02
5,5		2,385E+01			5,026E+03		1,234E+00	1,943E+04	2,448E+04
6,0		5,403E+02	1,863E+03	1,756E+05	2,336E+06	2,298E+05	6,718E+04	7,207E+04	2,884E+06
6,5		2,043E+03	1,172E+03	3,573E+07	1,447E+07	9,293E+06	8,197E+05	5,753E+06	6,607E+07
7,0		2,310E+05	7,151E+06	3,725E+08	4,340E+07	1,486E+08	2,488E+06	8,917E+07	6,636E+08
7,5		8,017E+03	7,393E+07	1,072E+09	1,866E+07	5,766E+08	1,274E+06	4,050E+08	2,148E+09
8,0		2,218E+06	2,797E+08	2,533E+09	2,322E+07	4,347E+07	9,498E+05	8,811E+08	3,764E+09
8,5		1,186E+06	7,086E+08	1,343E+09	3,053E+07	1,867E+06	5,214E+04	3,753E+08	2,461E+09
9,0	2,757E+04	8,509E+07	9,888E+08	5,744E+07	2,753E+06	4,315E+03		5,129E+08	1,647E+09
9,5	3,156E+04	3,317E+06	1,793E+08	3,037E+06	3,940E+05			1,056E+08	2,917E+08
10,0		4,348E+05	2,184E+06					1,227E+04	2,631E+06
10,5								4,738E+01	4,738E+01
11,0	2,320E+06								2,320E+06
11,5	6,619E+06								6,619E+06
12,0	3,840E+07	5,635E+06	6,419E+04						4,410E+07
12,5	3,519E+07	8,480E+05		3,142E+05					3,635E+07
13,0	2,223E+08	1,259E+07							2,349E+08
13,5	4,291E+08	2,050E+07							4,496E+08
14,0	2,402E+09	3,084E+08							2,710E+09
14,5	3,474E+08	1,847E+08							5,320E+08
15,0	2,200E+08	7,137E+08							9,338E+08
15,5	2,261E+08	1,350E+09							1,576E+09
16,0	1,1/1E+0/	4,961E+08							5,078E+08
16,5	2,698E+07	9,188E+07							1,189E+08
17,0									
17,5									
18,0									
Total	3,968E+09	3,277E+09	2,240E+09	5,418E+09	1,358E+08	7,800E+08	5,650E+06	2,375E+09	1,820E+10
Reclutas	8,999E+06	9,249E+07	2,240E+09	5,418E+09	1,358E+08	7,800E+08	5,650E+06	2,375E+09	1,106E+10
C. V.	0,4137	0,4292	0,3587	0,3557	0,3188	0,5472	0,2888	0,3917	0,1597

Tabla 54. Varianza de la biomasa de sardina común estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Hansen.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					4,026E+02		2,360E+00		4,049E+02
5,5		5,026E+01			3,107E+03		1,422E+00	1,703E+04	2,019E+04
6,0		4,042E+02	1,921E+03	1,583E+05	1,435E+06	1,824E+05	4,869E+04	6,122E+04	1,888E+06
6,5		1,351E+03	1,878E+03	2,796E+07	8,605E+06	6,893E+06	5,660E+05	4,768E+06	4,880E+07
7,0		1,502E+05	4,261E+06	2,890E+08	2,550E+07	1,088E+08	1,702E+06	7,273E+07	5,021E+08
7,5		4,942E+03	4,209E+07	8,318E+08	1,113E+07	4,211E+08	8,801E+05	3,297E+08	1,637E+09
8,0		1,376E+06	1,577E+08	1,964E+09	1,387E+07	3,207E+07	6,623E+05	7,170E+08	2,887E+09
8,5		7,574E+05	3,992E+08	1,045E+09	1,827E+07	1,444E+06	4,047E+04	3,062E+08	1,771E+09
9,0	2,778E+04	5,137E+07	5,655E+08	4,564E+07	1,801E+06	4,315E+03		4,198E+08	1,084E+09
9,5	3,180E+04	2,125E+06	1,065E+08	2,561E+06	3,049E+05			8,746E+07	1,989E+08
10,0		3,101E+05	1,557E+06					1,199E+04	1,879E+06
10,5								4,775E+01	4,775E+01
11,0	1,752E+06								1,752E+06
11,5	5,095E+06								5,095E+06
12,0	3,059E+07	4,487E+06	6,483E+04						3,514E+07
12,5	3,019E+07	7,457E+05		3,146E+05					3,125E+07
13,0	2,065E+08	1,174E+07							2,183E+08
13,5	4,381E+08	2,090E+07							4,590E+08
14,0	2,703E+09	3,439E+08							3,047E+09
14,5	4,329E+08	2,250E+08							6,579E+08
15,0	3,021E+08	9,444E+08							1,246E+09
15,5	3,415E+08	1,924E+09							2,266E+09
16,0	1,853E+07	7,505E+08							7,690E+08
16,5	4,697E+07	1,455E+08							1,924E+08
17,0									
17,5									
18,0									
Total	4,557E+09	4,427E+09	1,277E+09	4,207E+09	8,092E+07	5,705E+08	3,899E+06	1,938E+09	1,706E+10
Reclutas	6,907E+06	5,610E+07	1,277E+09	4,207E+09	8,092E+07	5,705E+08	3,899E+06	1,938E+09	8,139E+09
C. V.	0,4434	0,4989	0,2709	0,3135	0,2461	0,4680	0,2399	0,3538	0,1546

Tabla 55. Varianza de la biomasa de sardina común estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Wolter.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					3,8973E+02		2,3650E+00		3,9210E+02
5,5		5,5586E+01			2,9512E+03		1,4602E+00	1,5961E+04	1,8969E+04
6,0		3,7586E+02	1,8974E+03	1,7885E+05	1,3616E+06	1,8965E+05	4,4209E+04	5,5869E+04	1,8325E+06
6,5		1,2080E+03	1,9869E+03	3,0618E+07	8,1102E+06	6,8333E+06	5,0492E+05	4,2577E+06	5,0327E+07
7,0		1,3348E+05	3,5910E+06	3,1572E+08	2,3980E+07	1,0675E+08	1,5126E+06	6,4004E+07	5,1569E+08
7,5		4,3066E+03	3,4809E+07	9,0878E+08	1,0498E+07	4,1266E+08	7,8533E+05	2,8961E+08	1,6571E+09
8,0		1,2014E+06	1,2983E+08	2,1461E+09	1,3084E+07	3,1652E+07	5,9296E+05	6,2964E+08	2,9521E+09
8,5		6,6878E+05	3,2861E+08	1,1426E+09	1,7241E+07	1,4758E+06	3,7598E+04	2,6951E+08	1,7601E+09
9,0	2,9471E+04	4,4414E+07	4,6848E+08	5,0152E+07	1,7290E+06	5,1001E+03		3,7066E+08	9,3547E+08
9,5	3,3731E+04	1,8785E+06	8,9599E+07	2,8533E+06	3,0108E+05			7,8030E+07	1,7270E+08
10,0		2,8413E+05	1,4002E+06					1,2174E+04	1,6965E+06
10,5								4,9495E+01	4,9495E+01
11,0	1,6628E+06								1,6628E+06
11,5	4,8767E+06								4,8767E+06
12,0	2,9734E+07	4,2457E+06	6,3743E+04						3,4043E+07
12,5	3,0266E+07	7,2378E+05		3,6266E+05					3,1352E+07
13,0	2,1324E+08	1,1547E+07							2,2479E+08
13,5	4,6672E+08	2,0948E+07							4,8766E+08
14,0	2,9626E+09	3,5066E+08							3,3133E+09
14,5	4,8711E+08	2,3295E+08							7,2006E+08
15,0	3,4741E+08	9,9015E+08							1,3376E+09
15,5	4,0046E+08	2,0387E+09							2,4391E+09
16,0	2,1916E+07	8,0137E+08							8,2329E+08
16,5	5,6469E+07	1,5622E+08							2,1269E+08
17,0									
17,5									
18,0									
Total	5,023E+09	4,656E+09	1,056E+09	4,597E+09	7,631E+07	5,596E+08	3,478E+06	1,706E+09	1,768E+10
Reclutas	6,603E+06	4,859E+07	1,056E+09	4,597E+09	7,631E+07	5,596E+08	3,478E+06	1,706E+09	8,054E+09
C. V.	0,4524	0,5120	0,2487	0,3052	0,2364	0,4263	0,2270	0,3268	0,1529

Tabla 56. Varianza de la biomasa de sardina común estimados por el método Bootstrap.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					1,930E+02		2,421E+00		1,9543E+02
5,5		8,287E+01			9,298E+02		1,312E+00	7,550E+03	8,5637E+03
6,0		2,861E+02	2,002E+03	1,300E+05	4,129E+05	1,006E+05	6,974E+04	1,783E+04	7,3338E+05
6,5		6,980E+02	2,587E+03	1,026E+07	1,943E+06	2,750E+06	8,492E+05	8,107E+05	1,6621E+07
7,0		7,327E+04	1,507E+06	9,705E+07	5,180E+06	3,998E+07	2,577E+06	6,494E+06	1,5286E+08
7,5		1,957E+03	1,170E+07	2,790E+08	2,587E+06	1,528E+08	1,320E+06	2,623E+07	4,7364E+08
8,0		5,591E+05	4,115E+07	6,585E+08	3,250E+06	1,237E+07	9,844E+05	5,574E+07	7,7259E+08
8,5		3,467E+05	1,037E+08	3,614E+08	4,344E+06	7,148E+05	5,428E+04	2,781E+07	4,9842E+08
9,0	2,906E+04	1,844E+07	1,614E+08	1,909E+07	7,226E+05	4,321E+03		4,498E+07	2,4464E+08
9,5	3,326E+04	9,835E+05	3,705E+07	1,578E+06	2,053E+05			1,443E+07	5,4274E+07
10,0		1,972E+05	9,680E+05					1,113E+04	1,1764E+06
10,5								5,054E+01	5,0542E+01
11,0	7,964E+05								7,9642E+05
11,5	2,541E+06								2,5410E+06
12,0	1,765E+07	3,570E+06	6,625E+04						2,1286E+07
12,5	2,227E+07	6,902E+05		3,527E+05					2,3311E+07
13,0	1,851E+08	1,169E+07							1,9680E+08
13,5	4,685E+08	2,290E+07							4,9145E+08
14,0	3,329E+09	4,085E+08							3,7377E+09
14,5	5,998E+08	2,860E+08							8,8581E+08
15,0	4,584E+08	1,267E+09							1,7255E+09
15,5	5,587E+08	2,695E+09							3,2539E+09
16,0	3,131E+07	1,085E+09							1,1158E+09
16,5	8,419E+07	2,149E+08							2,9910E+08
17,0									
17,5									
18,0									
Total	5,759E+09	6,016E+09	3,576E+08	1,427E+09	1,865E+07	2,087E+08	5,854E+06	1,765E+08	1,397E+10
Reclutas	2,105E+07	2,417E+07	3,576E+08	1,427E+09	1,865E+07	2,087E+08	5,854E+06	1,765E+08	2,240E+09
C. V.	0,4904	0,5608	0,1425	0,1727	0,1176	0,2829	0,2864	0,1054	0,1363

Tabla 57. Varianza de la biomasa de sardina común estimados por el método Variables Regionalizadas.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					7,680E+14		2,945E+12		7,709E+14
5,5		1,615E+13			3,385E+15		8,332E+11	1,369E+16	1,710E+16
6,0		2,293E+14	6,951E+14	6,763E+16	9,121E+17	8,737E+16	2,555E+16	2,768E+16	1,121E+18
6,5		4,591E+14	2,601E+14	8,096E+18	3,326E+18	2,104E+18	1,848E+17	1,295E+18	1,501E+19
7,0		3,206E+16	1,012E+18	7,207E+19	6,036E+18	2,070E+19	3,479E+17	1,243E+19	1,126E+20
7,5		7,034E+14	6,575E+18	9,512E+19	1,646E+18	5,070E+19	1,125E+17	3,628E+19	1,904E+20
8,0		1,283E+17	1,627E+19	1,470E+20	1,343E+18	2,506E+18	5,505E+16	5,427E+19	2,216E+20
8,5		4,609E+16	2,802E+19	5,235E+19	1,189E+18	7,264E+16	2,047E+15	1,555E+19	9,724E+19
9,0	7,369E+14	2,292E+18	2,688E+19	1,544E+18	7,415E+16	1,153E+14		1,415E+19	4,494E+19
9,5	5,935E+14	6,290E+16	3,408E+18	5,733E+16	7,431E+15			2,000E+18	5,536E+18
10,0		5,879E+15	2,959E+16					1,679E+14	3,563E+16
10,5								4,647E+11	4,647E+11
11,0	1,709E+16								1,709E+16
11,5	3,717E+16								3,717E+16
12,0	1,642E+17	2,328E+16	2,642E+14						1,878E+17
12,5	1,119E+17	2,680E+15		9,919E+14					1,156E+17
13,0	5,514E+17	3,114E+16							5,825E+17
13,5	8,285E+17	3,934E+16							8,678E+17
14,0	3,653E+18	4,687E+17							4,122E+18
14,5	4,211E+17	2,254E+17							6,465E+17
15,0	2,143E+17	6,932E+17							9,075E+17
15,5	1,771E+17	1,070E+18							1,247E+18
16,0	7,441E+15	3,165E+17							3,239E+17
16,5	1,410ヒ+16	4,838E+16							6,248E+16
17,0									
17,5									
18,0									
i otal Reclutas	6,199E+18 5,559F+16	5,487E+18 2,569F+18	8,220E+19 8,220F+19	3,763E+20 3,763F+20	1,454 ヒ +19 1,454F+19	7,617E+19 7,617F+19	7,279E+17 7,279F+17	1,360E+20 1,360E+20	6,976E+20 6,886F+20
C. V.	0,3992	0,3426	0,3479	0.3541	0,3299	0.5369	0,2948	0,3989	0,1717

Tabla 58. Varianza de abundancia de sardina común estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Hansen.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					5,256E+14		3,029E+12		5,287E+14
5,5		3,403E+13			2,092E+15		9,602E+11	1,201E+16	1,413E+16
6,0		1,716E+14	7,170E+14	6,095E+16	5,602E+17	6,934E+16	1,852E+16	2,351E+16	7,334E+17
6,5		3,037E+14	4,169E+14	6,337E+18	1,977E+18	1,561E+18	1,276E+17	1,074E+18	1,108E+19
7,0		2,084E+16	6,028E+17	5,591E+19	3,547E+18	1,515E+19	2,380E+17	1,014E+19	8,560E+19
7,5		4,336E+14	3,744E+18	7,378E+19	9,822E+17	3,703E+19	7,776E+16	2,953E+19	1,451E+20
8,0		7,957E+16	9,170E+18	1,140E+20	8,024E+17	1,848E+18	3,839E+16	4,416E+19	1,701E+20
8,5		2,944E+16	1,579E+19	4,073E+19	7,116E+17	5,620E+16	1,589E+15	1,269E+19	7,000E+19
9,0	7,424E+14	1,384E+18	1,537E+19	1,227E+18	4,849E+16	1,153E+14		1,158E+19	2,961E+19
9,5	5,979E+14	4,030E+16	2,024E+18	4,836E+16	5,750E+15			1,656E+18	3,774E+18
10,0		4,192E+15	2,110E+16					1,640E+14	2,545E+16
10,5								4,684E+11	4,684E+11
11,0	1,291E+16								1,291E+16
11,5	2,861E+16								2,861E+16
12,0	1,308E+17	1,854E+16	2,669E+14						1,496E+17
12,5	9,601E+16	2,357E+15		9,932E+14					9,936E+16
13,0	5,122E+17	2,903E+16							5,412E+17
13,5	8,458E+17	4,011E+16							8,859E+17
14,0	4,111E+18	5,227E+17							4,634E+18
14,5	5,248E+17	2,746E+17							7,995E+17
15,0	2,942E+17	9,172E+17							1,211E+18
15,5	2,676E+17	1,524E+18							1,792E+18
16,0	1,178E+16	4,787E+17							4,905E+17
16,5	2,454E+16	7,661E+16							1,012E+17
17,0									
17,5									
18,0									
Total	6,862E+18	5,443E+18	4,672E+19	2,921E+20	8,638E+18	5,572E+19	5,019E+17	1,109E+20	5,268E+20
Reclutas	4,285E+16	1,559E+18	4,672E+19	2,921E+20	8,638E+18	5,572E+19	5,019E+17	1,109E+20	5,161E+20
C. V.	0,4200	0,3412	0,2623	0,3120	0,2543	0,4592	0,2448	0,3602	0,1492

Tabla 59. Varianza de abundancia de sardina común estimados por el método de Conglomerados Aleatorios Wolter

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					5,0885E+14		3,0363E+12		5,119E+14
5,5		3,7637E+13			1,9874E+15		9,8563E+11	1,1251E+16	1,328E+16
6,0		1,5955E+14	7,0807E+14	6,8863E+16	5,3154E+17	7,2092E+16	1,6813E+16	2,1455E+16	7,116E+17
6,5		2,7150E+14	4,4110E+14	6,9383E+18	1,8639E+18	1,5471E+18	1,1386E+17	9,5869E+17	1,142E+19
7,0		1,8522E+16	5,0806E+17	6,1081E+19	3,3352E+18	1,4866E+19	2,1154E+17	8,9196E+18	8,894E+19
7,5		3,7785E+14	3,0960E+18	8,0600E+19	9,2645E+17	3,6288E+19	6,9386E+16	2,5942E+19	1,469E+20
8,0		6,9497E+16	7,5505E+18	1,2455E+20	7,5695E+17	1,8245E+18	3,4369E+16	3,8780E+19	1,736E+20
8,5		2,5994E+16	1,2996E+19	4,4527E+19	6,7161E+17	5,7414E+16	1,4761E+15	1,1168E+19	6,945E+19
9,0	7,8764E+14	1,1964E+18	1,2737E+19	1,3481E+18	4,6561E+16	1,3630E+14		1,0224E+19	2,555E+19
9,5	6,3429E+14	3,5620E+16	1,7032E+18	5,3870E+16	5,6790E+15			1,4773E+18	3,276E+18
10,0		3,8416E+15	1,8968E+16					1,6653E+14	2,298E+16
10,5								4,8550E+11	4,855E+11
11,0	1,2248E+16								1,225E+16
11,5	2,7382E+16								2,738E+16
12,0	1,2716E+17	1,7540E+16	2,6242E+14						1,450E+17
12,5	9,6243E+16	2,2878E+15		1,1449E+15					9,968E+16
13,0	5,2887E+17	2,8558E+16							5,574E+17
13,5	9,0109E+17	4,0206E+16							9,413E+17
14,0	4,5059E+18	5,3302E+17							5,039E+18
14,5	5,9051E+17	2,8430E+17							8,748E+17
15,0	3,3832E+17	9,6171E+17							1,300E+18
15,5	3,1373E+17	1,6150E+18							1,929E+18
16,0	1,3931E+16	5,1121E+17							5,251E+17
16,5	2,9505E+16	8,2267E+16							1,118E+17
17,0									
17,5									
18,0									
Total	7,486E+18	5,427E+18	3,861E+19	3,192E+20	8,140E+18	5,466E+19	4,475E+17	9,750E+19	5,314E+20
Reclutas	4,105E+16	1,351E+18	3,861E+19	3,192E+20	8,140E+18	5,466E+19	4,475E+17	9,750E+19	5,199E+20
C. V.	0,4265	0,3410	0,2407	0,3038	0,2442	0,4183	0,2316	0,3326	0,1443

Tabla 60. Varianza de abundancia de sardina común estimados por el método Bootstrap.

Talla (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona GA	Total
4,0									
4,5									
5,0					2,5200E+14		3,1081E+12		2,5511E+14
5,5		5,6110E+13			6,2615E+14		8,8541E+11	5,3220E+15	6,0052E+15
6,0		1,2146E+14	7,4723E+14	5,0067E+16	1,6117E+17	3,8249E+16	2,6521E+16	6,8464E+15	2,8372E+17
6,5		1,5686E+14	5,7436E+14	2,3261E+18	4,4645E+17	6,2267E+17	1,9151E+17	1,8254E+17	3,7699E+18
7,0		1,0167E+16	2,1315E+17	1,8776E+19	7,2049E+17	5,5678E+18	3,6035E+17	9,0503E+17	2,6553E+19
7,5		1,7168E+14	1,0409E+18	2,4746E+19	2,2827E+17	1,3435E+19	1,1658E+17	2,3493E+18	4,1917E+19
8,0		3,2340E+16	2,3930E+18	3,8219E+19	1,8803E+17	7,1301E+17	5,7059E+16	3,4334E+18	4,5036E+19
8,5		1,3477E+16	4,1028E+18	1,4085E+19	1,6922E+17	2,7811E+16	2,1311E+15	1,1522E+18	1,9552E+19
9,0	7,7669E+14	4,9666E+17	4,3872E+18	5,1324E+17	1,9458E+16	1,1547E+14		1,2408E+18	6,6583E+18
9,5	6,2535E+14	1,8649E+16	7,0421E+17	2,9784E+16	3,8716E+15			2,7317E+17	1,0303E+18
10,0		2,6663E+15	1,3114E+16					1,5218E+14	1,5932E+16
10,5								4,9578E+11	4,9578E+11
11,0	5,8662E+15								5,8662E+15
11,5	1,4268E+16								1,4268E+16
12,0	7,5477E+16	1,4750E+16	2,7276E+14						9,0500E+16
12,5	7,0811E+16	2,1816E+15		1,1134E+15					7,4106E+16
13,0	4,5910E+17	2,8908E+16							4,8800E+17
13,5	9,0463E+17	4,3957E+16							9,4858E+17
14,0	5,0634E+18	6,2099E+17							5,6844E+18
14,5	7,2717E+17	3,4902E+17							1,0762E+18
15,0	4,4636E+17	1,2307E+18							1,6771E+18
15,5	4,3769E+17	2,1351E+18							2,5728E+18
16,0	1,9903E+16	6,9183E+17							7,1173E+17
16,5	4,3988E+16	1,1318E+17							1,5717E+17
17,0									
17,5									
18,0									
Total	8,270E+18	5,805E+18	1,286E+19	9,875E+19	1,938E+18	2,041E+19	7,542E+17	9,549E+18	1,583E+20
Reclutas	9,701E+16	5,892E+17	1,286E+19	9,874E+19	1,938E+18	2,041E+19	7,542E+17	9,549E+18	1,449E+20
C. V.	0,4538	0,3398	0,1367	0,1716	0,1199	0,2777	0,2922	0,1043	0,0796

Tabla 61. Varianza de abundancia de sardina común estimados por el método Variables Regionalizadas.

Talla	Frecuencia	Grupos de edad						
(cm)	(unidades)	0	I	II	III	IV	V	
2.0								
3,0	2		2					
3,5	2		2					
4,0	2		2					
4,5	2		2					
5,0	2		2					
5,5	2		2					
6,0	2		2					
6,5	12		12					
7,0	15		15					
7,5	15		15					
8,0	15		15					
8,5	15		15					
9,0	15		15					
9,5	15		15					
10,0	15		15					
10,5	14		14					
11,0	15		15					
11,5	15		15					
12,0	15		12	3				
12,5	15		9	6				
13,0	15		7	8				
13,5	14			14				
14,0	15			15				
14,5	15			15				
15,0	15			15				
15,5	15			12	3			
16,0	14			10	4			
16,5	14			5	9			
17,0	6			1	5			
17,5	8			1	7			
18,0	2				1	1		
18,5								
Total	338		203	105	29	1		

Tabla 62. Clave edad-talla (en número) de anchoveta en la zona centro-sur. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia	Grupos de edad							
(cm)	(unidades)	0	I	II	III	IV	V		
3.0	1 000		1 000						
3,5	1,000		1,000						
3,5	1,000		1,000						
4,0	1,000		1,000						
4,5	1,000		1,000						
5,0	1,000		1,000						
5,5	1,000		1,000						
0,0 6 F	1,000		1,000						
0,5	1,000		1,000						
7,0	1,000		1,000						
7,5	1,000		1,000						
8,0	1,000		1,000						
8,5	1,000		1,000						
9,0	1,000		1,000						
9,5	1,000		1,000						
10,0	1,000		1,000						
10,5	1,000		1,000						
11,0	1,000		1,000						
11,5	1,000		1,000						
12,0	1,000		0,800	0,200					
12,5	1,000		0,600	0,400					
13,0	1,000		0,467	0,533					
13,5	1,000			1,000					
14,0	1,000			1,000					
14,5	1,000			1,000					
15,0	1,000			1,000					
15,5	1,000			0,800	0,200				
16,0	1,000			0,714	0,286				
16,5	1,000			0,357	0,643				
17,0	1,000			0,167	0,833				
17,5	1,000			0,125	0,875				
18,0	1,000				0,500				
18,5	1,000		1,000						

Tabla 63. Clave edad-talla (en probabilidades) de anchoveta en la zona centro-sur. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia	Grupos de edad							
(cm)	(unidades)	0	I	II	III	IV	V		
2.0		0							
3,0	2	2							
3,5	2	2							
4,0	2	2							
4,5	2	2							
5,0	2	2							
5,5	3	3							
6,0	15	15							
6,5	15	15							
7,0	18	18							
7,5	19	19							
8,0	17	17							
8,5	15	15							
9,0	15	15							
9,5	15	15							
10,0	8	7	1						
10,5	5	2	3						
11,0	5		5						
11,5	2		2						
12,0	6		6						
12,5	15		15						
13,0	14		14						
13,5	7		7						
14,0	15		14	1					
14,5	19		19						
15,0	2		1	1					
15,5	9			9					
16,0	2			2					
16,5	2			1	1				
17,0									
17,5									
18,0									
18,5									
Total	253	151	87	14	1				

Tabla 64. Clave edad-talla (en número) de sardina común en la zona centro-sur. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia	Grupos de edad							
(cm)	(unidades)	0	I	II	III	IV	V		
3.0	1 000	1 000							
3.5	1,000	1,000							
4.0	1,000	1,000							
4,5	1,000	1,000							
1 ,5	1,000	1,000							
5,5	1,000	1,000							
5,5 6.0	1,000	1,000							
6,5	1,000	1,000							
7.0	1,000	1,000							
7,0	1,000	1,000							
8.0	1,000	1,000							
8.5	1,000	1,000							
9,0	1,000	1,000							
9,0	1,000	1,000							
10.0	1,000	0.975	0 125						
10,0	1,000	0,075	0,125						
11.0	1,000	0,400	0,000						
11,0	1,000		1,000						
12.0	1,000		1,000						
12,0	1,000		1,000						
12,5	1,000		1,000						
13.5	1,000		1,000						
14.0	1,000		0.033	0.067					
14,5	1,000		1,000	0,007					
15.0	1,000		0,500	0.500					
15,5	1,000		0,500	1,000					
16,0	1,000			1,000					
16,5	1,000			0,500					
17.0	1,000			0,000					
17,5									
18.0									
18.5									
10,0									

Tabla 65. Clave edad-talla (en probabilidades) de sardina común en la zona centrosur. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia	Grupos de edad							
(cm)	(unidades)	0	I	II	III	IV	V		
3.0	0.0000		0.0000						
3,0	0,0000		0,0000						
3,5	0,0000		0,0000						
4,0	0,0000		0,0000						
4,5	0,0000		0,0000						
5,0	0,0000		0,0000						
5,5	0,0000		0,0000						
0,0 6 F	0,0000		0,0000						
0,5	0,0000		0,0000						
7,0	0,0000		0,0000						
7,5	0,0000		0,0000						
0,0	0,0000		0,0000						
0,5	0,0000		0,0000						
9,0	0,0000		0,0000						
9,5	0,0000		0,0000						
10,0	0,0000		0,0000						
10,5	0,0000		0,0000						
11,0	0,0000		0,0000						
11,5	0,0000		0,0000	0.0444					
12,0	0,0229		0,0114	0,0114					
12,5	0,0343		0,0171	0,0171					
13,0	0,0356		0,0178	0,0178					
13,5	0,0000			0,0000					
14,0	0,0000			0,0000					
14,5	0,0000			0,0000					
15,0	0,0000			0,0000	0.0444				
15,5	0,0229			0,0114	0,0114				
16,0	0,0314			0,0157	0,0157				
10,5	0,0353			0,0177	0,0177				
17,0	0,0000			0,0000	0,0000				
18.0	0,0000			0,0000	0,0000	0.2500			
18.5	0,5000				0,2500	0,2000			
10,0									
Total	0,6823		0,0463	0,0911	0,2948	0,2500			

Tabla 66. Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta en la zona centro-sur. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia	Grupos de edad							
(cm)	(unidades)	0	I	II	111	IV	V		
3.0	0.0000	0 0000							
3,5	0,0000	0,0000							
4.0	0,0000	0,0000							
4,5	0,0000	0,0000							
5.0	0,0000	0,0000							
5,5	0,0000	0,0000							
6.0	0,0000	0,0000							
6,5	0,0000	0,0000							
7.0	0,0000	0,0000							
7,5	0,0000	0,0000							
8.0	0,0000	0,0000							
8.5	0,0000	0,0000							
9.0	0,0000	0,0000							
9.5	0,0000	0,0000							
10,0	0.0313	0.0156	0.0156						
10,5	0.1200	0.0600	0.0600						
11,0	0.0000	0,0000	0.0000						
11,5	0.0000		0.0000						
12,0	0,0000		0,0000						
12,5	0,0000		0,0000						
13,0	0,0000		0,0000						
13,5	0,0000		0,0000						
14,0	0,0089		0,0044	0,0044					
14,5	0,0000		0,0000	0,0000					
15,0	0,5000		0,2500	0,2500					
15,5	0,0000			0,0000					
16,0	0,0000			0,0000					
16,5	0,5000			0,2500	0,2500				
17,0	0,0000								
17,5	0,0000								
18,0	0,0000								
18,5									
Total	1,1601	0,0756	0,3301	0,5044	0,2500				

Tabla 67. Varianzas de la clave edad-talla de sardina común en la zona centro-sur. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia				Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	0			I		II		IN	/
		A ₀ VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0	18,7		18,7	3,0576E+13						
3,5	148,3		148,3	2,0153E+15			60 ₇	ENE-2002	□ > 12	0 cm
4,0	233,3		233,3	4,7372E+15			-			
4,5	214,2		214,2	4,2177E+15			40	_	■< 12	,0 cm = 40 %
5,0	798,0		798,0	1,3517E+17			40 -		n: 96.8 *	10 ⁹ eiemp.
5,5	664,4		664,4	8,3049E+16			-			
6,0	3.807,2		3.807,2	5,0816E+18			20 -			
6,5	2.000,6		2.000,6	1,3787E+18						
7,0	5.409,8		5.409,8	7,2993E+18			1			
7,5	7.203,4		7.203,4	1,0343E+19			0 +	, ,		1 1 1
8,0	7.755,7		7.755,7	9,6025E+18				0 1	11 11	IV
8,5	4.250,9		4.250,9	2,2213E+18				GR	UPOS DE EDAD	
9,0	1.441,9		1.441,9	2,0512E+17						
9,5	392,9		392,9	1,1914E+16						
10,0	337,1		337,1	1,2057E+16						
10,5	99,8		99,8	1,8902E+15						
11,0	304,8		304,8	1,1787E+16						
11,5	1.480,8		1.480,8	2,8429E+17						
12,0	2.222,1		1.777,7	3,6106E+17	444,4	7,0279E+16				
12,5	2.263,9		1.358,4	2,4662E+17	905,6	1,5401E+17				
13,0	3.919,8		1.829,2	5,1026E+17	2.090,6	5,8930E+17				
13,5	5.623,2				5.623,2	2,2548E+18				
14,0	10.816,5				10.816,5	8,5386E+18				
14,5	10.499,1				10.499,1	8,7608E+18				
15,0	11.445,8				11.445,8	1,0515E+19		0.0005.17		
15,5	7.056,4				5.645,1	3,2816E+18	1.411,3	6,923E+17		
16,0	3.765,5				2.689,7	8,6937E+17	1.075,9	3,088E+17		
16,5	1.715,5				612,7	8,8750E+16	1.102,8	1,844E+17		
17,0	334,2				55,7	6,5//1E+14	278,5	1,644E+16		
17,5	615,5				76,9	1,0229E+15	538,6	5,012E+16	0.0	0 4005 444
18,0	1,1						0,6	3,132E+11	0,6	3,132E+11
18,5										
Total	96.840.3		41,527 0		50,905 2		4,407 6		0.6	
Porcentaje	100.0		42,9		52,6		4,6		0,0	
L.PR.(cm)	11.9		8,2		14,5		16,2		18,0	
Varianza	7,418E+19		3,780E+19		3,512E+19		1,252E+18		3,132E+11	
C. V.	0,0889		0,1481		0,1164		0,2539		1,0000	

Tabla 68. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona total centro-sur. Método Bootstrap. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia			Grupos de edad						
(cm)	(unidades)	0			I		I		ľ	V
		A ₀ VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0	27,4		27,4	2,0273E+14						
3,5	217,7		217,7	1,2949E+16			60 ₇	ENE-2002	□> 12	0 cm
4,0	325,0		325,0	2,5193E+16						0 cm = 36%
4,5	282,9		282,9	1,6223E+16			40			0 CIII - 30 %
5,0	884,2		884,2	1,0645E+17			40 -		n: 95,4 *	10 ⁹ ejemp.
5,5	719,5		719,5	4,5601E+16			-			
6,0	3.557,9		3.557,9	1,3683E+18			20 -			
6,5	1.894,5		1.894,5	4,2196E+17						
7,0	4.971,6		4.971,6	1,8434E+18						
7,5	6.475,3		6.475,3	2,4645E+18			0 +			
8,0	6.990,2		6.990,2	2,2892E+18				0 1		IV
8,5	4.002,0		4.002,0	6,7298E+17				GR	UPOS DE EDAD	
9,0	1.391,3		1.391,3	8,4729E+16						
9,5	456,4		456,4	2,4196E+16						
10,0	388,1		388,1	1,7570E+16						
10,5	107,7		107,7	2,4325E+15						
11,0	311,5		311,5	1,0297E+16						
11,5	1.506,3		1.506,3	1,8495E+17						
12,0	2.250,0		1.800,0	2,3142E+17	450,0	6,5745E+16				
12,5	2.270,3		1.362,2	1,8077E+17	908,1	1,2686E+17				
13,0	3.877,0		1.809,3	3,8768E+17	2.067,7	4,2783E+17				
13,5	5.638,1				5.638,1	8,4279E+17				
14,0	10.925,3				10.925,3	2,2524E+18				
14,5	10.635,3				10.635,3	2,2394E+18				
15,0	11.607,1				11.607,1	2,6218E+18				
15,5	7.161,5				5.729,2	1,3343E+18	1.432,3	6,2015E+17		
16,0	3.820,6				2.729,0	4,3896E+17	1.091,6	2,5713E+17		
16,5	1.741,1				621,8	7,0615E+16	1.119,2	1,1502E+17		
17,0	339,2				56,5	5,0005E+14	282,6	1,2501E+16		
17,5	624,7				78,1	6,9828E+14	546,6	3,4216E+16		
18,0	1,1						0,6	3,2262E+11	0,6	3,2262E+11
18,5										
Total	95.400.5		39.480.7		51.446.3		4.473.0		0.6	
Porcentaje	100.0		41,4		53,9		4,7		0,0	
L.PR.(cm)	12.0		8.2		14.5		16.2		18.0	
Varianza	2,19E+19		1,04E+19		1,04E+19		1,04E+18		3,23E+11	
C. V.	0,0490		0,0816		0,0628		0,2279		1,0000	

Tabla 69. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona total centro-sur. Método de Variables Regionalizadas. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia				Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	0							ľ	V
	· · · ·	A ₀ VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0	18,7		18,7	8,3190E+13						
3,5	148,8		148,8	5,3250E+15			60 -	ENE-2002		
4,0	234,1		234,1	1,1014E+16						2,0 CM
4,5	214,8		214,8	8,6434E+15			40		■< 12	2,0 cm = 37%
5,0	800,2		800,2	2,0343E+17			40 -		n: 96,2 * 1	0 ⁹ ejemp.
5,5	666,2		666,2	1,4329E+17			-			
6,0	3.816,2		3.816,2	8,3603E+18			20 -			
6,5	2.005,1		2.005,1	2,2191E+18						
7,0	5.378,2		5.378,2	1,2060E+19						
7,5	7.098,9		7.098,9	1,6702E+19			0 -		╶╷┖━━┛╷	1 1 1
8,0	7.598,6		7.598,6	1,4986E+19				0 I	II II	IV
8,5	4.157,2		4.157,2	3,3784E+18				GR	UPOS DE EDAD	
9,0	1.396,5		1.396,5	2,8012E+17						
9,5	384,0		384,0	1,8728E+16						
10,0	337,8		337,8	1,7049E+16						
10,5	97,8		97,8	2,0670E+15						
11,0	301,9		301,9	1,5109E+16						
11,5	1.474,8		1.474,8	4,9672E+17						
12,0	2.201,8		1.761,5	6,4264E+17	440,4	8,2098E+16				
12,5	2.226,1		1.335,7	3,9608E+17	890,4	2,1459E+17				
13,0	3.827,5		1.786,2	7,8425E+17	2.041,4	9,5885E+17				
13,5	5.562,5				5.562,5	5,2565E+18				
14,0	10.778,3				10.778,3	2,1396E+19				
14,5	10.497,4				10.497,4	2,2028E+19				
15,0	11.453,0				11.453,0	2,6559E+19				
15,5	7.070,6				5.656,5	7,2817E+18	1.414,1	8,7636E+17		
16,0	3.773,0				2.695,0	1,7623E+18	1.078,0	4,2865E+17		
10,5	1.719,5				614,1	1,2968E+17	1.105,4	3,3110E+17		
17,0	335,0				55,8	1,0064E+15	279,1	2,5160E+16		
17,5	616,9				//,1	1,7199E+15	539,8	8,4275E+16		2 4 4 0 0 5 1 4 4
10,0	1,1						0,6	3,1468E+11	0,6	3,1468E+11
18,5										
Total	96.192.8		41.013.3		50.761.9		4.417.0		0.6	
Porcentaje	100.0		42.6		52,8		4,6		0.0	
L.PR.(cm)	11,9		8,2		14,5		16,2		18.0	
Varianza	1,48E+20		6,07E+19		8,57E+19		1,75E+18		3,15E+11	
C. V.	0,1265		0,1900		0,1823		0,2991		1,0000	

Tabla 70. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona total centro-sur. Método de Hansen. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia				Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	0							ľ	V
		A ₀ VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0	18,7		18,7	3,4414E+13						
3,5	148,8		148,8	2,2573E+15			60 -	ENE-2002		12.0 om
4,0	234,1		234,1	5,2411E+15			-			
4,5	214,8		214,8	4,7162E+15			40 -	_	■< 1	12,0 cm = 37%
5,0	800,2		800,2	1,5349E+17			40		n: 96.2	* 10 ⁹ eiemp.
5,5	666,2		666,2	1,0014E+17			-			.e ojempi
6,0	3.816,2		3.816,2	6,0984E+18			20 -			
6,5	2.005,1		2.005,1	1,6391E+18			-			
7,0	5.378,2		5.378,2	8,7540E+18			0			
7,5	7.098,9		7.098,9	1,2181E+19			0+		· · · · ·	IV I
8,0	7.598,6		7.598,6	1,1015E+19				0 1		IV IV
8,5	4.157,2		4.157,2	2,4891E+18				GR	JPOS DE EDAD	
9,0	1.396,5		1.396,5	2,0827E+17						
9,5	384,0		384,0	1,2026E+16						
10,0	337,8		337,8	1,2815E+16						
10,5	97,8		97,8	1,8417E+15						
11,0	301,9		301,9	1,1845E+16						
11,5	1.474,8		1.474,8	2,9569E+17						
12,0	2.201,8		1.761,5	3,7009E+17	440,4	6,9709E+16				
12,5	2.226,1		1.335,7	2,4234E+17	890,4	1,5053E+17				
13,0	3.827,5		1.786,2	4,8226E+17	2.041,4	5,5620E+17				
13,5	5.562,5				5.562,5	2,3492E+18				
14,0	10.778,3				10.778,3	9,2301E+18				
14,5	10.497,4				10.497,4	9,5209E+18				
15,0	11.453,0				11.453,0	1,1441E+19				
15,5	7.070,6				5.656,5	3,5159E+18	1.414,1	7,0519E+17		
16,0	3.773,0				2.695,0	9,2220E+17	1.078,0	3,1664E+17		
16,5	1.719,5				614,1	9,1396E+16	1.105,4	1,9326E+17		
17,0	335,0				55,8	6,7981E+14	279,1	1,6995E+16		
17,5	616,9				77,1	1,0658E+15	539,8	5,2224E+16		
18,0	1,1						0,6	3,1468E+11	0,6	3,1468E+11
18,5										
Total	96.192,8		41.013,3		50.761,9		4.417,0		0,6	
Porcentaje	100,0		42,6		52,8		4,6		0,0	
L.PR.(cm)	11,9		8,2		14,5		16,2		18,0	
Varianza	1,48E+20		6,07E+19		8,57E+19		1,75E+18		3,15E+11	
C. V.	0,1265		0,1900		0,1823		0,2991		1,0000	

Tabla 71. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona total centro-sur. Método de Wolter. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia					Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	0									IV
		A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0											
3,5											
4,0								²⁰⁰] ENE-2002		□> 12 0	cm
4,5											om = 94%
5,0	35,3	35,3	5,1189E+14							U < 12,0	CIII - 54 /6
5,5	198,3	198,3	1,3277E+16						r	n: 159,8 * 1	0 ⁹ ejemp.
6,0	2.328,6	2.328,6	7,1163E+17					100 -			
6,5	9.888,5	9.888,5	1,1423E+19					50			
7,0	26.503,0	26.503,0	8,8941E+19								
7,5	33.873,2	33.873,2	1,4692E+20					₀╷╙┛╷──┌═	- ,,,		
0,0 8.5	34.184,8	34.184,8	1,7357E+20					0 1		ш	IV .
0,5	23.107,5	23.167,5	0,9447E+19						GRUPOS DE EI	DAD	
9.5	14.549,9	14.549,9	2,00000000							I	
10.0	4.591,7	4.591,7	1 8680E+16	38.0	1 4475E+15						
10,5	0.7	200,5	7 7148E+10	0.4	1,4475E+13						
11.0	142.3	0,0	1,11402.10	0,4 142.3	1 2248E+16						
11,5	209.2			209.2	2 7382E+16						
12,0	618.7			618.7	1.4496E+17						
12,5	444,0			444,0	9,9675E+16						
13,0	958,6			958,6	5,5742E+17						
13,5	1.128,1			1.128,1	9,4130E+17						
14,0	2.553,7			2.383,5	4,3961E+18	170,2	2,8985E+16				
14,5	1.052,7			1.052,7	8,7481E+17						
15,0	1.134,9			567,5	3,2201E+17	567,5	3,2201E+17				
15,5	1.193,6					1.193,6	1,9287E+18				
16,0	492,1					492,1	5,2514E+17				
16,5	251,1					125,6	1,5769E+16	125,6	1,5769E+16		
17,0											
17,5											
18,0											
18,5											
Total	159 805 1	149 587 6		7 543 0		2 549		126			
Porcentaje	100.0	93.6		4.7		1.60		0.08			
L.PR.(cm)	8.2	7.8		13.5		15.4		16.5			
Varianza	5,301E+20	5,199E+20		7,377E+18		2,82E+18		1,58E+16			
C. V.	0,1441	0,1524		0,3601		0,6589		1,0000			

Tabla 72. Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en la zona total centro-sur. Método Boostrap. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia					Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	()						II		IV
		A ₀	VAR	A ₀	VAR						
3,0											
3,5											
4,0								200] ENE 2002			
4,5								- ENE-2002		LI> 12,0 Ci	n
5,0	35,2	35,2	2,5511E+14					150 -		□ < 12,0 ci	n = 94%
5,5	197,6	197,6	6,0052E+15					-	r	158,0 * 10 :	⁹ ejemp.
6,0	2.297,4	2.297,4	2,8372E+17					100 -			
0,5	9.699,1	9.699,1	3,7699E+18					-			
7,0	25.930,8	25.930,8	2,6553E+19					50 -			
7,5	33.052,8	33.052,8	4,1917E+19						_		
8,0 8,5	33.801,4	33.801,4	4,5036E+19					0+		· · · ·	N/
9.0	23.069,4	23.009,4	1,9002E+19					0			IV
9.5	4 630 1	4 630 1	0,0303E+18						GRUPOS DE E	DAD	
10.0	310.8	272 0	1,0000E+10	38.9	1 5094E+15						
10,5	0.7	0.3	7.8037E+10	0.4	1,7719E+11						
11,0	140.6	-,-	.,	140.6	5.8662E+15						
11,5	206.7			206.7	1.4268E+16						
12,0	619,9			619,9	9,0500E+16						
12,5	441,2			441,2	7,4106E+16						
13,0	956,0			956,0	4,8800E+17						
13,5	1.124,2			1.124,2	9,4858E+17						
14,0	2.555,0			2.384,7	4,9555E+18	170,3	2,9015E+16				
14,5	1.061,1			1.061,1	1,0762E+18						
15,0	1.156,2			578,1	3,3421E+17	578,1	3,3421E+17				
15,5	1.219,8					1.219,8	2,5728E+18				
16,0	506,9					506,9	7,1173E+17				
16,5	255,7					127,9	1,6351E+16	127,9	1,6351E+16		
17,0											
17,5											
10,0											
10,5											
Total	158 030 4	147 747 7		7 551 8		2 603 0		127 9			
Porcentaje	100 0	93.5		4 8		1.000,0		0.1			
L.PR.(cm)	8.2	7.8		13.5		15.4		16.5			
Varianza	1,565E+20	1,448E+20		7,989E+18		3,664E+18		1,635E+16			
C. V.	0,0792	0,0815		0,3743		0,7354		1,0000			

Tabla 73. Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en la zona total centro-sur. Método de Variables Regionalizadas. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia					Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	()			I				ľ	V
		A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0											
3,5								200 7 545 0000			
4,0								ENE-2002	C	l> 12,0 cm	
4,5								150		I< 12.0 cm =	94%
5,0	35,0	35,0	7,7094E+14						_	452.0 * 40 ⁹	
5,5	195,6	195,6	1,7096E+16					100 -	11.	153,9 10 omn	
6,0	2.265,0	2.265,0	1,1212E+18					-			
6,5	9.441,8	9.441,8	1,5007E+19					50 -			
7,0	25.190,9	25.190,9	1,1263E+20					-			
7,5	32.193,9	32.193,9	1,9043E+20					₀ ₊┖┛, _,⊂	>, , , ,,		
8,0	32.790,2	32.790,2	2,2157E+20					0	I II	III IV	'
8,5	22.436,8	22.436,8	9,7237E+19						GRUPOS DE EL	DAD	
9,0	14.429,9	14.429,9	4,4942E+19								
9,5	4.567,6	4.567,6	5,5363E+18	00.0	4 40405 45						
10,0	306,2	267,9	2,8189E+16	38,3	1,4648E+15						
10,5	0,7	0,3	7,4201E+10	0,4	1,0715E+11						
11,0	138,3			138,3	1,7092E+16						
12.0	203,4			203,4	3,7107E+10						
12,0	000,7			421.9	1,0770E+17						
12,5	431,0			431,0	1,1000E+17						
13,5	937,0			937,0	3,0234E+17 9,6791E±17						
14.0	2 500 9			2 334 2	3 6001E+18	166 7	2 7708E+16				
14,0	2.500,9			1 035 /	6.4640E+17	100,7	2,77302110				
15.0	1 123 4			561 7	3 1550E+17	561 7	3 1550E+17				
15,5	1 183 6			001,7	0,10002.17	1 183 6	1 2467E+18				
16.0	490.3					490.3	3 2394E+17				
16.5	248.5					124.3	1 5441E+16	124.3	1 5441E+16		
17,0	2.0,0					,•	.,	,•	.,e <u>_</u> . e		
17,5											
18,0											
18,5											
,											
Total	153.855.234.576	143.814,9		7.389,4		2.526,6		124,3			
Porcentaje	100,00	93,5		4,8		1,6		0,1			
L.PR.(cm)	8,2	7,8		13,5		15,4		16,5			
Varianza	6,97E+20	6,885E+20		6,371E+18		1,929E+18		1,544E+16			
C. V.	0,1716	0,1825		0,3416		0,5498		1,0000			

Tabla 74. Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en la zona total centro-sur. Método Hansen. Crucero RECLAS 0201.

Talla	Frecuencia					Grupos de edad					
(cm)	(unidades)	C)			I					IV
		A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR	A ₀	VAR
3,0											
3,5											
4,0								200] ENE 2002	,	-	
4,5								ENE-2002	-	∐> 12,0 Ci	n
5,0	35,0	35,0	5,2865E+14					150 -		■< 12,0 cr	n = 94%
5,5	195,6	195,6	1,4132E+16					-		n: 153 9 * 1	0 ⁹ eiemn
6,0	2.265,0	2.265,0	7,3344E+17					100 -			o ojomp.
6,5	9.441,8	9.441,8	1,1077E+19					-			
7,0	25.190,9	25.190,9	8,5602E+19					50 -			
7,5	32.193,9	32.193,9	1,4515E+20						_		
8,0	32.790,2	32.790,2	1,7011E+20					0+		 	N
0,0	22.436,8	22.436,8	7,0001E+19					0			IV
9,0	14.429,9	14.429,9	2,9013E+19						GRUPOS DE E	EDAD	
9,5	4.507,6	4.567,6	3,7744E+18	20.2							
10,0	306,2	207,9	2,0554E+10 7,4563E+10	30,3	1,4040E+13 1,6824E±11						
11.0	129.3	0,5	7,43032+10	139.3	1,00240+11						
11,5	203.4			203.4	2 8605E+16						
12.0	606.7			606.7	1 4961E+17						
12.5	431.8			431.8	9 9356F+16						
13,0	937.0			937.0	5 4124F+17						
13,5	1.102.2			1.102.2	8.8594E+17						
14,0	2.500,9			2.334,2	4,0438E+18	166,7	2,7798E+16				
14,5	1.035,4			1.035,4	7,9945E+17						
15,0	1.123,4			561,7	3,1550E+17	561,7	3,1550E+17				
15,5	1.183,6					1.183,6	1,7918E+18				
16,0	490,3					490,3	4,9052E+17				
16,5	248,5					124,3	1,5441E+16	124,3	1,5441E+16		
17,0											
17,5											
18,0											
18,5											
T ()											
Iotal	153.855,2	143.814,9		7.389,4		2.526,6		124,3			
Porcentaje	100,0	93,5		4,8		1,64		0,1			
L.PR.(CM)	8,2	7,8		13,5		15,4		16,5			
vananza	6,968E+20	6,885E+20		6,3/1E+18		1,929E+18		1,544E+16			
U. V.	0,1716	0,1825		0,3416		0,5498		1,0000			

Tabla 75. Composición en número por grupo de edad en la captura de sardina común en la zona total centro-sur. Método Wolter. Crucero RECLAS 0201.

Tabla 76. Resultado del análisis del sesgo de orilla. Crucero RECLAS 0201.
--

		Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Total
	Latitud inicio Latitud término	39° 15.0' 39° 23,4'	39° 23,4' 39° 27,6'	39° 27,6' 39° 33,0'	39° 33,0' 39° 42,6'	39° 42,6' 39° 51,0'	39° 15.0' 39° 51,0'
Abate Molina	Sa (m²/mn²) Nº UBMs Sa _{prom.} Dist. Min. Costa	706,421 42 16,820 1.14	5,146 13 396 0.50	94,975 35 2,714 0.52	132,351 50 2,647 0.42	857,662 58 14,787 0.40	1,796,555 198 9,074 0.42
Lancha (franja total)	Sa (m²/mn²) Nº UBMs Sa _{prom.} (m²/mn²) Dist. Min. Costa (mn) Area total (mn²) Densidad (m²)	208,458 29 7,188.2 1.1 29.3 210,614.7	202,009 19 10,632.1 0.6 16.7 178,042.4	100,120 15 6,674.7 0.7 20.3 135,291.8	230,066 31 7,421.5 0.4 38.0 282,370.2	1,475,715 47 31,398.2 0.4 33.4 1,049,862.6	2,216,368 141 15,718.9 0.4 137.8 2,166,067.8
Lancha (franja costera)	Sa (m²/mn²) Nº UBMs Sa _{prom.} (m²/mn²) Dist. Min. Costa Area costera (mn²) Densidad (m²)	12 7 1.7 0.5 5.2 9.0	0 5 0.0 0.0 2.1 0.0	0 4 0.0 0.2 1.5 0.0	123,410 8 15,426.3 0.0 3.7 56,497.1	402,492 12 33,541.0 0.0 3.2 107,231.9	525,914 36 14,608.7 0.0 15.6 228,521.0
	Factor de sesgo	0.0000	0.0000	0.0000	0.2001	0.1021	0.1055

							O a rati una //			Dava	antala da la aantum	
							Captura (t	.)		Porc	entaje de la captura	3
Lancha	Lance	Fecha	Hora	Posi	ición	Anchovet	Sardina	Otros	Total	%	% Sardina	% Otros
			Calado	cala	ado	а	Común			Anchoveta	Común	
	1	10-01-02	13:27	39° 34'	73° 17'	0	0		0	0	0	
	2	10-01-02	20:10	39°49'	73°25'	0.1	21.1		21.2	0.48	99.52	ļ
	3	11-01-02	06:56	39°49'	73°25'	0	27.8		27.8	0	100	ļ
Samaritan	4	11-01-02	08:33	39°49'	73°25'	32.41	0.39		32.8	1.19	98.81	ļ
0	5	11-01-02	18:49	39°50'	73°26'	40.97	2.73		43.7	6.25	93.75	
	6	12-01-02	06:38	39°50'	73°25'	64.39	15.61		80	19.51	80.49	ļ
P	7	12-01-02	12:25	39°50'	73°27'	19.5	10.5		30	35	65	ĺ
	8	12-01-02	15:31	39°50'	73°27'	50.77	9.23		60	15.38	84.62	ĺ
	1	09-01-02	12:30	39°25'	73°17'	33.95	1.05		35	3	97	
Der	2	09-01-02	16:10	39°34'	73°20'	11.08	8.86	0.06	20	55.4	44.3	0.3
Don Alberto	3	09-01-02	18:45	39°39'	73°21'	4	16		20	20	80	
Alberto	4	10-01-02	07:00	39° 48'	73º 25'	0.68	74.25	0.07	75	20	80	
l l	5	10-01-02	13:18	39° 34'	73º 17'	7	28		35	99	0.9	0.1

Tabla 77. Resumen de operación de pesca, realizado a bordo de las L/P Samaritano y Don Alberto durante el período del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoveta y Sardina Común en la zona Centro-Sur temporada 2002.

Tabla 78. Análisis de varianza de las lecturas acústicas del B/I Abate Molina y L/P Samaritano en la zona común.

		Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Promedio de los cuadrados	F	F crítico
Regresión	1	1	2881388544	4	1959311744	1.4706	0.292
Residuo	2	4	5982769664	353	1570752512	3.8089	0.0048
Total	12	4	1959311744	353	1570752512	1.2474	0.2905

Tabla 79.Número de pixeles e Índice de Ocupación (IOC), por especie,
clasificados por categorías de abundancia (t/mn²), de totales y
reclutas. Crucero RECLAS 0201.

Anchoveta	Anchoveta	a
-----------	-----------	---

	Tota	al	Rec	luta
Categorías	Num pixeles	IOC	Num pixeles	IOC
< 75	2631	25.3%	2964	28.5%
75 - 150	205	2.0%	31	0.3%
150 - 300	106	1.0%	14	0.1%
> 300	71	0.7%	0	0.0%
Total	3013	29.0%	3009	28.9%

Sardina común

	Total		Recl	uta
Categorías	Num pixeles	IOC	Num pixeles	IOC
< 75	2179	20.9%	2252	21.6%
75 - 150	295	2.8%	263	2.5%
150 - 300	189	1.8%	169	1.6%
> 300	181	1.7%	158	1.5%
Total	2844	27.3%	2842	27.3%
número pixeles prosp	pectados	10403		

Tabla 80. Coeficentes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de a) anchoveta y b) sardina común, y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y a 11 m y clorofila "a" integrada hasta 30 m. Crucero RECLAS 0201..

a) Anchoveta

	V de Cramer		
Variable	Sa total	Sa reclutas	
Tem. Sup.	0.513	0.582	
Sal. Sup.	0.545	0.585	
Clor. Int.	0.515	0.582	
Tem. 11m.	0.511	0.580	
Sal. 11m.	0.520	0.602	

b) Sardina común

	V de Cramer		
Variable	Sa total	Sa reclutas	
Tem. Sup.	0.513	0.516	
Sal. Sup.	0.534	0.529	
Clor. Int.	0.537	0.542	
Tem. 11m.	0.513	0.516	
Sal. 11m.	0.536	0.547	
Tabla 81.Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas
y total de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y 11 m. y clorofila "a"
integrada hasta 30 m., por zonas. Crucero RECLAS 0201..

		V de	e Cramer			V de	e Cramer	
Zona	Variable	Sa total anchoveta	Sa reclutas anchoveta	Zona	Variable	Sa total anchoveta Sa reclutas ancho		
1	tem. Sup.	0.517	0.713	4	tem. Sup.	0.587	0.719	
	sal. Sup.	0.549	0.713		sal. Sup.	0.541	0.719	
	tem. 11m.	0.515	0.708		tem. 11m.	0.595	0.710	
	sal. 11m.	0.534	0.708		sal. 11m.	0.711	0.717	
	clor. Int	0.509	0.708		clor. Int	0.732	0.708	
2	tem Sun	0.600	0 598	5	tem Sup	0.587	1 000	
_	sal. Sup.	0.632	0.631		sal. Sup.	0.592	1.000	
	tem. 11m. sal. 11m.	0.585 0.590	0.589 0.590		tem. 11m. sal. 11m.	0.607 0.578	1.000 1.000	
	clor. Int	0.585	0.586		clor. Int	0.587	1.000	
				· •				
3	tem. Sup.	0.584	0.586	GA	tem. Sup.	0.582	0.588	
	sal. Sup.	0.605	0.611		sal. Sup.	0.503	0.580	
	tem. 11m.	0.580	0.581		tem. 11m.	0.525	0.592	
	sal. 11m.	0.585	0.588		sal. 11m.	0.748	0.750	
	clor. Int	0.591	0.591		clor. Int	0.507	0.581	

Tabla 82.Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas
y total de sardina común y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y 11 m. y
clorofila "a" integrada hasta 30 m., por zonas. Crucero RECLAS 0201..

		V de	Cramer	·		V de	Cramer
Zona	Variable	Sa total sardima común	Sa reclutas sardima común	Zona	Variable	Sa total sardima común	Sa reclutas sardima común
1	tem. Sup.	0.530	1.000	5	tem. Sup.	0.719	0.719
	sal. Sup.	0.605	1.000		sal. Sup.	0.573	0.573
	tem. 11m.	0.532	1.000		tem. 11m.	0.726	0.726
	sal. 11m.	0.566	1.000		sal. 11m.	0.724	0.724
	clor. Int	0.541	1.000		clor. Int	0.538	0.538
	1						
2	tem. Sup.	0.520	0.588	6	tem. Sup.	0.594	0.594
	sal. Sup.	0.607	0.645		sal. Sup.	0.509	0.509
	tem. 11m.	0.726	0.722		tem. 11m.	0.713	0.713
	sal. 11m.	0.527	0.588		sal. 11m.	0.597	0.597
		0 = 40	0 = 1 1				
	clor. Int	0.718	0.711		clor. Int	0.546	0.546
2	tom Sun	0 506	0.512	7	tom Cun	0 579	0 579
3	iem. Sup.	0.506	0.515		leni. Sup.	0.576	0.576
	sai. Sup.	0.555	0.526		sai. Sup.	0.579	0.579
	tom 11m	0.507	0.513		tom 11m	0,600	0.600
	col 11m	0.507	0.513			0.009	0.581
	5ai. 1111.	0.514	0.525		5ai. 1111.	0.581	0.361
	clor. Int	0.507	0.515		clor. Int	0 584	0 584
		0.007	0.010			0.004	0.004
4	tem. Sup.	0.520	0.520	GA	tem. Sup.	0.602	0.602
	sal. Sup.	0.546	0.546		sal. Sup.	0.628	0.628
	tem. 11m.	0.525	0.525		tem. 11m.	0.537	0.537
	sal. 11m.	0.540	0.539		sal. 11m.	0.785	0.785
	clor. Int	0.589	0.589		clor. Int	0.620	0.620

Tabla 83.Area de cobertura (mn²) de a) anchoveta y b) sardina común, por
categorías de densidad (t/mn²). Cruceros 9912, 0101 y 0201.

a) Anchoveta

	Area (mn²)								
Densidad (t/mn²)	9912	0101	0201						
< 75	5306.4	2045.7	2061.6						
75 - 150	1084.5	674.0	161.6						
150 - 300	370.8	220.8	82.4						
> 300	33.6	101.3	55.2						
Total	6795.3	3041.8	2360.8						

b) Sardina común

	Area (mn²)									
Densidad (t/mn²)	9912	0101	0201							
< 75	2457.4	3670.9	1709.9							
75 - 150	742.3	265.8	230.5							
150 - 300	566.7	188.3	146.3							
> 300	248.3	245.1	142.2							
Total	4014.7	4370.1	2228.9							

Tabla 84. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta y sardina común

	Max	Min	Promedio	Desvest	N° obs
Prof. Card (m)	68,6	1,4	12,8	9,5	2.903
Prof. Fondo (m)	411,0	7,6	37,0	24,8	2.903
Largo (m)	2.988,2	1,2	31,7	102,8	2.903
Alto (m)	24,8	1,0	4,5	3,1	2.903
Perímetro (m)	7.954,3	5,5	86,0	281,5	2.903
Area (m²)	14.196,9	1,6	119,8	461,7	2.903
Dimensión Fractal	2,00	1,00	1,35	0,19	2.903
Elongación	420,1	0,3	7,3	14,2	2.903
Indice altura	98,3	2,2	57,5	29,1	2.903

Tabla 85.Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones
diurnas.

	ProfAgr	Fondo	Largo	Alto	Perim	Area	Dfractal	Elon	IndAlt
Prof. Agreg.	1	-0,057	-0,045	0,0016	-0,0331	-0,0335	0,1542	-0,0956	-0,8338
Prof. Fondo		1	0,0608	-0,0100	0,0730	0,0249	0,1506	0,1108	0,4093
Largo			1	0,2271	0,9831	0,9323	0,1163	0,7698	0,0694
Alto				1	0,2601	0,4013	-0,4014	-0,0262	0,0066
Perímetro					1	0,9351	0,1191	0,7092	0,0643
Area						1	-0,0016	0,5846	0,0465
Dimensión Fractal							1	0,2832	-0,0591
Elongación								1	0,1294
Indice altura									1

Tabla 86.Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los
componentes principales, agregaciones diurnas.

	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
valor propio	3,59	1,94	1,55	0,94	0,49	0,33	0,09	0,05	0,01
% variabilidad	39,93	21,60	17,25	10,49	5,40	3,66	1,02	0,53	0,12
% acumulado	39,93	61,54	78,78	89,27	94,68	98,33	99,36	99,88	100

Tabla 87.	Vectores	propios	de	la	matriz	de	componentes	principales	con	las
	variables	originale	s,a	gre	egacion	es c	liurnas.			

Variable	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
Prof. Agreg.	-0,063	-0,635	-0,088	0,387	-0,145	0,029	0,643	0,014	0,005
Prof. Fondo	0,068	0,310	-0,251	0,841	-0,228	-0,031	-0,277	0,017	-0,008
Largo	0,519	-0,067	-0,013	-0,053	-0,102	-0,132	0,009	-0,244	-0,797
Alto	0,159	-0,027	0,616	0,346	0,578	0,363	-0,019	-0,087	-0,035
Perímetro	0,514	-0,072	0,007	-0,015	-0,039	-0,252	0,000	-0,587	0,567
Area	0,494	-0,080	0,152	0,016	0,046	-0,375	-0,011	0,749	0,152
Dimensión Fractal	0,066	-0,101	-0,676	0,014	0,724	-0,057	-0,029	0,013	-0,026
Elongación	0,421	0,007	-0,265	-0,144	-0,217	0,800	0,008	0,167	0,132
Indice altura	0,086	0,688	-0,024	-0,009	0,092	-0,044	0,713	0,005	0,001

Tabla 88. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta y sardina común

	Max	Min	Promedio	Desvest	N° obs
Prof. Card (m)	30,2	1,6	7,5	2,9	1.025
Prof. Fondo (m)	555,1	14,2	42,4	37,3	1.025
Largo (m)	7.080,0	2,8	166,4	518,3	1.025
Alto (m)	20,9	1,1	4,7	2,7	1.025
Perímetro (m)	22.465,5	10,1	510,2	1.579,6	1.025
Area (m²)	61.290,2	4,7	754,3	3.655,5	1.025
Dimensión Fractal	2,00	1,01	1,61	0,14	1.025
Elongación	575,5	1,2	23,3	43,0	1.025
Indice altura	96,7	9,6	79,3	9,4	1.025

Tabla 89. Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.

	ProfAgr	Fondo	Largo	Alto	Perim	Area	Dfractal	Elon	IndAlt
Prof. Agreg.	1	0,3342	0,1704	0,3025	0,1785	0,2324	-0,1756	0,0802	-0,5616
Prof. Fondo		1	0,3262	0,3900	0,3370	0,4754	-0,0975	0,1814	0,3810
Largo			1	0,5797	0,9930	0,9240	-0,0219	0,9345	0,0279
Alto				1	0,5961	0,5761	-0,2066	0,4830	0,0293
Perímetro					1	0,9279	-0,0122	0,9170	0,0327
Area						1	-0,0645	0,7626	0,0508
Dimensión Fractal							1	0,0536	0,0774
Elongación								1	0,0239
Indice altura									1

Tabla 90.Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los
componentes principales, agregaciones nocturnas.

	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
valor propio	4,38	1,62	1,27	0,89	0,49	0,20	0,12	0,02	0,00
% variabilidad	48,69	18,04	14,15	9,86	5,45	2,18	1,32	0,24	0,05
% acumulado	48,69	66,74	80,88	90,74	96,20	98,38	99,70	99,95	100

Tabla 91.Vectores propios de la matriz de componentes principales y las
variables originales , agregaciones nocturnas.

Variable	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
Prof. Agreg.	0,140	-0,654	-0,160	-0,377	-0,091	-0,388	0,475	0,033	0,002
Prof. Fondo	0,233	0,054	-0,651	-0,419	-0,230	0,069	-0,530	-0,061	0,001
Largo	0,463	0,063	0,170	0,065	-0,122	-0,020	0,035	-0,279	0,809
Alto	0,340	-0,121	-0,229	0,107	0,894	0,048	-0,053	0,044	0,008
Perímetro	0,464	0,062	0,158	0,047	-0,092	0,033	0,097	-0,656	-0,552
Area	0,450	0,029	0,007	-0,022	-0,201	0,611	0,317	0,519	-0,110
Dimensión Fractal	-0,041	0,301	0,425	-0,809	0,261	0,057	0,024	0,001	0,015
Elongación	0,419	0,110	0,296	0,093	-0,089	-0,595	-0,333	0,463	-0,173
Indice altura	0,023	0,666	-0,419	0,024	0,018	-0,333	0,518	0,033	0,005

Tabla 92. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta y sardina común al norte de latitud 37°20 (Grupo A).

	Max	Min	Promedio	Desvest	Nº obs
Prof. Card (m)	33,9	3,1	7,2	5,2	1.278
Prof. Fondo (m)	215,0	7,6	44,4	30,7	1.278
Largo (m)	1.278,4	1,3	34,5	74,5	1.278
Alto (m)	15,5	1,1	3,9	2,2	1.278
Perímetro (m)	3.007,4	7,8	91,9	215,4	1.278
Area (m²)	4.718,8	2,0	103,7	265,7	1.278
Dimensión Fractal	2,00	1,00	1,37	0,20	1.278
Elongación	258,3	0,4	9,0	14,3	1.278
Indice altura	98,3	4,5	76,5	20,2	1.278

Tabla 93. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta y sardina común al sur de latitud 37°20 (Grupo B).

	Max	Min	Promedio	Desvest	N° obs
Prof. Card (m)	68,6	1,4	17,0	9,8	1.670
Prof. Fondo (m)	411,0	12,6	31,5	16,7	1.670
Largo (m)	2.988,2	1,2	30,0	119,5	1.670
Alto (m)	24,8	1,0	4,9	3,6	1.670
Perímetro (m)	7.954,3	5,5	82,7	321,6	1.670
Area (m²)	14.196,9	1,6	132,7	563,9	1.670
Dimensión Fractal	2,00	1,03	1,34	0,19	1.670
Elongación	420,1	0,3	6,0	13,9	1.670
Indice altura	96,0	2,2	43,4	26,3	1.670

Tabla 94. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta y sardina común al norte de latitud 37°20 (Grupo A).

	Max	Min	Promedio	Desvest	N° obs
Prof. Card (m)	20,8	3,8	7,3	2,9	321
Prof. Fondo (m)	555,1	14,2	51,2	63,7	321
Largo (m)	7.080,0	5,4	200,8	730,4	321
Alto (m)	20,9	1,1	4,8	3,2	321
Perímetro (m)	22.465,5	16,8	649,3	2291,5	321
Area (m²)	61.290,2	4,7	1131,2	5702,5	321
Dimensión Fractal	1,97	1,11	1,63	0,13	321
Elongación	575,5	1,2	23,9	53,5	321
Indice altura	96,7	34,5	78,3	13,0	321

Tabla 95.Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores
morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta y
sardina común al sur de latitud 37°20 (Grupo B).

	Max	Min	Promedio	Desvest	N° obs
Prof. Card (m)	30,2	1,6	7,3	2,5	659
Prof. Fondo (m)	147,1	26,7	38,1	11,3	659
Largo (m)	5.167,3	6,8	157,7	395,8	659
Alto (m)	16,7	1,1	4,7	2,5	659
Perímetro (m)	14.174,8	17,5	468,7	1142,5	659
Area (m²)	28.355,8	5,7	612,8	2204,8	659
Dimensión Fractal	2,00	1,18	1,61	0,13	659
Elongación	450,9	2,2	23,9	38,3	659
Indice altura	95,4	9,6	80,1	6,7	659

Tabla 96. Comparación de los estimados de abundancia y biomasa (totales y reclutas) de anchoveta entre Cruceros de Evaluación Hidroacústica.

			Anchoveta			RECLAS	RECLAS	RECLAS	RECLAS
						0201-	0201-	0201-	0201-
	RECLAS 0201	PELASUR 0108R	RECLAS 0101R	ECLAS 9912RE	CLAS 9512	PELASUR	RECLAS	RECLAS	RECLAS
						0108	0101	9912	9512
	Biomasa (miles de toneladas)					diferencia re	lativa (%) de la	a Biomasa ent	re Cruceros
Total	1494266.5	563785.8	412102.7	370054	53143	62.3	72.4	75.2	96.4
Reclutas	129450.8	306145.6	209535.4	162824	44209	-136.5	-61.9	-25.8	65.8
		Abundancia (millones de eje	mplares)		diferencia rela	tiva (%) de la	Abundancia e	ntre Cruceros
Total	96192.7	85371.1	76668.4	59686.1	11410	11.2	20.3	38.0	88.1
Reclutas	38331.7	68556.02	64875.4	50136.3	9724.3	-78.8	-69.2	-30.8	74.6

Tabla 97. Comparación de los estimados de abundancia y biomasa (totales y reclutas) de sardina común entre Cruceros de Evaluación Hidroacústica.

		S	ardina Común			RECLAS	RECLAS	RECLAS	RECLAS
						0201-	0201-	0201-	0201-
	RECLAS 0201	PELASUR 0108	RECLAS 0101	RECLAS 9912	RECLAS 9512	PELASUR	RECLAS	RECLAS	RECLAS
						0108	0101	9912	9512
	Biomasa (miles de toneladas)					diferencia re	lativa (%) de l	a Biomasa ent	re Cruceros
Total	844713	260987.02	567818.5	264231	205165	69.1	32.8	68.7	75.7
Reclutas	580303.2	154279.7	562786.2	264231	204733	73.4	3.0	54.5	64.7
		Abundancia	(millones de e	jemplares)		diferencia rela	ativa (%) de la	Abundancia e	ntre Cruceros
Total	153855.2	27813.9	174878.6	177336.2	61893.5	81.9	-13.7	-15.3	59.8
Reclutas	144195.3	22704.1	174579.3	177336.2	61795.5	84.3	-21.1	-23.0	57.1

ANEXOS

ANEXO 1

Personal participante por actividad



PLAN DETALLADO DE ASIGNACION DE PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO

Proyecto: Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000

OBJETIVO 1 Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

NOMBRE	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORME	TOTAL
J. CASTILLO	147	47	80	50	324
M. ESPEJO	190	95	24	8	317
J. CÓRDOVA	95				95
M. ROJAS	190	47			237
P. GÁLVEZ	95	48			143
M.A. BARBIERI					0
V. CATASTI					0
H. MIRANDA			20		20
TOTAL	717	237	124	58	1136

OBJETIVO 2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual e ítems alimentarios del stock recluta de anchoveta y sardina común en el área de estudio.

NOMBRE	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORME	TOTAL
J. CASTILLO	47		21	5	73
P. BARRÍA			24	20	44
G. ARRIAGADA	190	190	143	47	570
R. RIFFO	190				190
O. CASTILLO (G. BRAVO)	190				190
R. GILI		70	20	20	110
A. LÓPEZ		80			80
TOTAL	617	340	208	92	1257



OBJETIVO 3 Determinar las áreas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.

NOMBRE	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORME	TOTAL
J. CASTILLO	50	28	90	10	178
M. ESPEJO	50	30			80
J. CÓRDOVA					0
M. ROJAS					0
P. GÁLVEZ		47			47
M.A. BARBIERI			20	48	68
V. CATASTI		220		47	267
H. MIRANDA					0
TOTAL	100	325	110	105	640

INPESCA

NOMBRE	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORME	TOTAL
S. NUÑEZ		100	150	70	320
J. ORTÍZ	224	160	100	50	534
L. CUBILLOS			80	50	130
F. VEJAR	224	100	50		374
M. CANALES	224	100	50		374
TOTAL	672	460	430	170	1732

OBJETIVO 4 Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta y sardina común en el área de estudio.

NOMBRE	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORME	TOTAL
J. CASTILLO	40			47	87
P. GÁLVEZ	95	100	47		242
TOTAL	135	100	47	47	329

ANEXO 2

Efectividad de pesca de la red de media agua de diseño Engel del B/I Abate Molina



EFECTIVIDAD DE PESCA DE LA RED DE MEDIA AGUA DE DISEÑO ENGEL DEL B/I "ABATE MOLINA"

El arte de pesca empleado para la pesca de identificación y para la obtención de muestras biológicas, es una red de arrastre a mediagua de cuatro paneles de diseño Engel (ver Anexo 1 y punto 1.4.2., capítulo Metodología por objetivo), que está diseñada específicamente para operar en el B/I "Abate Molina" para la captura de peces de pequeño tamaño, especialmente anchoveta y sus reclutas.

A fin de comparar la eficiencia de pesca de la red empleada, con un tamaño de malla en el copo de 12 mm, se analiza la estructura de tamaños de anchovetas capturadas en la zona norte (Arica- Antofagasta) en los cruceros RECLAN 9811 (noviembre de 1998); RECLAN 0001 (enero del 2001) y en el RECLAN 0012 (diciembre del 2000) y se contrasta con las obtenidas por la flota cerquera que operó en noviembre y diciembre del 2000, periodo contemporáneo al crucero RECLAN 0012 y en enero del 2001 (**Fig.** 1). La comparación se realiza mediante los rangos de captura y la frecuencia acumulada, que se puede considerar como la ojiva de selectividad, determinándose la talla de retención ($L_{50\%}$) y el rango de selección que se calcula como la diferencia entre el $L_{25\%}$ y $L_{75\%}$.

En el crucero RECLAN 0012 (diciembre del 2000) la red de media agua capturó ejemplares de anchoveta entre 6,5 a 19 cm de longitud, en noviembre de 1998 (RECLAN 9811) este rango varió entre 6 y 17 cm y en RECLAN 0001 fluctuó entre 10 y 19 cm. Las tallas al 50% ($L_{50\%}$) para los cruceros RECLAN 9811, RECLAN 0001 y RECLAN 0012 fueron 9,0; 15,9 y 13,5 cm respectivamente. Los Rangos de Selección fueron 2,6 cm en RECLAN 9811; 1,2 cm en RECLAN 0001 y 5,6 cm en RECLAN 0012. Al considerar las capturas de la flota cerquera que operó en noviembre-diciembre del 2000 y enero del 2001, se observa que en los tres meses los rangos inferiores de las tallas de las capturas fueron 9; 8,5 y 9,5 cm, respectivamente, mientras que el rango superior en todos los casos fue de 19 cm. En todos los casos el $L_{50\%}$ fue superior que el obtenido en RECLAN 0001, reduciéndose desde 17 cm en noviembre a 15,8 cm en diciembre y 15,4 cm en enero. Los Rangos de Selección variaron entre 1,1 cm (noviembre); 3,2 cm en diciembre y 2,6 cm en enero.



Estos resultados indican que las dos artes de pesca comparadas tienen una baja selectividad, con Rangos de Selección variables y amplios límites en los extremos de las tallas capturadas, por lo que se deduce que las tallas de sus capturas reflejan la estructura del stock disponible, en este mismo sentido destaca el hecho que la red de arrastre a media agua tiene una menor selectividad que la red de cerco, con un $L_{50\%}$ menor, así como los rangos inferiores de las tallas. Es interesante destacar el caso de los cruceros RECLAN 9811 y 0012 en que se aprecian grupos modales importantes en peces juveniles y que en el primer caso son dominantes.

La red de media agua también ha capturado peces linterna con tallas en 4 cm y en evaluaciones de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur se han registrado ejemplares de 4,5 cm de talla.

Otro elemento a ser considerado en el análisis de la efectividad del arte empleado para el muestreo de la estructura de tallas del stock en el periodo del reclutamiento, se relaciona con la distancia a la costa y la profundidad del fondo del mar en el que se realiza la pesca. Al respecto, la maniobrabilidad del aparejo permite realizar pesca en profundidades superiores a 35 m lo que se mejora al realizar generalmente las pescas luego del crepúsculo ó aurora, lo que permite acceder a los recursos en sectores alejados a sus refugios costeros diurnos.

Dado lo anterior se puede señalar que el arte de pesca empleado en la pesca de identificación es eficiente del punto de vista del muestreo.



Reclan 9811 Reclan 0001 Reclan 0012 Frecuencia acumulada (%) 8 7 6 5 4 3 2 10 Frecuencia acumulada (%) Frecuencia acumulada (%) Freceucnia (%) 10 07 ê 20 Frecuencia (%) Frecuencia 0 1 0 + 5 ģ Tallas (cm) Talla (cm) Tallas (cm) $L_{75\%} = 10.6$ $L_{50\%} = 9.0$ L 75% = 16,6 L 75% = 17,1 $L_{25\%} = 8.0$ L _{50%} = 15,9 L _{25%} = 15,4 L _{50%} = 13,5 L 25% = 11,5 Flota cerquera Noviembre 2000 Diciembre 2000 Enero 2000 90 Frecuencia acumulada 80 70 60 50 40 30 20 Frecuencia Acumulada (%) Frecuencia (%) Frecuencia (%) Frecuencia (%) 0 1-0 5 - 0 Tallas (cm) Talla (cm) Tallas (cm)

Arrastre de media agua

L 75% =17,5 L 50% =17,0 L 2

L _{25%} =16,4 L _{75%} = 16,5

L _{50%} = 15,8 L _{25%} = 13,3 L _{75%} = 17,1

L _{50%} = 15,4 L _{25%} = 14,5

Figura 1. Frecuencias de tallas de anchoveta capturadas por la red de arrastre de media agua en los cruceros RECLAN 9811 (noviembre de 1998); RECLAN 0001 (enero 2000) y RECLAN 0012 (diciembre 2000) y por la flota cerquera en noviembre y diciembre del 2000 y enero del 2001. Se indican las frecuencias acumuladas para cada caso, así como las tallas al 50%, 25 y 75%.

ANEXO 3

Informe Final (PDF) y Base de datos



Sección Documentación, Difusión y Biblioteca

> IFOP Valparaíso