



INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2006-07

**Evaluación
hidroacústica del
reclutamiento
de anchoveta
entre la III - IV
regiones,
año 2007**



ENERO
2008



INFORME FINAL

FIP N° 2006-07

**Evaluación
hidroacústica del
reclutamiento de
anchoveta entre la
III - IV Regiones,
año 2007**



REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA - CIP

Presidente Consejo de Investigación Pesquera:
Jorge Chocair Santibañez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo:
Ramón Figueroa González



JEFE PROYECTO

JORGE CASTILLO PIZARRO

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en la III y IV Regiones durante el periodo de reclutamiento. Verano 2007.

Jorge Castillo P.
Alvaro Saavedra G.
Francisco Leiva D.
Carola Hernández S.
Carolina Lang A.

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la III y IV Regiones durante el verano del 2007.

Hernán Reyes R.
Milena Pizarro R.

Biología Pesquera de la anchoveta en la III y IV Regiones durante el periodo del reclutamiento. Verano 2007

Esteban Molina

Edad y Crecimiento de anchoveta en la III y IV Regiones en el verano del 2007

Francisco Cerna T.
Amalia López A.

Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2007

Armando Mujica R.
Eduardo Uribe



I. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados de la evaluación acústica de la biomasa, abundancia y distribución espacial; oferta ambiental de alimento y las condiciones oceanográficas físicas asociadas a la anchoveta en el periodo de reclutamiento de marzo del año 2007 entre Punta Grande y Los Vilos (III y IV Regiones).

Los datos fueron recolectados en un crucero realizado a bordo del B/C “Abate Molina” entre el 22 de febrero y el 16 de marzo del año 2007. La zona de estudio estuvo comprendida entre el paralelo 25°00´S (norte de punta Grande), en la II Región, hasta Los Vilos (32°00´S) en la IV Región, en las primeras 20 mn de la costa, donde se realizaron 42 transectas de prospección hidroacústica diurnas perpendiculares a la costa; 21 réplicas nocturnas; 105 estaciones oceanográficas y 25 lances de pesca a media agua.

Se realizó una prospección acústica con lanchas artesanales cerqueras en la III y IV Regiones tendientes a estudiar el sesgo de orilla en la evaluación acústica.

La abundancia total de anchoveta, incluyendo los sectores de la franja costera que no cubrió el Abate Molina, varió entre 11.961,02 ($\pm 29,5\%$) y 13.742,6 ($\pm 20,3\%$) millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el estimador de razón. De este total, el 12,4% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (1.700 millones de ejemplares). El 78,7% de la abundancia estuvo entre Chañaral (26°20´S) y bahía Salada (27°40´S), con 10.818,8 millones de ejemplares. En este sector se registró el 55,6% de los reclutas estimados para toda la zona (945,1 millones de ejemplares). La anchoveta que se ubicó en la franja costera no cubierta por el Abate Molina fue menos del 7% de los valores regionales.



Regionalmente, la abundancia de anchoveta se concentró en un 70,1% en la III Región (9.510,01 millones de ejemplares); un 15,4% en la fracción prospectada de la II Región (2.083,21 millones de ejemplares) y un 14,6% en la IV Región (1.976,22 millones de ejemplares). El mayor porcentaje relativo de reclutas se verificó en la IV Región, con un 36,0 % (711,71 millones de ejemplares).

La biomasa total de anchoveta varió entre 265.049 (+ 21,5%) y 232.681,8 t (+30,5%), según el método aplicado, siendo el mayor con el estimador de razón. El 53,2% de esta biomasa se localizó entre Chañaral y bahía Salada con 140.202 t. Los reclutas representaron el 5,3% de la biomasa total, con 13.934,10 t.

Regionalmente, la biomasa de anchoveta se concentró en un 66,8% en la III Región variando entre 151.043,0 y 177.574,4 t; un 19,3% se localizó en la fracción prospectada de la II Región (44.878,9 - 50.616,8 t) y un 13,9% en la IV Región (36.759,9 – 37.589,9 t). El mayor porcentaje relativo de reclutas en peso se verificó en la IV Región, con un 15,7 % (6.092,7 t).

En general, la anchoveta se registró entre el límite norte de la zona estudiada y punta Lengua de Vaca (30° 15´S), estando ausente de la prospección acústica hacia el sur. Las mayores concentraciones se registraron en las primeras 7 mn de la costa entre punta Grande (25° 05´S) a bahía Copiapó (27°20´S) y; entre la costa y las 20 mn entre caleta Inglesa (29°00´S) a punta Lengua de Vaca (30°15´S), donde se presentó en bajas densidades. Los índices de ocupación (IOC) obtenidos dan cuenta que la anchoveta ocupaba aproximadamente el 7,5% del área prospectada. Los mayores IOC, están asociados a las categorías de bajas densidades (<75 t/mn²), en tanto el estrato de mayores densidades (>300 t/mn²) presentó un IOC de 0,4%, lo que indica un predominio espacial de baja concentración del recurso.



Se realizaron un total de 46 lances de pesca, de estos, 25 los realizó el B/C Abate Molina y 21 fueron realizados por embarcaciones artesanales con participación directa e indirecta durante el período de evaluación. Del total, 33 lances resultaron con captura positiva de anchoveta. La captura total fue de 757.305 kg, con un 98,4% correspondiente a anchoveta, la captura incidental de otras especies alcanzó al 4,4% la que fue realizada en su totalidad por el B/C Abate Molina.

En general la estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 14,5 cm y modas secundarias en 13,5 y 15,5 cm, el rango varió entre 6,0 y 18,5 cm. La proporción sexual evidenció un claro predominio de las hembras. Los estados de madurez sexual 2 y 3 fueron predominantes en toda la zona de estudio, observándose una mayor proporción del estado de madurez 2.

La temperatura y salinidad superficiales en el sector costero de la III y IV Región fue levemente inferior a los promedios mensuales, pero dentro de los rangos típicos, indicando una condición de normalidad, coincidiendo con el índice multivariado Ecuatorial. En la zona estudiada se evidenciaron procesos de surgencia de intensidades variables, localizándose los más importantes en la IV Región al norte de bahía Coquimbo (punta Farellones y caleta Inglesa que solo es observado en información satelital).

La clorofila-a, presentó elevadas concentraciones coincidentes con los sectores de surgencia, siendo mayor que el registrado en febrero del 2006.

La anchoveta (capa de mayor frecuencia de cardúmenes) se encuentra asociada a temperaturas entre 13° a 14°C, con salinidades entre 34,3 a 34,4 psu, densidades entre 25,6 a 26,0 y por sobre la capa mínima de oxígeno entre 3 a 4 ml/l. Los focos de mayor densidad de anchoveta en general, fueron observados en zonas de descenso o valles de las variables temperatura, salinidad, oxígeno y densidad, correspondiente a gradientes bajos o donde las variables no presentaron variaciones.



En el 90% del área se registró pobreza fitoplanctónica, con valores de carbono, en los primeros 10 m de profundidad, inferiores a 50 ugC/L. En el sector norte, frente a Taltal y caleta Barquitos, se presentan pequeñas áreas costeras con biomasa fitoplanctónica de nivel mediano (> 80 ugC/L). Al sur de Carrizal en la zona costera se detectaron las mayores biomásas (>300 ugC/L), debido probablemente a la acción de un proceso de surgencia. No ocurre lo mismo al sur de Coquimbo donde se presenta una extrema pobreza fitoplanctónica. Los focos de alta biomasa fitoplanctónica del área de estudio, fueron dominados por la especie *Leptocylindrus danicus*, acompañados por *Chaetoceros compressus* y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* en la zona norte y *Chaetoceros convolutus* en el sur.

Los mayores volúmenes zooplanctónicos coincidieron con los menores porcentajes de copépodos y no correspondieron a las estaciones con mayores porcentajes de gelatinosos. En las estaciones en los que el volumen zooplanctónico superó los 1000 cm³, los grupos más abundantes después de los copépodos fueron los eufáusidos, sifonóforos, quetognatos, apendicularias y larvas de decápodos y cirripedios.

El modelamiento estadístico GAM de la densidad de anchoveta fue explicado por relaciones que resultaron significativas con las variables longitud (grados), profundidad media de las agregaciones (m), abundancia de diatomeas (cél/ml), latitud (grados) y densidad del agua (kg/m³), utilizando un suavizador tipo loess con un span de 0,5. Estas relaciones no lineales de la densidad de anchoveta presentaron una correlación positiva con la longitud (aumenta hacia el este) y negativa con la latitud (disminuye al sur). La profundidad media y densidad del agua muestran una ventana ambiental óptima y la abundancia de diatomeas presenta una relación tipo valle con efecto negativo sobre la densidad de anchoveta. La mayor explicación de la variabilidad del modelo de la distribución de la densidad de anchoveta es aportada por la Longitud y Profundidad Media de las agregaciones (30%), las restantes variables incorporadas al modelo contribuyen marginalmente con un aporte máximo



del 7%, obteniendo un pseudo coeficiente de determinaci3n final que explica un 47% de la variabilidad total.

Se analizaron 401 agregaciones de anchoveta, de las cuales 300 fueron registradas durante el d3a (0600 a 2000 hrs) y 101 en la noche (2001 a 0559 hrs). Los descriptores morfol3gicos promedio muestran que en el d3a las agregaciones de anchoveta fueron menos largas (25,3 m); mas altas (4,1 m), con menor elongaci3n (7); menor perimetro (73 m); menor area (104 m²) y de formas mas definidas (dimension fractal 1,26) que las registradas durante la noche (largo 260,9 m; alto 2,9 m; elongaci3n 7; per3metro 826 m; 3rea 1.025 m²; dimensi3n fractal 1,58). Los descriptores batim3tricos muestran que en el dia las agregaciones fueron levemente mas profundas (9 m), respecto a las nocturnas (8 m). Las profundidades promedio del fondo del mar en que se localizaron las agregaciones diurnas de anchoveta fueron de 142 m, respecto a los 134 m registrados durante la noche. Los descriptores energ3ticos diurnos muestran que los Sa promedio por agregaci3n fueron 1.872 con una amplitud en los rangos entre 10 y 112.236 Sa, respecto a los 2.337 en la noche que variaron entre 10 y 78.149 Sa. Los valores de densidad ac3stica (Sa/m²) presentan valores notablemente mayores en el d3a, fluctuando entre los 0,1 y 194 (Sa/m²) con promedio en 13,7, mientras que en la noche variaron entre 0,3 y 12,1 con promedio en los 1,9.





II. 3NDICE GENERAL

	P3gina
I. RESUMEN EJECUTIVO -----	i
II. 3NDICE GENERAL -----	vii
III. 3NDICE DE FIGURAS Y TABLAS -----	xiv
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO -----	1
A. Objetivo general -----	1
B. Objetivos espec3ficos -----	1
V. ANTECEDENTES-----	2
VI. METODOLOG3A POR OBJETIVO-----	7
1. Objetivo espec3fico B1: Estimar la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n recluta de anchoveta y sardina com3n que se incorporan en el per3odo de m3ximo reclutamiento a la pesquer3a. -----	7
1.1 Zona de estudio-----	7
1.2 Plan de muestreo ac3stico-----	7
1.3 Calibraci3n del sistema ac3stico -----	8
1.3.1 Calibraci3n electroac3stica -----	8
1.3.2 Medici3n del TS <i>in situ</i> de anchoveta -----	10
1.4 Identificaci3n de especies-----	12
1.4.1 M3todo ac3stico (Guzm3n <i>et al.</i> , 1983) -----	12
1.4.2 Pescas de identificaci3n-----	13
1.5 Procesamiento de la informaci3n ac3stica -----	14
1.6 Estimaci3n de la abundancia y la biomasa-----	14
1.6.1 Estratificaci3n de la estructura de tallas-----	14
1.6.2 Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso)-----	15
1.6.3 Estimaci3n de la varianza de la abundancia y biomasa -----	17
1.6.4 Estimaci3n del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variaci3n (CV)-----	22



1.6.5 Estimaci3n del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variaci3n (CV)---	22
1.6.5 Eficiencia relativa de los estimadores de biomasa, abundancia y sus respectivas varianzas. -----	23
2. Objetivo B2. Estimar la composici3n de talla, peso, edad, proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 1rea de estudio-----	23
2.1 Determinaci3n de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio-----	23
2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua -----	23
2.1.2 Estructura de tallas -----	25
2.1.3 Estimador de la composici3n en talla -----	25
2.1.4 Pesos medios a la talla -----	27
2.1.5 Expansi3n al 1rea total-----	27
2.1.6 Relaci3n longitud/peso-----	28
2.2 Descripci3n de los estadios de madurez de anchoveta -----	30
2.3 1ndice gonadosom1tico -----	32
2.4 Proporci3n sexual -----	33
2.5 Estimaci3n y composici3n de la edad de anchoveta -----	33
2.5.1 Estimaci3n de la edad-----	33
2.5.2 Lectura de otolitos-----	34
2.5.3 Clave edad- talla y composici3n de edad de la captura-----	36
3. Objetivo B3. Determinar las 1reas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batim1trica, caracterizando y relacionando adem1s, las condiciones oceanogr1ficas y meteorol3gicas predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluaci3n-----	39
3.1 Distribuci3n espacial de los recursos -----	39
3.2 1ndices de ocupaci3n y abundancia relativa -----	42
3.3 Caracterizaci3n de las condiciones hidrogr1ficas y meteorol3gicas en la III y IV regi3n durante el verano del 2007. -----	43
3.3.1. Informaci3n Metereol3gica -----	43



3.3.2. Muestreo de temperatura, salinidad, oxigeno y clorofila-a-----	43
3.3.3. Procesamiento de la informaci3n -----	45
3.3.4. Distribuci3n espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital-----	51
3.3.5. Distribuci3n espacial y temporal de la clorofila superficial del mar-----	51
3.3.6. Im3genes satelitales del nivel del mar y corriente geostr3fica -----	52
3.3.7. Im3genes satelitales del viento superficial-----	52
3.4. Oferta ambiental de alimento en las Regiones III y IV en el verano 2007 -----	53
3.4.1. Fitoplancton -----	53
3.4.2. Muestreo biologico-----	54
3.4.3. An3lisis de las muestras-----	54
3.4.4. An3lisis de datos biologicos-----	55
3.4.5. Zooplancton -----	55
3.5 An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de las variables oceanogr3ficas y anchoveta.-----	57
3.5.1 Procesamiento de la informaci3n -----	57
3.5.2 Relaciones entre la distribuci3n espacial de anchoveta y las variables oceanogr3ficas. -----	61
3.6 Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales. -----	63
4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el 3rea de estudio.-----	64
VII. RESULTADOS-----	67
1. Determinar las 3reas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando adem3s, las condiciones oceanogr3ficas y meteorol3gicas predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluaci3n (Objetivo 3).-----	67



1.1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la III y IV Regiones, durante el verano del 2007.-----	67
1.1.1. Viento y viento satelital -----	67
1.1.2. Transporte de Ekman e índice de turbulencia-----	68
1.1.3. Condiciones hidrográficas en superficie -----	69
1.1.3.1. Temperatura -----	69
1.1.3.2. Salinidad -----	70
1.1.3.3. Densidad-----	71
1.1.3.4. Oxigeno -----	71
1.1.4. Profundidad de la isolínea de 1 m/LI -----	72
1.1.5. Capa de mezcla -----	72
1.1.6. Espesor, temperatura base y profundidad base de la termoclina -----	73
1.1.7. Gradiente de temperatura promedio, máximo gradiente de la temperatura y profundidad del máximo gradiente de la termoclina.-----	74
1.1.8. Anomalías de nivel del Mar y circulaci3n Geostrofica-----	75
1.1.9. Distribuci3n vertical de las variables oceanográficas -----	76
1.1.9.1. Temperatura -----	76
1.1.9.2. Salinidad -----	77
1.1.9.3. Densidad-----	78
1.1.9.4. Distribuci3n vertical de OD-----	78
1.1.10. Masas de aguas -----	79
1.1.11. Distribuci3n espacial de la TSM satelital -----	80
1.1.12. Clorofila -----	80
1.1.12.1. Clorofila superficial -----	80
1.1.12.2. Clorofila integrada -----	81
1.1.12.3. Fluorescencia superficial -----	82
1.1.12.4. Clorofila satelital-----	82
1.1.12.5. Distribuci3n vertical de clorofila -----	83
1.1.12.6. Distribuci3n vertical de fluorescencia in vivo -----	84
1.1.12.7. Asociaci3n entre clorofila-a superficial, clorofila total, clorofila integrada y fluorecencia -----	85



2. Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2007. (Objetivo B3)-----	85
2.1. Fitoplancton -----	85
2.1.1. Analisis taxonomico -----	85
2.1.2. Analisis cuantitativo-----	86
2.1.3. Densidad celular-----	86
2.2. Biomasa -----	88
2.2.1. Zooplancton -----	89
3. Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 1rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad. (Objetivo B2).-----	93
3.1. Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C “Abate Molina”. -----	93
3.1.1 Comparaci3n estructura de tallas entre cerco y arrastre-----	95
3.2. Composici3n de tallas y pesos del stock de reclutas de anchoveta en el 1rea de estudio -----	96
3.3. Estructura de tallas de anchoveta-----	97
3.3.1 Estructura de tallas de anchoveta en la zona total -----	97
3.3.2. Estratificaci3n de las estructura de talla -----	100
3.4. Relaciones longitud-peso de anchoveta -----	104
3.4.1. Modelos lineales-----	104
3.4.2. Modelos no lineales -----	105
3.4.3. Comparaci3n de pesos de anchoveta entre cruceros mediante el modelo lineal y no lineal-----	106
3.4.4. An1lisis de covarianza para la relaci3n longitud-peso de anchoveta ----	106
3.5. Proporci3n sexual de anchoveta -----	107
3.6. Indices Gonasom1ticos (IGS) y estados de madurez sexual -----	108
3.7. Determinaci3n de las estructuras de edad de anchoveta -----	113
3.7.1. Clave talla- edad -----	113



4. Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n juvenil de anchoveta y sardina com3n que se incorporan en el per3odo de m3ximo reclutamiento a la pesquer3a (Objetivo B1). -----	114
4.1. Calibraci3n hidroac3stica-----	114
4.2. Calibraci3n de la intensidad de blanco TS <i>in situ</i> de anchoveta -----	114
4.3. Sesgo de Orilla en la evaluaci3n ac3stica de la biomasa de anchoveta -----	116
4.3.1. Zona norte -----	116
4.3.2. Zona sur -----	117
4.4. Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta -----	118
4.5. Precisi3n de los estimados de biomasa de anchoveta-----	121
4.6. Estructuras de edad de la abundancia de anchoveta -----	121
5 Distribuci3n de los recursos -----	122
5.1. Distribuci3n geogr3fica-----	122
5.2. Distribuci3n batim3trica de los recursos -----	124
5.3. Distribuci3n espacial de anchoveta y su relaci3n con las variables bio-oceanogr3ficas-----	126
5.3.1. An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de anchoveta y las variables bio-oceanogr3ficas-----	126
5.3.2. Medida de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y las variables bio oceanogr3ficas -----	130
5.4. Modelamiento estad3stico de la densidad ac3stica de anchoveta y las variables bio-oceanogr3ficas-----	135
5.4.1. An3lisis descriptivo -----	135
5.4.2. An3lisis Inferencial -----	138
6 Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj B4)-----	141
6.1. Resultados agregaciones diurnas y nocturnas-----	142
6.1.1. Descriptores morfol3gicos -----	142
6.1.2. Descriptores batim3tricos -----	144
6.1.3. Descriptores de energ3a -----	145
6.2. Valores promedio por zona y periodo del d3a- noche-----	145



6.3. Resultados an3lisis componentes principales	148
6.3.1. Agregaciones diurnas	148
6.3.2. Agregaciones nocturnas	149
VIII. AN3LISIS DE RESULTADOS	152
1. An3lisis de la hidrograf3a	152
2. Oferta Ambiental de alimento	157
3. Biolog3a Pesquera	159
4. Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta	162
5. Estimaciones de abundancia y biomasa de anchoveta	164
6. Precisi3n de los estimados de biomasa de anchoveta	167
7. Relaciones entre la distribuci3n de anchoveta y las variables bio oceanogr3ficas	168
IX. CONCLUSIONES	174
X. REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS	178

FIGURAS

TABLAS

ANEXO 1: Personal participante por actividad

ANEXO 2: Informe final FIP 2006-07 en CD



III. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2006.
- Figura 2. Localización de transectas de prospección acústica diurnas (a), nocturnas (b) realizadas por el B/C Abate Molina (c). Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 3. Localización de los lances de pesca de media agua realizados por B/C Abate Molina (25 lances) (a) y localización de estaciones bio-oceanográficas (b). Crucero RECLAN III Y VI Regiones.
- Figura 4. Cartas de a) Dirección e intensidad del viento (m/s) registrado cada una hora sobre el track de navegación, b) promedios del índice de surgencia y c) promedios de turbulencia. Los promedios se obtuvieron de mediciones del viento horario dentro de 1° de latitud. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 5. Distribución espacial del viento medido con satélite QuickScat y entregada como promedios semanales: a) 22 al 28 de febrero, b) 1 al 7 de marzo y c) 8 al 14 de marzo de 2007.
- Figura 6. Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) salinidad (psu) y c) densidad del mar ($\sigma\text{-t}$) (kg/m^3). Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 7. Cartas de a) distribución superficial del contenido de oxígeno disuelto (mL/L), b) profundidad de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L (indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto) y c) espesor de la capa de mezcla (m). Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 8. Cartas de a) espesor de la termoclina (m), b) temperatura base de la termoclina (°C) y c) profundidad base de la termoclina (m). Crucero febrero-marzo 2007
- Figura 9. Cartas de a) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (°C/m), b) máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y c) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 10. Mapas de anomalía de nivel del mar (cm) y vectores de circulación geostrófica superficial obtenido con satélite los días 25 de febrero, 4 y 11 de marzo de 2007. Las flechas indican la dirección e intensidad de la corriente geostrófica (cm/s) y los colores indican la anomalía de nivel del mar (cm).



- Figura 11. Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 12. Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 13. Distribución vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 14. Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 15. Diagramas T-S de las estaciones de transectas ubicadas cada un grado de latitud. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 16. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas 1, 7, 13 y 21. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 17. Distribución vertical del porcentaje de participación la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas 27, 31, 37 y 41. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 18. Imágenes satelitales diarias con información de TSM entre el 22 de febrero y 14 de marzo de 2007.
- Figura 19. Distribución superficial de a) clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{L}$), b) feopigmento ($\mu\text{g}/\text{L}$) y c) fluorescencia *in vivo* (volt). Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 20. Distribución integrada de a) clorofila-a (mg/m^2) y b) feopigmento (mg/m^2). Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 21. Distribución diaria de la clorofila satelital en la zona centro-norte de Chile para los días 21 y 28 de febrero, y 3 y 9 de marzo de 2007. El punto rojo indica la estación realizada en la fecha de la imagen satelital.
- Figura 22. Distribución vertical de clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 23. Distribución vertical de feopigmentos ($\mu\text{g}/\text{L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.
- Figura 24. Distribución vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo.



- Figura 25.** Asociación entre a) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) superficial v/s clorofila-a integrada (mg/m^2), b) clorofila Total (clorofila-a + feopigmentos; $\mu\text{g/L}$) v/s fluorescencia in vivo (vlot) y c) clorofila Total ($\mu\text{g/L}$) v/s clorofila satelital ($\mu\text{g/L}$). Crucero febrero – marzo 2007.
- Figura 26.** Distribución espacial de la densidad celular (cél/L) en superficie y 10 m de profundidad entre las latitudes 25 y 32° S entre 22 de febrero y 14 de marzo de 2007. Crucero RECLAN.
- Figura 27.** Distribución espacial de la biomasa del Carbono (ugC/L) en superficie y 10 m de profundidad entre las latitudes 25 y 32° S entre 22 de febrero y 14 de marzo de 2007. Crucero RECLAN.
- Figura 28.** Distribución del volumen zooplanctónico en estaciones de muestreo ($\text{cm}^3/1.000 \text{ m}^3$).
- Figura 29.** Distribución del volumen zooplanctónico en estaciones de muestreo ($\text{cm}^3/1.000 \text{ m}^3$).
- Figura 30.** Distribución del número de zooplancteres en estaciones de muestreo ($\text{N}^\circ/1.000 \text{ m}^3$).
- Figura 31.** Distribución del número de zooplancteres en estaciones de muestreo ($\text{N}^\circ/1.000 \text{ m}^3$).
- Figura 32.** Composición porcentual del zooplancton en estaciones de muestreo.
- Figura 33.** Composición porcentual del zooplancton en estaciones de muestreo.
- Figura 34.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta obtenida en los lances de arrastre de media agua realizados por el B/C Abate Molina y los lances de cerco realizados por el conjunto de embarcaciones artesanales participantes entre la III y IV Regiones. Crucero RECLAN 0702 (febrero 2006) y 0703 (marzo 2006), 3° y 4° Regiones.
- Figura 35.** Distribución de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (n°), B) frecuencia (%), C) en peso (kg) y D) peso (%), Crucero RECLAN 0703.
- Figura 36.** Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 1, lances 2 y 3 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 37.** Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 4 realizado por el B/C Abate Molina, lance 1 L/M La Raquel I y lance 4 L/M Don Pancracio. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 38.** Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 8 realizado por el B/C Abate Molina, lances 7 y 13 L/M Xolot, lance 5 L/M Don José Edgardo y lance 6 L/M Trinidad. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.



- Figura 39. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 3 realizado por la L/M Don Pancraccio, lance 16 L/M La Raquel I, lance 17 L/M Don José Edgardo, lance 18 L/M Xolot y lance 15 L/M Don José Miguel. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 40. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 9 realizado por la L/M Don Pancraccio, lance 9 B/C Abate Molina, lance 12 L/M Don José Miguel y lance 14 L/M La Raquel I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 41. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 3, lance 11 realizado por la L/M La Raquel I, lance 8 L/M Don Benito, lance 10 L/M Chelita I, lance 2 La Raquel I y lance 14 B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 42. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 3, lance 20 realizado por el B/C Abate Molina y lance 1 L/M Garota I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 43. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 4, lances 21, 22 y 23 realizados por el B/C Abate Molina y lance 2 L/M Jepe I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 44. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 5, lances 24 y 25 realizados por el B/C Abate Molina y lance 2 L/M Garota I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Figura 45. Distribución de subzonas de Anchoveta y estructura de tallas asociadas. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.
- Figura 46. Relación longitud – peso establecida para anchoveta, por subzona y área total de estudio. RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.
- Figura 47. Proporción sexual del total de ejemplares sexuados de anchoveta, por subzona y área total de estudio. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones
- Figura 48. Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta por subzona y área total de estudio. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 49. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total de estudio. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 50. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 1. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 51. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 2. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.



- Figura 52. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 3. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 53. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 4. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 54. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 5. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 55. IGS de anchoveta en relación al estado de madurez sexual, zona total de estudio y por subzona. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.
- Figura 56. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.
- Figura 57. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.
- Figura 58. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 34 0703.
- Figura 59. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 60. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 61. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 62. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 63. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.
- Figura 64. Intensidad de Blanco (TS) por talla de anchoveta para los cruceros RECLAN 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012, 0111 (●), 0702 (Δ), 0703 (○).
- Figura 65. Recorrido del B/C Abate Molina y la L/M Pancraccio en la zona de sesgo de orilla norte, RECLAN34 0703.



- Figura 66.** Distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta por latitud detectadas por el B/C Abate Molina y L/M Pancracio en la zona de sesgo de orilla norte (a). Densidades acústicas de anchoveta (log) respecto a la distancia a la costa detectadas por el B/C Abate Molina y L/M Pancracio en la zona de sesgo de orilla norte (b).
- Figura 67.** Recorrido del B/C Abate Molina y la L/M San Jorge en la zona de sesgo de orilla sur, RECLAN34 0703.
- Figura 68.** Distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta por latitud detectadas por el B/C Abate Molina y L/M San Jorge en la zona de sesgo de orilla sur (a). Densidades acústicas de anchoveta (log) respecto a la distancia a la costa detectadas por el B/C Abate Molina y L/M San Jorge en la zona de sesgo de orilla sur (b).
- Figura 69.** Variogramas estandarizados de anchoveta por zona. Crucero RECLAN34 0703
- Figura 70.** Abundancia (millones de ejemplares) y Biomasa (t) de anchoveta por talla y zona. Crucero RECLAN 34 0703.
- Figura 71.** Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluación hidroacústica Zona Norte RECLAN I-II,
- Figura 72.** Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn^2) de anchoveta (a) y jurel (b) durante el crucero RECLAN 0702-34.
- Figura 73.** Distribución espacial de anchoveta fracción recluta (a), adultos (b), y total (c). Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 74.** Distribución espacial de anchoveta por rango de tallas. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 75.** Distribución batimétrica (m), Temperatura ($^{\circ}C$), Salinidad (psu) y ciclo horario de las agregaciones de jurel, anchoveta y caballa durante el día entre Antofagasta y Pichidangui, Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 76.** Distribución batimétrica (m), Temperatura ($^{\circ}C$), Salinidad (psu) y ciclo horario de las agregaciones de jurel, anchoveta y caballa durante la noche entre Antofagasta y Pichidangui, Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 77.** Distribución espacial de temperatura y salinidad en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 78.** Señal latitudinal de la variable temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes ($^{\circ}C$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 79.** Señal latitudinal de gradiente de temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes ($^{\circ}C/mn$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.



- Figura 80.** Señal latitudinal de la variable salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 81.** Señal latitudinal de gradiente de salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu/mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 82.** Distribución espacial de densidad del agua de mar y oxígeno disuelto en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 83.** Señal latitudinal de la variable densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (Kg/ m^3), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 84.** Señal latitudinal de gradiente de densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes ($\text{Kg/ m}^3 \text{ mn}$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 85.** Señal latitudinal de la variable oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 86.** Señal latitudinal de la variable gradiente oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 87.** Distribución espacial clorofila "a" integrada hasta 50 m. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 88.** Señal latitudinal de la variable clorofila "a" integrada (mg/m^3), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 89.** Señal latitudinal de gradiente de clorofila "a" integrada (mg/m^2), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta.
- Figura 90.** Señal latitudinal de Abundancia flagelados integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 91.** Señal latitudinal de Abundancia fitoplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.



- Figura 92.** Señal latitudinal de Abundancia diatomeas integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 93.** Señal latitudinal Abundancia zooplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 94.** Histogramas de la distribución de adultos de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 95.** Histogramas de la distribución de reclutas de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 96.** Histogramas de la distribución de adultos y reclutas de Anchoveta respecto a las variables biológicas abundancia de flagelados, diatomeas, fitoplancton y biomasa de zooplancton. Crucero RECLAN34 0703.
- Figura 97.** Distribución espacial de: a) la densidad acústica de anchoveta (m^2/mn^2) y b) profundidad media de la agregación (m).
- Figura 98.** Distribución latitudinal de los valores medios de las variables oceanograficas temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (PSU), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m^2) y densidad (kg/m^3).
- Figura 99.** Distribución latitudinal de los valores medios de los gradientes de las variables oceanográficas temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (PSU), oxigeno (ml/l), clorofila (mg/m^2) y densidad (kg/m^3).
- Figura 100.** Distribución latitudinal de los valores medios de las variables de oferta ambiental: Abundancia de diatomeas (Células/ml), abundancia de flagelados (Células/ml) y abundancia de microzooplancton (Células/ml).
- Figura 101.** Efectos de los predictores Longitud (longitud), profundidad media de la agregacion (pmed), abundancia de diatomeas (abundia), latitud (Latitud) y densidad (dens) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.
- Figura 102.** Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 103.** Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.



- Figura 104. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 105. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 106. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 107. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal, caso diurno nocturno.
- Figura 108. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 109. Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.
- Figura 110. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura, caso diurno nocturno.
- Figura 111. Distribuci3n de frecuencia de energ3a retrodispersada (S_a), caso diurno nocturno.
- Figura 112. Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 113. Promedio de largo de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 114. Promedio de alto de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 115. Promedio de elongaci3n de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 116. Promedio de per3metro de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 117. Promedio de 3rea de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna
- Figura 118. Promedio de dimensi3n fractal por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 119. Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna
- Figura 120. Promedio de profundidad del fondo por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 121. Promedio de 3ndice de altura por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 122. Promedio de S_a de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 123. Promedio de densidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 124. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas



- Figura 125. Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Figura 126. IGS promedio de anchoveta por talla obtenido durante los cruceros RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.
- Figura 127. IGS promedio de anchoveta obtenido durante los seguimientos 2003, 2004 y 2005 y cruceros de evaluaci3n RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.
- Figura 128. Factor de condici3n de anchoveta por talla obtenido durante los cruceros RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.
- Figura 129. Factor de condici3n promedio de anchoveta obtenido durante los seguimientos 2003, 2004 y 2005 y cruceros de evaluaci3n RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.
- Figura 130. Estimaciones de Abundancia y Biomasa por talla de anchoveta en el periodo 2006 y 2007 (RECLAN 0602 y 0703).



TABLAS

- Tabla 1.** Categorías por densidad acústica.
- Tabla 2.** Valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.
- Tabla 3.** Abundancia relativa, Dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia de grupos zooplanctónicos
- Tabla 4.** Talla máxima y mínima de los grupos zooplanctónicos (micrones, μ)
- Tabla 5.** Resumen operacional y captura por lances de pesca realizados por embarcaciones artesanales participantes. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones
- Tabla 6.** Comparaci3n de tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturada con red de cerco por embarcaciones artesanal participantes y arrastre de media por el B/C Abate Molina durante los cruceros RECLAN 0602 y 0702.
- Tabla 7.** Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Tabla 8.** Resumen de lances de pesca por subzona, pesos y tallas promedio para anchoveta. Incluye los lances de pesca realizados por las embarcaciones artesanales con participaci3n directa e indirecta y los lances realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.
- Tabla 9.** Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.
- Tabla 10.** Límite de las subzonas establecidas segú n la estratificaci3n de tallas para anchoveta y lances de pesca asignados, incluye embarcaciones artesanales con participaci3n directa e indirecta. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.
- Tabla 11.** Comparaci3n de la estructura de talla entre las subzonas establecidas para anchoveta, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.
- Tabla 12.** Comparaci3n de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 1, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones
- Tabla 13.** Comparaci3n de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 2, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.



- Tabla 14.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.
- Tabla 15.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 4, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.
- Tabla 16.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 5, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones
- Tabla 17.** Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelo lineal y no lineal. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones
- Tabla 18.** Análisis de varianza (Andeva) para anchoveta. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.
- Tabla 19.** Análisis de varianza para anchoveta por subzona y total. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.
- Tabla 20.** Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.
- Tabla 21.** Comparación de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluación y métodos de regresión lineales y no lineales. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones
- Tabla 22.** Test Tukey para la comparación de las pendientes, obtenidas por subzona, de la relación longitud – peso de anchoveta. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.
- Tabla 23.** Clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Región. Crucero hidroacustico 2007.
- Tabla 24.** Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Región crucero hidroacustico 2007.
- Tabla 25.** Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.
- Tabla 26.** Resultados de la calibración hidroacústica del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 120 Khz, por longitudes de pulso.
- Tabla 27.** Valores de la intensidad de blanco (TS_{mo}) y tallas modales (L_{mo}) de anchoveta filtrados en los cruceros RECLAN12 0702 y RECLAN34 0703.
- Tabla 28.** Resumen información acústica obtenida en la zona común del sesgo de orilla norte por el B/I Abate Molina y L/M Pancracio.



- Tabla 29.** Resumen información acústica obtenida en la zona común del sesgo de orilla sur por el B/I Abate Molina y L/M San Jorge.
- Tabla 30.** Estadísticos de la estimación de la densidad media, varianzas y transectas según los métodos de los Conglomerados, Estratos Agrupados y Bootstrap, consideradas en los procesos para cada subzona. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 31.** Estadísticos y parámetros de los modelos geoestadísticos de la densidad de anchoveta por zona, datos transformados Log (Sa+1). Crucero RECLAN34 0703
- Tabla 32.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y método Hansen & Kish (Wolter) en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 33.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 34.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 35.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y método Hansen en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 36.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 37.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 38.** Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Hansen en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 39.** Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Wolter en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 40.** Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 41.** Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 42.** Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Hansen la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.



- Tabla 43.** Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Wolter la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 44.** Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 45.** Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.
- Tabla 46.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV región. Método Bootstrap. Crucero Reclan III y IV 2007.
- Tabla 47.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Región. Método HANSEN. CRUCERO RECLAN III y IV, 2007.
- Tabla 48.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona en la III y IV Región. Metodo KISH. CRUCERO RECLAN III y IV, 2007.
- Tabla 49.** Índice de ocupación de total, fracciones adulto y recluta de anchoveta. Crucero marzo de 2007.
- Tabla 50.** Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de adultos y reclutas de anchoveta y las variables bio-oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t, oxígeno disuelto, abundancia de flagelados, diatomeas, fitoplancton y biomasa de zooplancton en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada promedio. Crucero RECLAN 34 0703.
- Tabla 51.** Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM seleccionadas a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación.
- Tabla 52.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.
- Tabla 53.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.
- Tabla 54.** Valores promedio, máximo, mínimos y desviación estándar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para día y noche por zona de estudio.
- Tabla 55.** Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.
- Tabla 56.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 57.** Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 58.** Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.



- Tabla 59.** Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 60.** Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 61.** Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta ajustadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.
- Tabla 62.** Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta estandarizada en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.



IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock recluta de anchoveta, a trav3s del m3todo hidroac3stico, existente en el 3rea comprendida entre la III y IV Regiones y caracterizar el proceso de reclutamiento de la especie en el 3rea de estudio.

B Objetivos espec3ficos

- B.1** Estimar la abundancia y la biomasa de la fracci3n recluta de anchoveta que se incorpora en el per3odo de m3ximo reclutamiento a la pesquer3a.
- B.2.** Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 3rea de estudio.
- B.3.** Determinar las principales 3reas de reclutamiento y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batim3trica, caracterizando, y relacionando, adem3s, las condiciones oceanogr3ficas, meteorol3gicas, la oferta ambiental de alimento predominante en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluaci3n.
- B.4.** Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta en el 3rea de estudio.



V. ANTECEDENTES

Desde mediados de la d3cada de los 80 la anchoveta constituye el recurso de mayor importancia relativa de las regiones I a IV , registr3ndose capturas m3ximas en los a3os 1994 y 1995 de 2,7 y 2,1 millones de t respectivamente y un hist3rico valor m3nimo de 522 mil t en 1998. En los 3ltimos tres a3os, las capturas han fluctuado entre 823 mil t en 2003 y 1,9 millones de t el 2004.

En la III y IV Regiones los m3ximos de las capturas de anchoveta se registraron en los a3os 1994 y 1995 con 96 mil t y 201 mil t, respectivamente y m3nimos de 8,6 mil y 12,7 mil t en 2001 y 2002. En los a3os 2003, 2004 y 2005 las capturas en esta regi3n se incrementaron en m3s del 300% respecto a los dos a3os anteriores con 77; 72,7 y 76,8 mil t, respectivamente.

La abundancia, distribuci3n espacial, niveles de agregaci3n, 3xito del desove, reclutamiento y rendimiento pesquero de esta especie dependen de modo importante de las condiciones oceanogr3ficas y de las alteraciones ambientales que peri3dicamente se presentan en la regi3n. Como ejemplo de esta relaci3n, se puede mencionar el efecto de El Ni3o 1991-92 en las condiciones extraordinariamente favorables para la especie de los a3os 1994 y 1995, a3os en que se registraron los m3ximos hist3ricos de la pesquer3a entre la I y IV Regi3n. El Ni3o 1997-98 tambi3n afect3 la distribuci3n espacial de la especie, determinando en 1998 un incremento en la disponibilidad en la III-IV Regi3n con un aumento relativo de 68,6% respecto a 1997.

La pesquer3a de la anchoveta se caracteriza por la alta dependencia entre la captura y los pulsos del reclutamiento, los que pueden tener importantes fluctuaciones interanuales dependiendo en gran medida de los factores ambientales se3alados anteriormente. Por esta raz3n en los 3ltimos a3os una de las medidas de la



administración pesquera se ha enfocado a la protección del segmento reclutas de la especie, estableciendo vedas a las pesquerías desarrolladas en la I-II y V a X Regiones, extendiéndose a la III-IV regiones en el 2005.

Los antecedentes disponibles de distribución espacial de la anchoveta en la III y IV Región provenientes de prospecciones acústicas realizadas por IFOP desde 1981, indican que esta especie se caracteriza por presentar una distribución costera que no sobrepasa las 10 mn de la costa. El carácter esporádico de estas prospecciones impiden establecer a priori la recurrencia de zonas de alta concentración de la especie.

La actividad pesquera que se ha realizado en los últimos años en la III y IV Región, ha estado sustentada fundamentalmente por una flota artesanal, centrada en los puertos de Caldera y Coquimbo, que realiza su actividad en sectores costeros cercanos a los puertos base (Martínez et al, 2003, 2004, 2005). En algunos cruceros de evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta en la I y II Región (Castillo *et al*, 1997, 2000) y en los cruceros de monitoreo de las condiciones oceanográficas (Braun et al, 2004) se han reportado concentraciones de anchoveta en las cercanías de la bahía de Nuestra Señora y del puerto de Taltal (25°22'S),

Considerando estos antecedentes, la zona de estudio del crucero se extendió desde el paralelo 25° 00'S (norte de punta Grande), en la II Región, hasta Los Vilos (32°00'S) en la IV Región, entre la costa y las 20 mn. Esta zona fue evaluada en febrero del 2006 (proyecto FIP 2005-26), registrándose focos de anchoveta en las cercanías de Taltal, confirmando la conveniencia de extender el área de estudio un poco más al norte del límite político de la II y III Región.

Biológicamente la anchoveta se caracteriza por su corta vida, con máximos de alrededor de 5 años, con desoves fraccionados durante todo el año, centrado



principalmente entre julio y septiembre y reclutándose a la pesquería los ejemplares con longitud total entre 6 y 12 cm en las estaciones cálidas, entre noviembre y marzo, siendo calificados como prereclutas aquellos individuos con tallas menores a los 6 cm y como reclutados a aquellos con una longitud superior a los 12 cm (Fisher, 1958; Einarsson y Rojas de Mendiola, 1963).

La distribución espacial del reclutamiento de anchoveta en la zona norte de Chile (I-II Región) típicamente se caracteriza por una estratificación temporal y geográfica en el sentido latitudinal, iniciándose en Arica durante noviembre, para finalizar hacia fines de febrero en Mejillones, con la sola excepción de la primavera de 1998 en que dicho comportamiento tuvo un sentido inverso al observado en otros periodos. Este patr3n temporal del reclutamiento se ha visto alterado entre 2002 y 2005, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano. En efecto, la evoluci3n mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2006 (**Fig. 1**) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detect3 el ingreso de reclutas en la pesquería a fines del 2002 y principio del 2003, evidenciándose una fuerte caída del reclutamiento situaci3n similar a la registrada en el centro-norte de Perú. En las temporadas estivales 2004-2005 y 2005-2006, el reclutamiento se hizo más evidente entre enero-abril, centrándose en febrero. A finales del 2006, se registr3 un aparente retorno a las condiciones típicas, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (< 12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinaci3n hacia febrero del 2007.

En la III y IV Región se presenta una aparente continuidad temporal del proceso respecto a lo observado hacia el norte de Antofagasta, con un desfase de alrededor de dos meses, por lo que el reclutamiento ocurre principalmente entre enero y marzo. El 2003 present3 una extraordinaria cobertura temporal del reclutamiento,



especialmente en Caldera, habiéndose detectado la presencia de juveniles bajo talla hasta junio. En la temporada estival 2005-2006 se aprecia una leve anticipaci3n de la presencia de juveniles, registrándose su presencia en las capturas desde diciembre del 2005, manteniéndose la extensi3n temporal hasta mayo del 2006. En Coquimbo, la proporci3n de juveniles es frecuentemente inferior a Caldera, a3n cuando la tendencia temporal es similar, con una mayor presencia mayoritaria entre febrero y marzo (**Fig. 1**)

Los resultados de las prospecciones ac3sticas realizadas en el norte grande de Chile (Castillo *et al.*, 1993; Braun *et al.*, 1994) han permitido establecer que la anchoveta, en general, se distribuye principalmente en las cercanías de la costa, llegando ocasionalmente en los inviernos hasta las 60 mn. En los períodos estivales en que se presenta el reclutamiento, esta especie incrementa su presencia y densidad en áreas costeras concentrándose las mayores densidades principalmente en una franja costera que llega hasta las 3 mn de la costa, situaci3n que se vincula a la influencia de las intensas gradientes térmicas y salinas que se producen en zonas cercanas a la costa (Castillo *et al.*, 1996; C3rdova *et al.*, 1995; Castillo *et al.*, 2000). Al sur de Mejillones la anchoveta aumenta su asociaci3n con la costa en ambas estaciones. A la luz de estos antecedentes, se postula la hip3tesis de trabajo que el reclutamiento de anchoveta en la zona norte regiones tiene un sentido norte a sur, iniciándose típicamente en el extremo norte al principio de la primavera, avanzando hacia el sur junto con el verano, periodo en que tiende a masificarse entre Caldera y Coquimbo, extendiéndose hasta marzo, con una modificaci3n en la cobertura temporal en los a3os 2002-2005, hacia la segunda mitad del verano, situaci3n que aparentemente se ha normalizado a partir de la primavera del 2006.

La anchoveta conforma cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y se dispersa en la noche, para formar estratos superficiales de densidad variable (Castillo *et al.*, 2003). Los cambios en el comportamiento,



determinan que las densidades acústicas promedio diurnas son mayores que los registrados en la noche, particularmente en las agregaciones tipo cardúmen que son más frecuentes en el día. Las agregaciones tipo estratos, más comunes en la noche, tienen densidades acústicas inferiores a las diurnas, pero que se caracterizan por ocupar mayores espacios. Este patrón de agregación y distribución es también influenciado por la luminosidad lunar, por cuanto en noches claras con luna llena, las agregaciones se ubican en estratos de profundidad levemente mayores que en noches de oscuridad lunar.



VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

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

1.1 Zona de estudio

La zona de estudio estuvo comprendida entre el paralelo 25°00'S (norte de punta Grande), en la II Región, hasta Los Vilos (32°00'S) en la IV Región, en las primeras 20 mn de la costa (**Fig. 2**).

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C "Abate Molina", entre el 22 de febrero y 16 marzo del 2007.

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 *et al.* 1991 y 1984). 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.

En la zona de estudio se realizaron 39 transectas diurnas perpendiculares a la costa separadas por 10 mn y 18 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribución espacial en los recursos. (**Fig. 2**).

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 (S_a) 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, 1983, 1987). 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 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:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_b}{2}$$

donde:

- G_1 = nueva ganancia del transductor
- G_0 = ganancia antigua
- TS_m = intensidad de blanco medida (dB)
- TS_b = intensidad de blanco teórico (dB)

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

$$G_1 = G_0 + \frac{10 \log \left(\frac{S_{a(m)}}{S_{a(t)}} \right)}{2}$$

siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4\pi r_0^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{\psi r^2}$$

donde:



- s_{bs} = secci3n dispersante de la esfera (dB)
 r = profundidad de la esfera (m)
 r_0 = profundidad de referencia (1 m)
 Y = 3ngulo equivalente del haz ac3stico (dB)
 $Sa_{(t)}$ = salida te3rica del ecointegrador
 $Sa_{(m)}$ = salida medida del ecointegrador
 Ψ = 3ngulo equivalente del haz ac3stico

1.3.2 Medici3n del TS *in situ* de anchoveta

La informaci3n necesaria para determinar el TS *in situ* de anchoveta fue recopilada durante los lances de pesca. Adem3s se realizaron mediciones del TS en sectores en los que se estableci3 previamente la presencia de la especie objetivo mediante los lances de pesca. Estas mediciones se realizaron con el barco detenido o navegando a velocidades inferiores a 2 nudos.

En las estaciones de medici3n del TS, los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos corto y medio con una tasa de sondeo autom3ticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utiliz3 t3picamente una escala de 25 m, almacen3ndose en medios magn3ticos. A fin de aumentar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detecci3n del EK-500, durante los experimentos se ajust3 el 3ngulo del haz en base a la talla promedio de los peces y a la profundidad de distribuci3n 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 despu3s de cada medici3n.



La información recolectada fue procesada mediante la opción del programa SIMBAD. Complementariamente, se utilizó 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 Rayleigh, es posible considerar que el área dispersante de sonido del pez se distribuye exponencialmente pudiendo ajustarse a una función de probabilidades de densidades (PDF) (MacLennan and Simmonds, 1992) según:

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

El TS corresponde a la ecuación:

$$TS = 10 \log (\sigma / 4 \pi)$$

donde:

$$\begin{aligned} TS &= \text{intensidad de blanco (dB)} \\ \sigma &= \text{área dispersante (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

La relación TS-Longitud del pez se ajusta a una ecuación logarítmica según:

$$TS = a + b \text{Log}(L)$$

En esta ecuación la pendiente “b” tiende a variar en torno a 20, valor que frecuentemente se adopta por convención, permitiendo de este modo comparar



facilmente las diferentes ecuaciones ajustadas a trav3s de la comparaci3n del intercepto, que para estos efectos se denomina "b20"

Finalmente, el coeficiente de eointegraci3n en n3mero (C_n) se calcul3 seg3n:

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

El coeficiente de eointegraci3n en peso (C_b) se calcul3 seg3n:

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

1.4 Identificaci3n de especies

La identificaci3n de especies fue realizada mediante dos procedimientos, que en general se aplicaron consecutivamente. Se realiz3 una inspecci3n de los ecogramas y una identificaci3n preliminar con el m3todo ac3stico, el que tambi3n se utiliz3 en los sectores en que no fue posible efectuar lances de pesca 3 para discriminar otras especies como jurel o bacaladillo y luego se corrobor3 en base a las capturas obtenidas con lances de arrastre a media agua.

1.4.1 M3todo ac3stico (Guzm3n *et al.*, 1983)

Este m3todo considera el an3lisis de la forma geom3trica de los card3menes y su relaci3n con la se3al ac3stica, seg3n la expresi3n:

$$S_v = \frac{C1 V^2}{L D}$$

donde:

- S_v = coeficiente volum3trico de dispersi3n de la agregaci3n 3 cardumen
- $C1$ = constante de calibraci3n electr3nica del equipo. En el caso del EK 500 est3 incluida en la salida calibrada del eointegrador



- L = longitud de la agregaci3n (m)
D = altura media de la se1al remitida por la agregaci3n (m).

1.4.2 Pescas de identificaci3n

Con el objeto de validar la identificaci3n efectuada mediante el m3todo ac3stico y establecer el grado de mezcla interespec3fico, 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 dise1o ENGEL. Esta red es de 97 m de largo, sin copo, con 168 mallas de circunferencia en la boca, tama1o de malla estirada en las alas y cielo de 1800 mm, disminuyendo paulatinamente hasta 12 mm en el t3nel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m² de 1rea y 750 kg de peso seco (300 kg peso h3medo), amantillada con 60 flotadores de 8" de di1metro, 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, permiti3ndose de este modo realizar pesca en superficie. El copo tiene aproximadamente 21 m con 122 mallas (4) de 24 mm de tama1o (210/39 nylon) y un cubrecopo de 11,6 mm. En el caso de lances con profundidad superior a los 10 m, se utiliz3 un net-sounder FURUNO para la verificaci3n 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 3nfasis en anchoveta aplic1ndose a las lecturas ac3sticas en las ESDU, cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1992). De igual modo esta informaci3n fue comparada con la identificaci3n de las especies realizada mediante el m3todo ac3stico.



1.5 Procesamiento de la informaci3n acústica

El procesamiento de los datos fue realizado mediante los softwares SONAR DATA y 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 agregaci3n, la posici3n geográfica de cada ESDU, fecha, número y rumbo de la transecta. Adem3s, se ingres3 la informaci3n sobre temperatura y salinidades para cada estaci3n oceanográfica.

Posteriormente, la informaci3n fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistemático, eliminando los remuestreos y asegurando que la informaci3n seleccionada permitiera construir los mapas de distribuci3n que representara de mejor modo a los recursos.

Con tales datos se confeccionaron los mapas de distribuci3n espacial de los recursos detectados, los estimados de biomasa total y de la fracci3n reclutas y sus respectivas varianzas.

1.6 Estimaci3n de la abundancia y la biomasa

1.6.1 Estratificaci3n de la estructura de tallas

Se definieron subzonas en que las tallas de anchoveta, 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 eointegraci3n.



Se probaron las estratificaciones de las tallas por subzonas, mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2 , 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 por subzona se estimó según:

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

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

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k w_k$$

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

donde :

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

a = área prospectada (mn^2), en cada subzona.

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

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

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

P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca 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 Variables Regionalizadas.



- **Hansen y Wolter**

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

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

donde:

- n = n3mero de transectas de la muestra
- xi = densidad de la transecta i-3sima.
- yi = n3mero de ESDU en la transecta i-3sima.

- **Bootstrap**

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

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

Siendo \hat{R} un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama1o n seleccionado con reposici3n de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

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



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

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 expresi3n:

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

donde :

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersi3n (m^2/m^2).
- R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
- r_2, r_1 = límites superior e inferior de la ecointegraci3n ó de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.

1.6.3 Estimaci3n de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determin3 segun:

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

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

mientras que la varianza de la biomasa se calcula segun:



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

La varianza del coeficiente de ecointegraci3n en n3mero (\hat{C}_{nk}) se determin3 seg3n:

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

Donde:

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

Siendo:

α y β = coeficientes de la regresi3n TS-L.

L_k = longitud a la talla k.

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

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

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

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

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

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



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

donde, el intervalo de confianza $1 - \alpha$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} est1 dado por la expresi3n:

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

- **Estratos agrupados (Wolter, 1985)**

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n} \frac{\hat{R}^2}{(n-1)} (s_x^2 + s_y^2 - 2 s_{xy})$$

donde:

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

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

donde, el intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} est1 dado por la expresi3n:

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})} ; \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})})$$

- **M3todo bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

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



donde:

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

siendo \hat{R} un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama1o n seleccionado con reposici3n de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} se encuentra dado por el m3todo Percentil Corregido (BC).

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

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

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

y donde,

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

siendo ϕ^{-1} la funci3n inversa de la distribuci3n normal est3ndar y Z_α es el percentil superior de una normal est3ndar.

- **M3todo de las variables regionalizadas**

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

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



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

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

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

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

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

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la funci3n de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos 3ltimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma (Petitgas (1991) y Rivoirard **et al.** (2000)).

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

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimaci3n de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posici3n relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado m3nimo de la varianza (Cressie, 1993; Rivoirard **et al.**, 2000). Para la obtenci3n de los estimadores geoestad3sticos, se utiliz3 el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).



1.6.4 Estimaci3n del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variaci3n (CV)

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

Porcentaje de error:

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

donde:

- $\hat{V}(\hat{B})$ = varianza de la abundancia 3 biomasa
- \hat{B} = Abundancia o biomasa
- T = test de Student
- α = nivel de significaci3n.

Coeficiente de variaci3n:

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

1.6.5. Eficiencia relativa de los estimadores de biomasa, abundancia y sus respectivas varianzas.

La eficiencia relativa de la precisi3n de los distintos estimados de Abundancia y Biomasa se realiza mediante el criterio del cuociente de los Coeficientes de Variaci3n (CV) obtenidos mediante los cuatro m3todos aplicados (Hansen, Wolter, Bootstrap y Variables regionalizadas), seg3n:

- $CV_h/CV_w; CV_h/CV_b, CV_h/CV_g$
- $CV_w/CV_b; CV_w/CV_g$
- CV_b/CV_g



Siendo CV el coeficiente de variaci3n y el sub3ndice el m3todo aplicado (h es Hansen; w es Wolter; b es bootstrap y; g es Variables Regionalizadas).

El criterio de decisi3n es:

$$CV_1 / CV_2 \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} > 1 \Rightarrow CV_2 \text{ es m3s eficiente} \\ = 1 \Rightarrow CV_1 = CV_2 \\ < 1 \Rightarrow CV_1 \text{ es m3s eficiente} \end{array} \right.$$

2. Objetivo B2. Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el 3rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

2.1 Determinaci3n de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio.

2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua

La totalidad de los lances de pesca del B/C "Abate Molina" fueron muestreados a fin de determinar la captura total del lance y la composici3n espec3fica, realiz3ndose un muestreo aleatorio simple de las anchovetas, tendiente a obtener la composici3n de tallas por clase y su peso medio a la talla, as3 como un an3lisis biol3gico de las muestra, recolect3ndose estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extray3ndose otolitos.

En el caso que la sub estratificaci3n sea positiva, permitiendo crear estratos, los datos se tratan como un dise1o de muestreo bi-et3pico, tomando como unidades de muestra primaria a los lances y unidades secundarias a una sub-muestra de ejemplares del lance.



- **Muestreo de proporci3n**

En cada lance se sacaron tres cajas de 25 kg c/u aproximadamente, clasificándose y pesándose por especie, de este modo se determina la proporci3n de especies presente en el lance.

- **Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud consiste en seleccionar en cada lance 150 ejemplares al azar, aproximadamente 4 kilos, de anchoveta 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=150 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 (Cerna y Oyarzún, 1998).



- **Fijación de las muestras**

El material biológico que se considere importante preservar para su análisis en laboratorio en tierra, fue fijado en una solución diluida de 3 l de formalina (formaldehído 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, 1980) 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 subzonas, 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 : índice 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.



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

donde:

$$p_k = \frac{n_k}{n}$$

a. Estimador de la varianza de P_{hk}

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

donde:

$$\bar{x}_h = \frac{1}{t_h} \sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}$$

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

donde la captura en n3mero por lance es:

$$X_{hl} = \frac{Y_{hl}}{w_{hl}}$$

$$\bar{w}_{hl} = \sum_{j=1}^{n_{hl}} \frac{w_{hlj}}{n_{hl}}$$



2.1.4 Pesos medios a la talla

Notaci3n

La notaci3n 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

$$\bar{w}_{hk} = \frac{\sum_{l=1}^{t_h} X_{hl} \bar{w}_{hkl}}{\sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}}$$

donde:

$$\bar{w}_{hkl} = \frac{1}{n_{hkl}} \sum_{j=1}^{n_{hkl}} w_{hkjl}$$

b. Estimador para la Varianza de \bar{w}_{hk}

$$\hat{V}(\bar{w}_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h}\right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{X_h^2} (\bar{w}_{hkl} - \bar{w}_{hl})^2 + \frac{1}{t_h T_h} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{X_h^2} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hkl}^2$$

donde:

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

2.1.5 Expansi3n al 1rea total

a. Composici3n por talla

a1. Estimador de la composici3n por talla

$$p_k = \sum_{h=1}^L \frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} p_{hk}$$



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 n3mero para el estrato h .

c. Estimaci3n del peso medio por talla para el 3rea de estudio

c.1. Estimador del peso medio por talla

$$\bar{w}_k = \sum_{h=1}^L \frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} \bar{w}_{hk}$$

c.2. Estimador de la varianza w_k

$$\hat{V}(\bar{w}_k) = \sum_{h=1}^L \left(\frac{X_h}{\sum_{h=1}^L X_h} \right)^2 \hat{V}(\bar{w}_{hk})$$

2.1.6 Relaci3n longitud/peso

La estructura de pesos se determina utilizando los pesos a la talla. Para analizar la relaci3n entre la longitud y el peso de la anchoveta, se utiliza el an3lisis de regresi3n lineal simple linearizado. Este modelo estima los par3metros de las curvas v3a m3nimos cuadrados ordinarios. Puesto que la variable peso se relaciona con la variable longitud a trav3s de una relaci3n potencial, para ajustar la regresi3n se utiliza una transformaci3n logar3tmica, seg3n el modelo:

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



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

Donde:

y = peso de los ejemplares (g)

x = longitud de los individuos (cm).

β_0 y β_1 = 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. Para conocer la significancia de las estimaciones se plantean las siguientes hipótesis, entre zonas de pesca, de la siguiente forma:

$$H_0 : \beta_1 \text{ es igual a } \beta_2$$

$$H_1 : \beta_1 \text{ distinto a } \beta_2$$

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 utiliza la siguiente expresión:

donde:

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

donde:

$$S_{b_1 - b_2} = \sqrt{\frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_1} + \frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_2}}$$

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



donde RSS1 y RSS2 corresponden a la suma residual de cuadrados de la regresi3n 1 y 2 respectivamente; RDF1 y RDF2 corresponden a los grados de libertad residuales de la regresi3n 1 y 2, respectivamente. La ecuaci3n tiene una distribuci3n t de student con $n_1 + n_2 - 4$ grados de libertad (Zar, 1974).

2.2 Descripci3n de los estadios de madurez de anchoveta.

El examen macrosc3pico de las g3nadas de anchoveta permite determinar sus estadios de madurez sexual, clasific3ndolas seg3n la escala de Simpson y Gil (1967); mediante la que se pueden distinguir en machos y hembras, seis estados de desarrollo gon3dico. Esta escala de maduraci3n sexual, presenta VI estadios de desarrollo de la g3nada a diferencia de (Holden y Raitt, 1975) que tiene V estadios y agrupa los estadios IV y V como IV.

Los juveniles de anchoveta presentan las g3nadas en un estado de inmadurez virginal a partir del cual se sigue una evoluci3n progresiva que se mantiene hasta que alcanzan la primera madurez sexual. Los adultos muestran ciclos peri3dicos con las g3nadas en diferentes estados, durante el a3o, y son procesos reversibles que se repiten a trav3s de la vida (Cubillos *et al.*, 1999).

Las g3nadas de los ejemplares de anchoveta son clasificadas 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 ovaladas 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 diámetro sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado más 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 las paredes de la gónada.

Es difícil encontrar ejemplares en este estado, ya que se considera que el tiempo que separa este estado del siguiente es muy breve.



V Desovando. Han alcanzado su m3ximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y est3n en pleno proceso de desove. La coloraci3n var3a del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento ocasionando por la rotura de los septos ov3ricos, luego de alcanzar los 3vulos su maduraci3n total.

Ocurre a veces que las g3nadas pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovados y con 3vulos en pleno desarrollo.

VI Desovado. Corresponde al post-desove y los ovarios se tornan fl3cidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vac3as. Su color es anaranjado viol3ceo. La longitud est3 visiblemente reducida. El interior de la pared ov3rica presenta un aspecto hemorr3gico y los septos ov3ricos contienen ovocitos y 3vulos grandes y opacos en v3as de deformaci3n y reabsorci3n.

A esta fase de recuperaci3n sigue el estado de reposo, despu3s del cual s3 reiniciar un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.

2.3 Indice gonadosom3tico

El 3ndice gonadosom3tico (IGS) se determina seg3n la expresi3n:

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

donde:

PO = peso de la g3nada (g)

PT = peso total del ejemplar (g)



2.4 Proporción sexual

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

$$\hat{PS} = \frac{n_i}{n}$$

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

2.5. Estimación y composición de la edad de anchoveta

2.5.1. Estimación de la edad

La estimación de la edad de las principales especies de peces comerciales, es un procedimiento habitual que se realiza en el IFOP desde 1970, empleando para ello las marcas de crecimiento contenidas en los otolitos, escamas, vértebras, espinas.

En la identificación de las marcas anuales de crecimiento juega un rol fundamental la experiencia del analista de edad, ya que es necesario distinguir los anillos verdaderos (anuales) de los falsos. En el proceso de análisis es posible reconocer algunos indicadores, criterios de asignación, que permiten establecer la presencia de un anillo de crecimiento anual.

Los criterios de asignación de edad de anchoveta han sido contrastados con expertos internacionales como la Dra. Beatriz Morales-Nin del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB) y miembro del EFAN (European Fish Ageing Network), a través del Proyecto FIP 97-10 “Evaluación Indirecta y análisis de la Variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro sur”



(Barría *et al.*, 1998) obteniéndose buenos niveles de concordancia en los criterios de asignaci3n de edad.

2.5.2. Lectura de otolitos

El análisis de los otolitos de anchoveta se realiza mediante un microscopio estereoscópico con luz reflejada, utilizando aceite como líquido aclarador. Se emplea un aumento de 20X para registrar las siguientes mediciones:

- Diametro total del otolito (DT).
- Diametro de los anillos (D1, D2, D3...Dn).

Se identifica el tipo de borde, el cual corresponde a lo que indique la observaci3n con luz reflejada, de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

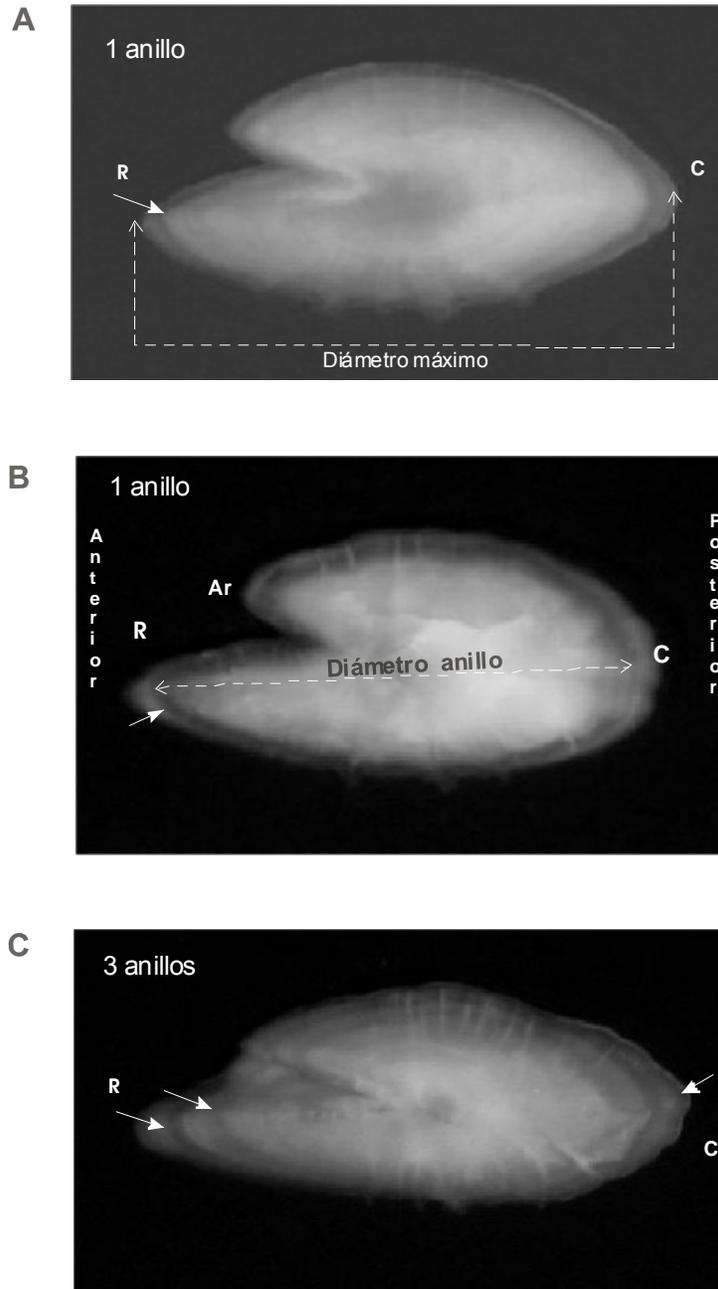
O = opaco

o = opaco pequeño

H = hialino

h = hialino pequeño

La lectura de otolitos se realiza sin conocer la talla de cada ejemplar, para lo cual las muestras se disponen en cartones, porta muestra, donde solo se especifica un número que permite, a posteriori, relacionar la lectura con el muestreo biológico.



Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostró; C=cauda; Ar=antirrostró. Las imágenes muestran (A) otolito de un pez de 10 cm; (B)= de un pez de 11 cm y (C) pez de 14,5 cm de longitud total.



2.5.3. Clave edad-talla y Composición de edad de la captura

2.5.3.1. Clave Edad-Talla

Las claves edad-talla que son las matrices que permiten clasificar las edades de los individuos proyectados a grupos de edad (GE), según la longitud de los peces observados, se elaboran calculando la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos (Aguayo y Ojeda, 1981). La asignación de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo año (clase anual); corresponde a un número entero de años y se basa en el número de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al año de la captura el GE asignado.

El concepto básico de los modelos estructurados por edades es el de “cohortes”, el cual está referido a un grupo de peces de la misma edad y que pertenecen al mismo stock (Sparre y Venema, 1992) y es debido a ello que resulta adecuado trabajar en base a los grupos de edad mencionado anteriormente.

La clave edad-talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada estructura (sección de espina) por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

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

donde:

i : grupo de edad

j : longitud total del pez

q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud “j” de pertenecer a un GE dado

n_{ij} : número de individuos de edad “i” con longitud “j”

n_j : número total de individuos de longitud j.



Los criterios para la construcci3n de las matrices de edad (clave edad-talla) consistir3n en procesar con intervalos de clase cada 0,5 cm.

2.5.3.2. Captura en n3mero por Grupo de Edad

Denominada tambi3n como estructura de edad, corresponde a la expansi3n la abundancia mediante la clave edad-talla determinada. As3 esta composici3n corresponde a la matriz que representa la distribuci3n de los ejemplares que est3n presentes en la captura, por grupo de edad y por estrato de tama1o. Adem3s, se logra otra informaci3n como la longitud promedio por grupo de edad y sus varianzas.

2.5.3.3. Expansi3n de la captura en n3mero a los grupos de edad

Una de las principales componentes de los modelos anal3ticos es el conocimiento de la estructura de edades de las capturas para generar a su vez informaci3n del stock explotado. A partir de la abundancia en n3mero estimada para cada talla en la evaluaci3n hidroacustica, se proceder3 a expandir dicha abundancia por grupos de edad de la captura, de acuerdo al siguiente procedimiento:

$$N_j = (f_j / \sum_j^n f_j) N_t$$

$$N_{ij} = p_{ij} N_j$$

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

donde:

N_j : n3mero estimado de individuos a la longitud "j"

N_{ij} : n3mero estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"

N_i : n3mero estimado de individuos a la edad "i"

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporci3n con que



participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodol3gico sealado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan expl3citamente toda la estructura interna de la captura en n3mero de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para c3culos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

2.5.3.4. Peso medio a la edad

Este estimador nos permite apreciar una seal de la condici3n biol3gica a la edad, al mismo tiempo de conocer el aporte medio por ejemplar de cada edad a la biomasa de las capturas. Variable que tambi3n es importante en las evaluaciones de stock de los recursos. Este indicador se relaciona con la estructura de tallas, la composici3n de la edad, el peso medio de los ejemplares por clases de talla y las capturas de la actividad extractiva.

La estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m3todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que en este estudio se opt3 por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a de Pienaar & Ricker, 1968.



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

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

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

donde el número de términos dependerá del exponente b .

- 3. Objetivo B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, y relacionando además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.**

3.1 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/mn^2), determinada por la expresión (**Tabla 1**):

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

donde:

I = intervalo de densidad.

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



Lo anterior, permite visualizar claramente las 1reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

Los mapas de distribuci3n espacial de anchoveta, se confeccionaron mediante el uso de los m3dulos de grillado y mapeo del software Surfer6 (Kleckner, 1996). La interpolaci3n se realiz3 mediante el m3todo de la distancia inversa al cuadrado. La caracterizaci3n de las estructuras espaciales de anchoveta se realiz3 mediante el uso de variogramas, herramienta anal3tica que permite describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.* 1996, Maynou *et al.* 1998).

En el m3todo geoestad3stico, los datos son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 1rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$ como funci3n de su distancia h , definida mediante la ecuaci3n:

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

La asunci3n de estacionaridad de segundo orden en el m3todo intr3nseco, requiere que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $\gamma^*(h)$ como:

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

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

El ajuste del variograma experimental a un modelo matem1tico, se efectu3 de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) de:



Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

$$\gamma(h) = c_0 + c_s \left(1 - e^{-\frac{h}{a}} \right)$$

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s representa la varianza estructural del modelo de variograma y a_s el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlaci3n. La suma de ambas variabilidades ($c_0 + c_s$), representa el “sill” o nivel m3ximo de variabilidad de los datos.

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

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

Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_j)$ y al inverso de $\gamma(h_j)^2$, lo que tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma permitiendo obtener un buen ajuste en las cercan3as de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000).

La distribuci3n batim3trica de los recursos detectados se presenta en histogramas de frecuencia del n3mero de card3menes registrados a la profundidad. La



profundidad corresponde al promedio de los valores m3ximos y m3nimos en que se detect3 el cardumen.

Los mapas de distribuci3n espacial se confeccionaron realizando una interpolaci3n seg3n el m3todo de la distancia inversa al cuadrado entre las ESDU y transectas cercanas, trazando l3neas de isodensidad seg3n las categor3as se3aladas anteriormente.

3.2 3ndices de ocupaci3n y abundancia relativa

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregaci3n relativo de los reclutas de anchoveta, se utilizan los 3ndices de Densidad y de Ocupaci3n (Castillo y Briones, 1987). El 3ndice de ocupaci3n indica el porcentaje del 3rea ocupada efectivamente por la especie, dando una idea acerca del grado de agregaci3n presentado por la especie en el momento de la prospecci3n. Su c3lculo se realiza seg3n:

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

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

donde:

- k = n3mero de observaciones ac3sticas con presencia de recurso
- z = n3mero total de observaciones ac3sticas en el crucero
- Sa_{ij} = lecturas ac3sticas en la i-3sima ESDU, seg3n la norma internacional, de la j-3sima transecta
- C_b = coeficiente de eointegraci3n
- IC = 3ndice de ocupaci3n (%)
- ID = 3ndice de densidad en t/mn²



3.3 Caracterizaci3n de las condiciones hidrográficas y meteorol3gicas en la III y IV Regiones durante el verano del 2007.

3.3.1. Informaci3n Meteorol3gica

En el crucero se realizaron 21 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se realizaron adem1s estaciones costeras intertransectas a 1 mn de la costa, lo que sum3 un total de 105 estaciones (**Fig. 2 y 3**).

3.3.2. Muestreo de Temperatura, Salinidad, Ox3geno y Clorofila-a

En cada estaci3n del crucero se obtuvo registros verticales continuos de temperatura (°C) y salinidad con profundidad hasta un m1ximo de 500 m, mediante el uso de un CTD marca Sea Bird modelo 19 operado en modo auto contenido y equipado con bomba, fluor3metro SEAPOINT. Para la toma de muestras de agua en las estaciones de transecta se utilizaron botellas Niskin de 5,0 L dispuestas en un muestreador autom1tico tipo ROSETA. Algunas de las botellas Niskin fueron equipadas con term3metros de inversi3n. Para la determinaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto se recolectaron muestras de agua, a profundidades est1ndares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200 y 300 metros como m1ximo.

En algunas estaciones el sensor de salinidad present3 problemas, por lo que los datos fueron eliminados.

Con las muestras de agua recolectadas se realizaron a bordo los an1lisis conducentes a la obtenci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto (OD), mediante el m3todo Winkler modificado por Carpenter (1965) y los an1lisis de salinidad con un salin3metro digital marca TSK modelo DIGIAUTO. La clorofila-a se analizar1 seg1n la metodolog3a descrita m1s adelante.



Durante la realización de las estaciones bio-oceanográficas se registró información meteorológica de carácter básico: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y dirección de las olas. En el registro se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Los datos de viento fueron registrados con un anemómetro fijo marca Simrad modelo IS-12, y los datos corresponden al valor predominante observado durante la ejecución de la estación. Durante la navegación se recopiló también información del viento en forma horaria que corresponde al valor predominante observado.

Debido al mal tiempo se perdió la toma de muestras tanto de oxígeno disuelto como clorofila-a en algunas estaciones.

Para los análisis de clorofila-a, se colectó un total de 609 muestras a las profundidades estándar mencionadas anteriormente hasta un nivel máximo de 100 m, más una muestra tomada en la profundidad del pico de fluorescencia. Las muestras se filtraron *in situ* con un sistema de filtrado múltiple, utilizando filtros de fibra de vidrio (MFS GF-75, 0,7 μm , 25 cm de diámetro) (Jeffrey *et al.*, 1997), con un volumen de filtrado estandarizado en 50 mL.

La extracción de la muestra para el análisis de clorofila-a, se realizó en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90 % v/v, por un período de 24 horas y a ca. - 20°C. La lectura del sobrenadante se efectuó en ambiente de baja luminosidad con la técnica fluorimétrica con y sin acidificación descrita en Parsons *et al.* (1977, 1984), utilizando para tales efectos un fluorómetro digital marca Turner Designs, modelo 10AU, calibrado con un estándar puro de clorofila-a marca Sigma Chemicals.



3.3.3. Procesamiento de la informaci3n

La informaci3n del CTD del crucero se proces3 de acuerdo a procedimientos est3andar recomendados por el fabricante. El control de calidad de los datos del CTD se realiz3 con la informaci3n de temperatura y salinidad obtenida en terreno con otro CTD Sea bird 19 equipado con bomba, desplegado en forma simultanea.

Con los datos del crucero ya procesados se confeccionaron las cartas de distribuci3n superficial y vertical de las variables: temperatura, salinidad, ox3geno y densidad (sigma-t). Con los datos verticales se obtuvo informaci3n de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad de la base, temperatura base, gradiente de temperatura promedio y m3ximo, profundidad del m3ximo gradiente), y el l3mite superior de la capa de m3nimo OD (profundidad), realiz3ndose las respectivas cartas y su posterior an3lisis.

Con respecto a la metodolog3a de c3lculo de estas estructuras verticales (eg. capa de mezcla, termoclina, y capa de m3nimo OD) el criterio a utilizar fue el siguiente:

Capa de mezcla: Se considera como espesor de la capa de mezcla, la profundidad de la capa de agua superficial que presente una diferencia menor a 0,1 °C, 0,1 psu y 0,1 Kg/m³ con los datos correspondientes observados en el primer metro de la columna de agua. Los datos de observaci3n de esta variable fueron los datos de CTD.

Termoclina: Se define como termoclina la capa de agua que present3 una variaci3n de temperatura mayor o igual a 0,1°C/m. Los c3lculos de gradiente para la definici3n de termoclina y el valor de gradiente m3ximo se obtuvo por diferencia de temperatura entre dos niveles consecutivos (cada un metro). El valor de gradiente promedio se obtuvo de los gradientes metro a metro que se registraron en la termoclina.



L3mite de la capa de m3nimo ox3geno disuelto: Corresponde a la profundidad de ubicaci3n de la concentraci3n de 1 mL/L de ox3geno disuelto. Dado que los datos obtenidos en terreno son discretos, la ubicaci3n en la columna de agua de los l3mites superior e inferior de esta capa, se obtuvo por interpolaci3n lineal.

Para el c3lculo de densidad del agua se utiliz3 la ecuaci3n internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero and Poisson (1981) y UNESCO (1981a y 1981b), que corresponde a la siguiente expresi3n:

$$\rho = \rho_o + AS + Bs^{3/2} + Cs^2$$

(Densidad del agua de mar (ρ) y densidad del agua pura (ρ_o) en kg/m³, Temperatura (t) en °C, Salinidad (s) en psu)

Donde:

$$A = 8.24493 \times 10^{-1} - 4.0899 \times 10^{-3} t + 7.6483 \times 10^{-5} t^2 - 8.2467 \times 10^{-7} t^3 + 5.3875 \times 10^{-9} t^4$$

$$B = -5.72466 \times 10^{-3} + 1.0227 \times 10^{-4} t - 1.6546 \times 10^{-6} t^2$$

$$C = 4.8314 \times 10^{-4}$$

$$\rho_o = 999.842594 + 6.793952 \times 10^{-2} t - 9.095290 \times 10^{-3} t^2 + 1.001685 \times 10^{-4} t^3 - 1.120083 \times 10^{-6} t^4 + 6.536336 \times 10^{-9} t^5$$

Para se1alar la densidad se utilizar3 la denominaci3n sigma-t. Un valor sigma-t expresa para 1 cm³ el n3mero de miligramos que sobrepasa la unidad.

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981c); por conveniencia se anotan omitiendo el factor 10⁻³.



Para el nivel superficial se discuten los valores de de temperatura y salinidad superficial respecto a los promedios mensuales de Rojas y Silva (1996).

Para el análisis estacional de las masas de agua se confeccionaron diagramas T-S para las transectas cada 1° de latitud. Se calculó el porcentaje de participación de las masas de agua (PPM): Subtropical, Subantártica y Ecuatorial subsuperficial de cada transecta. Los PPM de cada estación se obtuvieron mediante el método del triángulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gráfica como secciones verticales. Los valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla se muestran en la **Tabla 2**.

Con los datos de viento horario obtenidos durante la ejecución del crucero se elaboró una carta de intensidad y dirección, las cuales se utilizaron principalmente en la interpretación de los datos oceanográficos superficiales. Lo anterior permite discutir la posible asociación de anomalías térmicas superficiales con el comportamiento del viento, justificando así los valores de anomalía encontrados.

Los vientos horario medidos durante la navegación fueron corregidos en forma vectorial, restándose el efecto de navegación de la embarcación de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\mathbf{Vr} = \mathbf{Vm} - \mathbf{Vb}$$

Donde:

Vr = vector del viento real

Vm = vector del viento medido durante la navegación

Vb = vector del viento relativo producido por la navegación del buque

Con la información de viento horario se calculó también el índice de surgencia (IS) instantáneo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y a partir de estos se obtuvo el IS promedio



de las observaciones realizadas cada 1° de latitud. El IS promedio fue representado por flechas en una carta de la zona, indicando en forma proporcional la magnitud del transporte y la direcci3n de éste.

El Índice de Surgencia instantáneo se expresa como transporte Ekman hacia el Oeste (M_x) por la siguiente ecuaci3n:

$$M_x = t_y / f \quad (1)$$

donde:

M_x = transporte de masa hacia el oeste

t_y = coacci3n del viento sobre la superficie en la direcci3n norte-sur

f = parámetro de Coriolis

siendo:

$$f = 2 \omega \text{ Sen } (I) \quad (2)$$

donde en (2) :

ω = velocidad angular de la tierra

I = latitud del lugar

a su vez, de la ecuaci3n 1:

$$t_y = r_a C_d v |W| \quad (3)$$

donde en (3):

r_a = densidad del aire (1.25 Kg/m³)

C_d = coeficiente de arrastre (0,0013 sin dimensiones)



v = componente norte sur de la velocidad del viento

$|W|$ = magnitud de la velocidad del viento

El valor de C_d (coeficiente de arrastre) que se utilizó en los cálculos fue igual a 0,0013 de acuerdo a Bakun y Parrish, (1982).

Con la información de viento horario registrado durante la navegación se determinó también el índice de turbulencia (IT), el cual corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (W^3) (Bakun y Parrish, 1982). Con la información de los datos individuales de IT se obtuvo un valor de IT promedio costero dentro de un grado de latitud. Los valores promedio fueron graficados como barras sobre una carta que muestra la zona de estudio.

La información meteorológica obtenida en cada una de las estaciones bio-oceanográficas será remitida al CENDOC a fin de mantener actualizada la base de datos meteorológica del país.

Se utilizó la información de viento *in situ* y satelital, TSM satelital, circulación geostrófica (medida con satélite) para analizar procesos locales de mesoescala que pueden estar definiendo las condiciones encontradas. Las condiciones subsuperficiales son discutidas también respecto de las condiciones superficiales y los posibles procesos que están ocurriendo o se desarrollaron previamente en la zona.

Respecto a la clorofila-a, una vez cuantificadas las muestras la información fue codificada, digitada y geo-referenciada por profundidad de origen. Esta información permitió confeccionar cartas de distribución vertical para las transectas, además de las cartas superficiales. Los resultados de clorofila-a y de los productos de degradación o feopigmentos se expresan en $\mu\text{g/L}$.



La concentraci3n de los feopigmentos (feop) fue analizada solamente como un 3ndice relativo de la degradaci3n de la biomasa fitoplanct3nica activa.

Para la adecuada representaci3n de la estructura biol3gica de toda la columna, se calcul3 el valor de la clorofila-a integrada (Lohrenz *et al.*, 1988), utilizando la siguiente ecuaci3n:

$$\sum Cloa = \sum_0^{100} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$

Donde:

i son las profundidades de muestreo discretas definidas en el punto **1.2**

C_i y C_{i+1} son las concentraciones de clorofila ($\mu\text{g/L}$), en la profundidad i , desde superficie a la profundidad m3xima de 100 m.

D_i y D_{i+1} son las profundidades respectivas (m).

Este c3lculo expresa la clorofila-a de toda la columna en unidades de 3rea (mg/m^2), lo que permite representar adecuadamente los m3ximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanct3nica, los que pueden ser subestimados si se considera s3lo la clorofila-a superficial. Esta informaci3n se entrega en cartas de distribuci3n tanto para la clorofila integrada como para los feopigmentos integrados.

Con los datos disponibles se realiz3 un an3lisis exploratorio de modelaci3n entre: a) clorofila-a superficial y clorofila-a integrada, b) clorofila total (clorofila -a + feopigmentos) y fluorescencia in vivo y c) clorofila total y clorofila satelital. El modelo que mejor represent3 las relaciones correspondi3 a una relaci3n del tipo exponencial para el primer caso y lineal para los dos restantes.



3.3.4. Distribución espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital.

Para el análisis de la estructura térmica superficial se recibieron imágenes diarias de TSM entre el 22 de febrero y 14 de marzo de las cuales, por falta de datos debido a nubosidad, se rescataron y analizaron 9 imágenes diarias. Estas imágenes corresponden a datos MODIS, provenientes del espectroradiómetro a bordo del satélite MODIS Aqua (NASA). Estos datos satelitales fueron obtenidos de PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center). Cada imagen fue filtrada y reclasificada de tal manera de agrupar las TSM en intervalos de 1° C para mejorar su expresión gráfica e interpretación.

3.3.5. Distribución espacial y temporal de la clorofila superficial del mar.

Para el análisis de la clorofila superficial del mar, se recibieron y procesaron 4 imágenes satelitales diarias, dos para febrero y dos para marzo de 2007, simultáneas al periodo del crucero. Dichas imágenes son de alta resolución y fueron derivadas del sensor SeaWiFS a bordo de satélites SeaStar. Las imágenes fueron geo-referenciadas y re-muestreadas con el objeto de obtener los valores de Clorofila. El tratamiento de las imágenes se realizó con el software IDRISI.

Al igual que las imágenes de TSM satelital, la disponibilidad de imágenes de Clorofila también es condicionada por la nubosidad existente en la zona de estudio, ya que la forma de registro del sensor no realiza mediciones a través de las nubes.

Finalmente, con el objeto de validar las cartas de Clorofila satelital, éstas fueron contrastadas con datos recolectados in situ.



3.3.6. Imágenes satelitales del nivel del mar y corriente geostrofica superficial.

Los datos de anomalía del nivel del mar y el campo superficial de corrientes geostroficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretación, Validación y Almacenamiento, conocido en su sigla en inglés como AVISO (<http://www.aviso.oceanobs.com/>), con una resolución espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Estos datos satelitales son el resultado del procesamiento combinado de todos los satélites disponibles (ERS/topex/Jason) usando una interpolación óptima y tomando en cuenta los errores a lo largo de la longitud de onda (Ducet et al, 2000). La combinación de diferentes satélites proporciona mapas con una reducción significativa del error (hasta un 30%) comparado con cualquiera de los datos comparado en forma individual, y además proporciona mapas más realistas que los datos en forma individual, mejorando la descripción de la variabilidad de mesoescala del océano. Se obtuvieron las imágenes diarias entre el 22 de febrero y 14 de marzo, de las cuales se consideraron 3 como representativas de la evolución temporal de las anomalías y las corrientes geostroficas ya que las condiciones oceanográficas durante el crucero tendieron a permanecer relativamente constantes. Los días 25 de febrero, 4 y 11 de marzo mostraron las condiciones predominantes durante el crucero.

3.3.7. Imágenes satelitales del viento superficial

Datos diarios del campo vectorial superficial del viento del océano son obtenidos del satélite QuickSCAT Nivel 3, estos datos son creados para proporcionar de una manera simple y global datos vectorial del viento para el uso en investigaciones del cambio climático global y la interacción aire-océano (Jet Propulsion Laboratory SeaWinds Project, disponible en <http://winds.jpl.nasa.gov/missions/quikscat/>). Este sensor remoto fue lanzado el 19 de junio de 1999 y es un radar de microondas especializado que mide



velocidad y direcci3n del viento cercano a la superficie sobre los oc3anos. Estos datos est3n actualmente disponibles en Formato de Datos Jer3rquico, conocido en su sigla en ingl3s como HDF (Hierarchical Data Format) y existen desde julio de 1999 a la fecha.

Las im3genes del campo vectorial del viento tienen una cobertura global y una resoluci3n espacial de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$. Im3genes separadas est3n disponibles para el paso ascendente y el descendente, de manera de facilitar el uso de este producto para los estudios afectados por tendencias diurnas. De cualquier modo, las im3genes del paso ascendente y descendente pueden ser f3cilmente combinadas para obtener mapas de vientos diarios. Adem3s, los datos del nivel 3 dan una grilla global de 1440 p3xeles en longitud por 720 p3xeles de latitud (grilla de $0,25^\circ$). Se calculo los promedios semanales de los datos de viento y se present3 la magnitud del viento junto con los vectores promedios semanales. Estos promedios semanales corresponden al promedio aritm3tico de vada componente diaria entre los d3as 22 al 28 de febrero, 1 al 7 y por ultimo del 8 al 14 de marzo de 2007.

3.4. Oferta ambiental del alimento en las Regiones III y IV en el verano del 2007.

El 3rea de estudio se encuentra comprendida entre los 25° y 32° latitud sur y entre los 70° y 72° longitud oeste. A bordo del B/l Abate Molina del IFOP el 3rea fue muestreada entre el d3a 22 de febrero y el 14 de marzo del 2007.

3.4.1. Fitoplancton

El muestreo cont3 con un total de 21 transectas perpendiculares a costa, complementando con muestreos en las cercan3as de la costa con 21 estaciones



intermedias de las cuales solo en 10 se logró muestrear. Al final se tomaron 267 muestras, de las cuales 83 son muestras de red y 184 son muestra de botella 0 m y 10 m (con 92 botellas cada una).

3.4.2. Muestreo biológico

Para la obtención de muestras se utilizó una red bicónica estándar de 35 micrones de tamaño de malla, estas se guardaron en botellas plásticas de 100mL y fueron fijadas con formalina neutralizada al 5%. Las muestras volumétricas se tomaron con una botella Niskin a profundidades de 0 y 10 m, estas se guardaron en botellas plásticas de 100mL y fueron fijadas con una solución de lugol. Ambas muestras fueron guardadas para su posterior análisis en el laboratorio.

3.4.3. Análisis de las muestras

Las muestras de red se usaron para el análisis cualitativo o taxonómico del fitoplancton, para esto se utilizó un microscopio Olympus CKX 41 de contraste de fase y con máquina fotográfica digital Olympus complementada al programa Imagen ProPlus. Para el análisis taxonómico y en la identificación de las especies se utilizaron la literatura Cupp (1943), Taylor (1976), Yamaji (1986), Tomas (1997).

El análisis cuantitativo se realizó con las muestras volumétricas que se obtuvieron a 0 y 10 m de profundidad, y el recuento de células por especies se hizo siguiendo el método descrito por Uthermöl (1958), previa sedimentación de 24 hrs de las cámaras tubulares de 25 mL. El conteo se realizó en un Microscopio invertido Olympus CKX 41, realizando el barrido completo del fondo de la cámara (25 mL), debido a la pobreza fitoplanctónica que presentaban las muestras, se siguió las recomendaciones de UNESCO (1978). Los resultados de densidad celular se expresan en células por litro.

El análisis de las muestras fue realizado en el Laboratorio de Fitoplancton del Departamento de Acuicultura de la Universidad Católica del Norte, Coquimbo.



3.4.4. Análisis de datos biológicos

Los resultados del análisis cualitativo permitieron confeccionar una lista con las especies fitoplanctónicas presentes en el área de estudio.

Los resultados del análisis cuantitativo proporcionó los datos de las variables bióticas de densidad celular específica y total expresados en células por litro (cel/L), y de biomasa específica y total expresados en microgramos de carbono por litro ($\mu\text{gC/L}$), los cuales se obtuvieron a través de la transformación del volumen plasmático (Kovala y Larrance, 1966; Travers, 1974) y con la ayuda del programa Imagen ProPlus para obtener el volumen celular. El contenido de Carbono según las recomendaciones de Eddler (1979). Esta última variable se incluyó para evitar la sobreestimación que muchas veces se tiene con los valores de abundancia para células de pequeño tamaño y viceversa.

3.4.5. Zooplancton

Se tomaron las muestras de zooplancton, mediante el uso de redes bongo de 59 cm de diámetro, 300 μm de abertura de malla y equipada con flujómetros.

Los arrastres se efectuaron en forma oblicua entre la superficie y 75 m de profundidad. Las muestras fueron preservadas en solución de formalina en agua de mar al 5%, para su posterior análisis en laboratorio.

De un total de 21 transectos perpendiculares a la línea de costa comprendidos entre Rada Paposo ($25^{\circ}5'S$) y Los Vilos ($31^{\circ}50'S$), se tomaron muestras nocturnas (20 a 08 hrs. aproximadamente), en 70 estaciones oceanográficas y en 24 estaciones diurnas, de las cuales 21 son costeras distribuidas entre los transectos y tres en dos transectos del extremo sur de la zona de muestreo (**Fig. 3**).



Se determin3 el volumen h3medo del zooplancton de cada muestra (cm^3 de zooplancton / 1.000 m^3), valor que permiti3 establecer la al3cuota de la muestra en la que se identificaron y contabilizaron los componentes zooplanct3nicos presentes.

El volumen filtrado por la red se determin3 mediante la siguiente expresi3n:

$$V_f = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{N^\circ R}{C_C}$$

Donde:

r^2 = radio de la boca de la red al cuadrado.

$N^\circ R$ = n3mero de revoluciones del medidor de flujo.

C_C = constante de calibraci3n del medidor de flujo.

El volumen de zooplancton de cada muestra, el n3mero de zooplancteres totales y de cada grupo zooplanct3nico, se estandarizaron en 1.000 m^3 de agua de mar filtrada.

La dominancia num3rica de cada grupo zooplanct3nico, fue calculada de la relaci3n porcentual entre la abundancia de cada grupo y el total de zooplancteres encontrados en cada estaci3n.

La constancia o frecuencia de ocurrencia de los grupos, fue determinada de la relaci3n porcentual existente entre el n3mero de estaciones donde se encontr3 cada uno, respecto del total de muestras.

Ejemplares de cada grupo zooplanct3nico fueron medidos mediante oculares graduados de los microscopios estereosc3picos, para determinar la talla m3xima y m3nima de cada uno de ellos.



3.5. Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la anchoveta.

Se efectúa un análisis espacial de la distribución y abundancia de anchoveta y de las variables biooceanográficas temperatura, salinidad, anomalía potencial de la densidad del agua de mar (Sigma-t), oxígeno disuelto y abundancia fito y zoo planctónicas en las capas superficiales y de mayor frecuencia de cardúmenes y la variable bio-oceanográfica clorofila “a” integrada hasta 50 metros de profundidad.

3.5.1 Procesamiento de la informaci3n

La informaci3n de distribución de anchoveta proviene de la prospecci3n hidroacústica. Las variables oceanográficas temperatura (°C), salinidad (psu), Sigma-t (Kg/m³), oxígeno disuelto (ml/l), y clorofila “a” integrada en los primeros 50 m de la columna de agua (mg/m³), provienen del muestreo mediante Roseta en las estaciones oceanográficas.

La capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), fue determinada en base a la moda de la distribución de las profundidades medias de los cardúmenes de anchoveta para toda la zona. Se determinó que dicha capa fluctúo entre los 10 y 25 m de profundidad. Por tal motivo se utilizó la capa de 20 m, pues además de estar dentro del rango de presencia de cardúmenes, ella cuenta con el mayor número de estaciones con registros oceanográficos en todas las variables analizadas.

La clorofila integrada en cada estaci3n se obtuvo mediante el procedimiento descrito por Lohrenz *et al.* (1988), según:

$$\sum Cloa = \sum_0^{50} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$



Donde:

I : Profundidades de muestreo

C_i y C_{i+1} : Concentraciones de clorofila (mg/m^3), en la profundidad i , desde superficie a la profundidad m3xima de 50 m.

D_i y D_{i+1} : Profundidades respectivas (m)

Este c3lculo permite representar la clorofila "a" de toda la columna en unidades de 3rea (mg/m^2), de esta forma se representan adecuadamente los m3ximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanct3nica, especialmente en los per3odos estivales (primavera-verano), que frecuentemente es subestimada por la clorofila superficial.

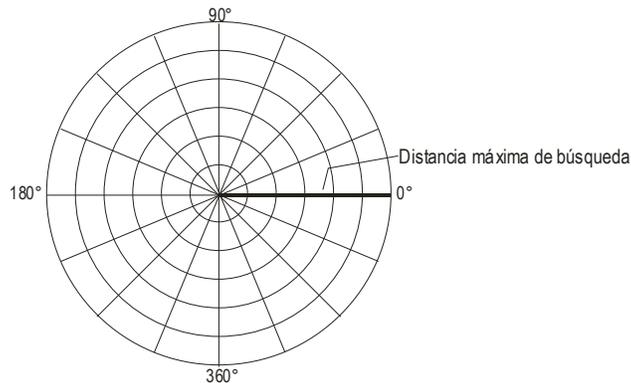
Las variables temperatura, salinidad, Sigma-t, ox3geno disuelto y abundancia fito y zoo planct3nica y clorofila "a" integrada a 50 m en superficie y en la capa de mayor frecuencia de card3menes, fueron interpoladas en el 3rea de prospecci3n, mediante la utilizaci3n de m3dulos del programa Surfer 8.0. La anchoveta fue interpolada en el 3rea de prospecci3n mediante el m3todo Inverso de la distancia, donde se crean grillas continuas de datos cuya correlaci3n disminuye al aumentar la distancia entre ellos, mientras que la informaci3n de las variables bio-oceanogr3ficas se realiz3 con el m3todo Kriging, que se utiliza para datos correlacionados entre s3.

Con el fin de incluir la variabilidad espacial de las variables oceanogr3ficas e incorporar la varianza propia de las estructuras espaciales, se utilizaron variogramas experimentales para la interpolaci3n de la cartograf3a.

Para dicho proceso se ocup3 el m3dulo VARIOGRAM del programa Surfer 8.0, a los cuales se aplic3 una grilla polar omnidireccional. Esta grilla no puede ser



desplegada y es solamente usada en el contexto de c3lculo del variograma y es de la forma:



Esta grilla polar incorpora la distancia y 3ngulo de separaci3n de cada par de datos, los que son calculadas de acuerdo a:

Distancia:
$$h = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

3ngulo:
$$g = \arctan \left[\frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \right]$$

Donde:

X_{1y2} : Longitud en grados

Y_{1y2} : Latitud en grados

El variograma experimental resultante considera aquellos pares de datos ubicados a una distancia inferior al m3ximo de b3squeda y con un 3ngulo de separaci3n entre 0° y 180°.

Los variogramas con los mejores par3metros, se obtuvieron despu3s de diversas pruebas, defini3ndose los siguientes:



- Distancia m3xima de b3squeda de “lags” de 2 unidades mapa (120 mn app.)
- Tama1o de lags 0,0833 unidades mapa en latitud y 0,1043 unidades mapa en longitud (5 mn),

Una vez contruidos los variogramas, ajustados los modelos y verificados los valores estimados, se aplicaron en la interpolaci3n de las variables, generando grillas de distribuci3n con una resoluci3n espacial de 0,5 mn. Posteriormente, 3stas fueron importadas por el programa IDRISI para Windows 2.0 (Eastman, 1997), mediante los cuales se generaron los planos de distribuci3n de abundancia de anchoveta y de variables bio-oceanogr3ficas en las dos capas analizadas.

El mapeo de cada variable y cada plano implic3 la superposici3n de un vector de costa obtenido de las Cartas N3uticas Electrnicas (CNE), del Servicio Hidrogr3fico y Oceanogr3fico de la Armada (SHOA), 1era Edici3n- enero del 2000. Cada plano as3 generados fueron reclasificados para favorecer el estudio visual.

A la cartograf3a reclasificada de abundancia de anchoveta, se le determin3 el 3ndice de Ocupaci3n (IOC), por categor3as de clases de acuerdo a:

$$IOC_c = \frac{Pi_c}{TPi_p}$$

Donde:

Pi_c = N3mero de p3xeles de la categor3a de abundancia c.

YPi_p = N3mero total de p3xeles en el 3rea de prospecci3n.



3.5.2 Relaciones entre la distribuci3n espacial de anchoveta y las variables oceanogr3ficas.

Para determinar si existe asociaci3n entre la distribuci3n de anchoveta y las variables ambientales en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), los datos fueron tabulados en una tabulaci3n cruzada o tabla de contingencia, y la existencia de asociaci3n entre frecuencia de organismos por tipo de clase o categorí3 de la variable ambiental en estudio se realiz3 por medio de la prueba χ^2 (Chi – Cuadrado). Las hipótesis a probar y el estadístico de prueba χ^2 (Chi – Cuadrado) son las siguientes:

Ho: No hay asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la variable oceanogr3fica “X” (hay independencia)

Donde “X” corresponde a la variable temperatura, salinidad, densidad, oxígeno o clorofila “a” integrada a los 50 m.

Por su parte la hipótesis alternativa est3 dada por:

Ha: Sí hay asociaci3n entre densidad de anchoveta y variable oceanogr3fica.

La estadística de prueba de este juego de hipótesis est3 dada por la siguiente relaci3n:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \rightarrow \chi^2_{(c-1)(r-1)}$$

Donde:

O_{ij} : Corresponde a la frecuencia observada de la celda que est3 en la fila “i”, columna “j”,

E_{ij} : Es la frecuencia esperada de la celda (i, j).



La frecuencia esperada corresponde a la frecuencia que debiera darse segun lo establecido en la hip3tesis nula, asumiendo que esta es verdadera.

La estadística de prueba, corresponde a una estadística que se distribuye como una Ji-Cuadrado con $(r-1)(c-1)$ grados de libertad. El criterio de “aceptaci3n o de rechazo” de la hip3tesis Nula se rechaza est3 dado por: Rechace la hip3tesis nula si $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$, al nivel de significaci3n “ α ” previamente establecido. Equivalentemente, rechace la hip3tesis nula si el p-value es menor que nivel de significaci3n “ α ” (es menor que 0,05 por ejemplo).

Una vez determinada la posible existencia de asociaci3n entre las variables, se cuantifica el grado de asociaci3n observada entre las variables por medio del índice $V(\text{Cramer})$ (Ott et.al., 1983), cuyo rango de variaci3n se encuentra entre 0 y “+1”. Valores destacados del índice que corresponden a:

- “0” indica que no existe asociaci3n entre las variables;
- “1” indica que las variables presentan una asociaci3n perfecta.

Por cierto que la proximidad al valor “0” del índice constituir3 un antecedente de no asociaci3n existente entre las variables y, por el contrario, una proximidad a “+1” constituir3 un antecedente o presunci3n de alta asociaci3n entre las variables.

Con el prop3sito de contrastar la hip3tesis de que la distribuci3n y abundancia de los recursos se encuentra asociada a estructuras oceanogr3ficas superficiales (i.e. eventos de surgencia), se estim3 la seńal latitudinal de las variables bio-oceanogr3ficas superficiales, en cuatro franjas paralelas a la costa, comprendidas entre los siguientes l3mites: costa a 2 mn, de 2 a 6 mn, de 6 a 10 mn y de 10 a m3s mn.



3.6. Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales.

Existe más de una aproximación para relacionar las señales acústicas (S_A) de anchoveta con variables ambientales. El objetivo de este análisis se orienta a conocer la relación entre variables ambientales y la distribución de la densidad de anchoveta, para los efectos se hizo uso de modelos aditivos generalizados (GAM), atendiendo a la naturaleza no lineal de los predictores oceanográficos y biológicos considerados. El GAM es un método estadístico, similar al de regresión clásica, pero con supuestos distribucionales más generales, además de no suponer linealidad en las covariables. Genéricamente el GAM tiene la siguiente estructura (Hastie & Tibshirani, 1990).

$$E(y) = g^{-1} \left(\beta_0 + \sum_k S_k(x_k) \right)$$

La función $g(\cdot)$ es la función de enlace, la cual define la relación entre la respuesta y el predictor lineal $\beta_0 + \sum_k S_k(x_k)$. La respuesta, y , se asume que se distribuye de acuerdo a una de una amplia familia de distribuciones estadísticas, la familia exponencial. El término x_k es el valor de la k-ésima covariable. El término β_0 es un intercepto, y $S_k(\cdot)$ es una función de suavizamiento unidimensional para la k-ésima covariable.

La variable de interés a modelar corresponde en este caso a la densidad de anchoveta, asumiendo una distribución de probabilidad log-normal, con distribución normal y función de enlace identidad. La información bio oceanografica pareada con la anchoveta, se determinó mediante una interpolación lineal de las variables oceanograficas en las estaciones cercanas respecto a la posición geográfica y profundidad promedio de la anchoveta. En el caso de la cloa-a integrada y la oferta



ambiental de alimento, la interpolación se realizó considerando solamente la situación geográfica (Lat y Long). El logaritmo de la densidad de anchoveta fue modelada como función de variables bio-oceanográficas y espaciales (abundancia de fitoplancton y microzooplancton, temperatura, salinidad, clorofila, oxígeno, densidad del agua y sus gradientes, latitud, longitud y profundidad media de las agregaciones), las cuales fueron introducidas en el modelo a través de funciones de suavizamiento no-paramétricas, de la forma de los suavizadores localmente ponderados (loess) (Hastie y Tibshirani, 1990).

4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

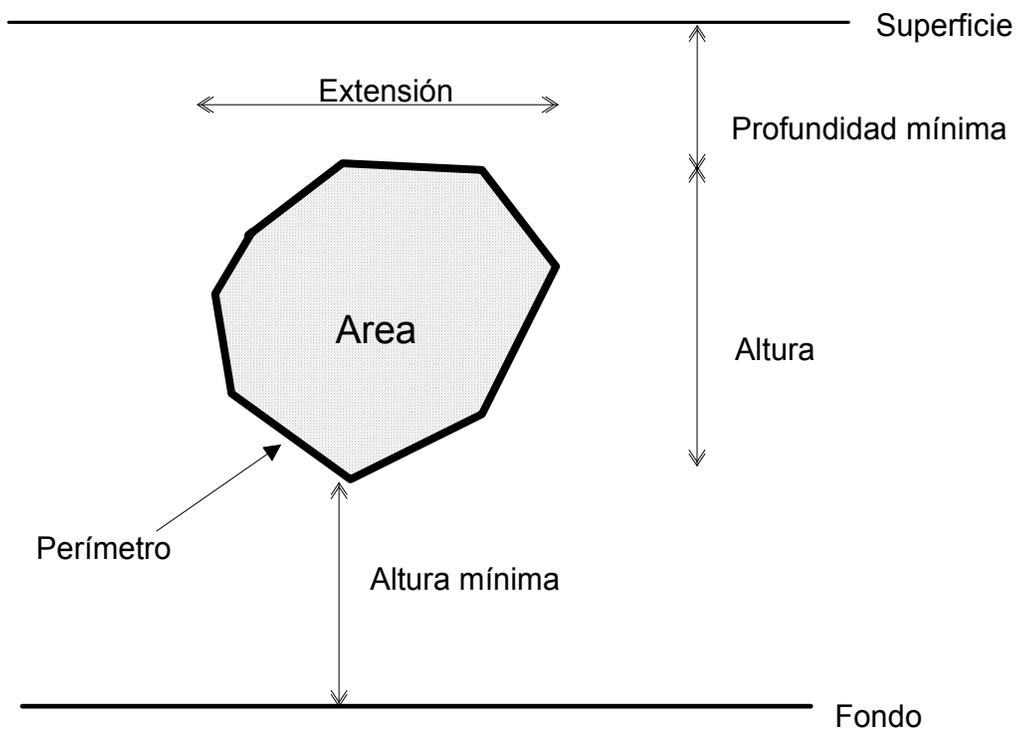
Las agregaciones de anchoveta, son caracterizadas mediante descriptores geométricos y espaciales determinados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas con el sistema de ecointegración (Scalabrin, 1991).

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 utilizados 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; Fréon *et al.* 1996).



Los descriptores morfol3gicos de las agregaciones a utilizar son: el 1rea transversal, altura, extensi3n, elongaci3n y per3metro, mientras que de tipo batim3trico se consideran la distancia al fondo, profundidad e 3ndice de profundidad, seg3n el siguiente esquema:



El 1rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect1ngulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegraci3n. La superficie del rect1ngulo 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 1rea transversal de la agregaci3n (*Area*) es el resultado de la suma del 1rea de todos los rect1ngulos elementales:

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

A partir de las estimaciones b1sicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter1sticas de la agregaci3n.

La dimensi3n fractal (*DFrt*) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 1ste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per1metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar1a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1991):

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

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b1sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar1n asociados a agregaciones de forma el1ptica, mientras que valores menores a agregaciones cercanas a un c1rculo.

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

El 1ndice de altura (*Arel*) es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:



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

VII. RESULTADOS

1. Objetivo B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.

1.1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas en la III y IV Regiones, durante el verano del 2007. (Objetivo B3)

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se realizaron además estaciones a 1 mn de la costa en las transectas intermedias de prospección acústica. El total de estaciones fue de 105 (Fig. 2 y 3).

1.1.1. Viento y viento satelital

Las 442 observaciones de viento realizadas durante el crucero, 22 de febrero a 14 de marzo de 2007, mostraron la predominancia del viento a lo largo de la costa con dominancia de la componente hacia el Ecuador (Fig. 4a). La magnitud promedio observada fue de 4,4 m/s con una desviación estándar de $\pm 2,9$ m/s y un rango de variabilidad de 8,3 m/s. La magnitud del viento que se repite con mayor frecuencia es 3,1 m/s. Entre 1 y 5 m/s se concentraron la mayor parte de las observaciones, 226 en total. Menores a 1 m/s fueron 52 mediciones y entre 5 y 10 m/s 143 observaciones, mientras que mas de 10 m/s solo se observaron



en 21 puntos siendo siempre menores a 15 m/s. La distribución espacial del viento muestra que bajo los 31° S la intensidad es débil y predomina la dirección hacia el sur.

La dirección del viento promedio semanal observada en la zona oceánica, mediante escaterómetro satelital (QuikScat), es consistente con las observaciones de crucero (**Fig. 5**). En toda la zona predomina la dirección hacia el ecuador del viento con intensidades menores de 15 m/s. La distribución espacial de la magnitud mostró que las primeras dos semanas (22 de febrero al 7 de marzo) la zona oceánica (74°-72°30' W), al sur de los 28° S, presentó las mayores magnitudes de la zona de estudio (> 10 m/s) disminuyendo hacia el norte y la costa (< 5 m/s). La tercera semana, 8 al 14 de marzo, en general hay un descenso en la intensidad del viento en toda la zona, incluso en la zona oceánica (< 9 m/s), pero aun así muestra una distribución espacial diferenciada al disminuir la magnitud del viento hacia el norte y la costa.

En resumen, la tendencia regional y temporal observada mediante imágenes de satélite es corregida cerca de la costa por la forma de la línea de costa tal como lo muestra los resultados de crucero.

1.1.2. Transporte de Ekman e índice de turbulencia

El transporte costa-océano (IS, índice de surgencia) producido por la componente del viento a lo largo de la costa (transporte de Ekman), también muestra una distribución espacial diferenciada (**Fig. 4b**). Entre Tal-Tal y punta Obispo predomina un transporte menor a 600 m³/s (x 1000 m de costa, omitido hacia adelante). Entre caldera y puerto Carrizal Bajo el transporte hacia el océano alcanza el máximo valor (909 m³/s). Frente Huasco disminuye a un mínimo relativo (224 m³/s), para luego incrementar hacia el sur, desde punta Totalillo (445 m³/s) hasta el área entre punta Farellones y río Limarí (845



m³/s). Entre caleta Maitencillo y punta Pozo el transporte hacia fuera de la costa es casi 0 m³/s, incluso levemente negativo (-65 m³/s).



La distribuci3n espacial del 3ndice de turbulencia es similar a la diferenciaci3n latitudinal de la intensidad del IS, pero presenta algunas diferencias (**Fig. 4c**). La zona de mayor turbulencia ($372 \text{ m}^3/\text{s}^3$) se ubica entre punta Farellones y r3o Limar3, la cual no corresponde a la de mayor IS. Le sigue en intensidad el 3rea entre caldera y puerto Carrizal Bajo ($370 \text{ m}^3/\text{s}^3$), punta Totoralillo ($255 \text{ m}^3/\text{s}^3$), el 3rea entre Tal-Tal y punta Ballenita ($215 \text{ m}^3/\text{s}^3$), el 3rea al sur de Chañaral ($130 \text{ m}^3/\text{s}^3$), punta Huasco ($119 \text{ m}^3/\text{s}^3$) y finalmente el sector de punta Pozo ($65 \text{ m}^3/\text{s}^3$).

1.1.3. Condiciones hidrogr3ficas en superficie

1.1.3.1. Temperatura

La temperatura superficial del mar (TSM) (**Fig. 6a**) medida en el crucero tuvo un rango de variaci3n de $12,6^\circ$ a $22,5^\circ\text{C}$. El m3nimo t3rmico se registr3 a 1 mn de la costa en los $30^\circ 50'\text{S}$ de latitud, mientras que el m3ximo se localiz3 en la estaci3n de 10 mn en los 26°S . El 3rea que va de Paposo a Bah3a Salada muestra las mayores TSM relativas, las que superan los 17°C y alcanzan valores por sobre los 20°C desde Paposo a Chañaral. En este sector se3alado, un foco de aguas de m3ximas relativas ($> 21^\circ\text{C}$) se extiende desde el l3mite oeste y alcanza la costa frente a punta Ballenita. El sector desde Paposo a los $25^\circ 30'\text{S}$ registr3 los m3ximos gradientes t3rmicos superficiales, con diferencias que llegan a 5°C entre la costa y las 20 mn.

Al sur de bah3a Salada, las temperaturas en general son menores a 17°C , form3ndose adem3s algunos gradientes t3rmicos horizontales pero no tan intensos como los registrados en el extremo norte de la zona. En esta mitad sur de la zona de estudio se destaca el sector de caleta Inglesa a punta Farellones, por registrar una extensi3n de aguas fr3as ($< 16^\circ\text{C}$) hacia el sector oce3nico.

La distribuci3n espacial de las TSM mostr3 que las temperaturas m3s fr3as se ubicaron en la cercan3a de la costa y tendieron a incrementar hacia el oeste, excepto



en algunas áreas restringidas espacialmente como punta Ballenita, Caldera, al norte de Huasco y al sur de punta Totoralillo. Esta diferencia costa-océano varió latitudinalmente, como por ejemplo frente a Tal-Tal en la costa las TSM fueron menores a 17°C, mientras que frente al río Limarí fueron menores a 14°C. Por el contrario, en el área oceánica las TSM alcanzaron valores mayores a 21° y 16°C en ambas zonas respectivamente. Este cambio latitudinal produjo un descenso del gradiente costa océano a medida que se incrementa la latitud. A pesar de esto, aparecieron zonas donde esta diferencia es mayor, como entre punta Farellones y caleta Maitencillo, al sur de Huasco, entre bahía Carrizal Bajo y bahía Copiapó y al norte de punta Ballenita.

1.1.3.2. Salinidad

La salinidad superficial (**Fig 6b**) registró un mínimo de 33,9 psu en la estación de 5 mn frente a caleta Peña Blanca (28°40'S). El máximo salino superficial (34,88 psu), se midió en la estación de 10 mn en los 26°S, coincidiendo con el máximo térmico descrito anteriormente. En la distribución superficial de esta variable se destaca el foco salino ubicado frente a punta Ballenita, con valores sobre 34,6 psu, y que se extiende desde la costa hasta al menos las 20 mn. Las mayores salinidades se midieron en general al norte de Chañaral y superan los 34,5 psu. Las menores salinidades de la zona se registraron hacia el extremo sur de la zona, principalmente al sur de punta Farellones (30°20'S), sin embargo, también se observó un área de baja salinidad frente a caleta Peña Blanca, donde se ubica el mínimo salino.

El muestreo in situ del crucero no sugiere la formación de intensos gradientes costa-océano, sino que más bien evidenció un gradiente norte-sur formado por la diferencia latitudinal de la salinidad superficial. Frente a Tal-Tal predominaron salinidades entre 34,5 y 34,7 psu, frente a bahía Copiapó las salinidades predominantes variaron entre 34,2 y 34,4 psu, al sur de río Limarí las salinidades



fueron del orden de 34,1 psu e incluso levemente menores hasta 34 psu frente a punta Pozo.

1.1.3.3. Densidad

La densidad superficial (Fig 6c), registr3 valores menores a 24,2 kg/m³ frente a punta Ballenita, y m3nimos relativos en el 3rea m3s alejada de la costa en todas las transectas. Por el contrario, las mayores densidades (> 25,6 kg/m³) se observaron en la costa, en la parte sur de la zona de estudio, entre r3o Limar3 y caleta Maitencillo. Focos costeros de altas densidades aparecieron en Tal-Tal (> 25,2 kg/m³), punta Obispo (> 25,0 kg/m³) y Coquimbo (< 25,6 kg/m³).

La distribuci3n espacial mostr3 claramente la formaci3n de una banda costera caracterizada por altas densidades, las cuales disminuyen hacia el oeste formando una gradiente de densidad costa-oc3ano. Adem3s, los resultados mostraron un incremento de la densidad superficial con la latitud tal como lo se3alaron las densidades predominantes entre rada Paposo y punta Ballenita (24 a 25,2 kg/m³) respecto a las densidades predominantes frente a caleta Pe3a Blanca (24,8 a 25,2 kg/m³) o respecto al 3rea entre punta Farellones y punta Pozo (25 a 25,6 kg/m³).

1.1.3.4. Ox3geno

En el per3odo en que se realiz3 el crucero las aguas del nivel superficial del 3rea muestreada estuvieron en general bien oxigenadas, con una predominancia de concentraciones de ox3geno disuelto (OD) de entre 5 mL/L y 6,5 mL/L (**Fig 7a**).

Las concentraciones m3s altas (> 6 mL/L) se registraron en peque3os focos aislados ubicados en: rada Paposo, en las estaciones costeras de punta Obispo, bah3a Salada y caleta Pe3a Blanca. Desde caleta Inglesa hasta las inmediaciones de Coquimbo, se desarroll3 un n3cleo costero de altos valores > 6,5 mL/L. El valor m3s alto de OD del



muestreo (> 7 mL/L), se registró en el sector central de este foco, en la estación costera al norte de punta Totalillo. En el extremo sur del área muestreada, se registró un foco de valores > 6 mL/L en las 20 mn, en el sector de caleta Maitencillo de Coquimbo.

Los focos subóxicos (< 5 mL/L) fueron escasos. Estos se ubicaron en: la estación de la primera milla de rada Paposó y bahía de Copiapó, en las 20 mn frente a Huasco. El foco subóxico de mayor tamaño se extendió desde punta Farellones (3,7 mL/L) en forma de lengua anticiclónica hacia el norte llegando hasta la zona exterior de Coquimbo (5 mL/L) y proyectándose hasta el sur de punta Totalillo (5,5 mL/L). La condición actual del OD indicaría una baja participación de AEES en la mezcla de los niveles superficiales, situación que debe corroborarse posteriormente con la información de la columna de agua.

1.1.4. Profundidad de la isolínea de 1 mL/L

La profundidad de la isolínea de 1 mL/L (Fig. 7b), mostró mayores profundidades en el área exterior de la zona de muestreo llegando a más de 100 m entre Tal-Tal y Chañaral, más de 120 m frente a punta Obispo y bahía Copiapó y más de 140 m de profundidad frente a caleta Peña Blanca, punta Totalillo y el área exterior entre punta Farellones y el sur del río Limarí. Por el contrario la isolínea de 1 mL/L ascendió cuando se acercó a la costa, de hecho las menores profundidades se observan en Coquimbo, < 60 m, y Huasco, Caldera y Chañaral y rada Paposó, 40 m.

1.1.5. Capa de mezcla

La figura 7c muestra los valores y la distribución espacial del espesor de la capa de mezcla durante la realización del crucero. En general predominaron espesores someros entre 1 y 5 m de profundidad especialmente cerca de la costa y en la banda latitudinal entre Caldera y el sur de Caleta Inglesa. El espesor de la capa de mezcla aumentó entre rada Paposó y bahía Copiapó (5 a 10 m) con focos de



mayor espesor entre Tal-Tal y punta Ballenita (10 a 20 m). Una situación similar ocurrió entre punta Totoralillo y río Limarí (5 a 10 m) con un foco al norte de Coquimbo (10 a 15 m). Particularmente aparecieron dos focos (5 a 10 m), uno frente a punta Carrizal Bajo y otro cerca de Bahía Copiapó. Aunque predominaron espesores de entre 1 y 5 m de profundidad existe una tendencia a incrementar en profundidad de costa hacia el océano.

1.1.6. Espesor, temperatura base y profundidad base de la termoclina

El espesor de la termoclina (Fig. 8a), varió entre más de 25 m a menos de 5 m. Los mayores espesores ($> 25\text{m}$) fueron observados en tres focos, en el área exterior de Tal-Tal, punta Ballenita y Chañaral. Asociados a ellos esta presente una zona más amplia entre rada Paposo y Caldera donde predominaron espesores de más de 10 m. En esta área, la zona costera presentó espesores de menos de 10 m. Al sur de punta Obispo, en general la distribución mostró valores menores a 10 m hacia la costa y mayores a 10 m hacia el océano e incluso mayores a 20 m frente a caleta Peña Blanca y punta Pozo.

En la base de la termoclina la temperatura fluctuó entre valores mayores a 12° y 17°C (como caso extremo frente a punta Ballenita), ya que en general predominaron temperaturas entre $12,1^\circ$ y $14,9^\circ\text{C}$ (**Fig. 8b**). Entre rada Paposo y punta Obispo la temperatura fluctuó entre 15° y $16,9^\circ\text{C}$. Al sur de punta Obispo los valores fluctuaron entre $13,1^\circ\text{C}$ y $15,9^\circ\text{C}$. Estas diferencias muestran un descenso de la temperatura en la base de termoclina hacia el sur.

Paralelamente, la profundidad de la base de la termoclina evidenció un ascenso hacia la costa (**Fig. 8c**). Entre 10 y 20 mn la profundidad fue mayor a 20 m, con áreas tales como entre rada Paposo y punta Ballenita donde incrementa a más de 30 m de profundidad. En forma similar, entre bahía Copiapó y caleta Peña Blanca, como



también entre punta Farellones y el sur de río Limarí. En las primeras 5 mn desde la costa la base de la termoclina se hundió bajo los 10 m de profundidad en toda la banda costera pero no alcanza los 20 m excepto entre caleta Inglesa y punta Farallones.

1.1.7. Gradiente de temperatura promedio, máximo gradiente de la temperatura y profundidad del máximo gradiente de la termoclina.

El gradiente de temperatura promedio asociado a la termoclina mostró valores que oscilaron entre 0,2 y 0,8 °C/m, pero donde predominó un rango entre 0,2 y 0,4 °C/m (**Fig. 9a**). Los valores promedios máximos intensos fueron observados principalmente entre punta Ballenita y Chañaral alrededor de un foco a las 10 mn de la costa. Valores un poco menores aparecieron frente a punta Obispo, mientras que en el resto de la zona tendieron a predominar valores entre 0,2 y 0,3 °C/m.

Coincidiendo espacialmente con el gradiente promedio, el gradiente máximo en la termoclina (**Fig. 9b**), mostró un rango de valores entre 0,2 y 1,8 °C/m, aunque predominaron valores entre 0,4 y 0,8 °C/m. Los mayores valores se presentaron entre punta Ballenita y Chañaral (> 1,6 °C/m) mientras que hacia el sur de punta Carrizal Bajo predominan valores entre 0,4 y 0,6 °C/m. Estos gradientes máximos se ubicaron en profundidades menores a 10 m y más de 30 m, siendo esta última profundidad un valor extremo ubicado entre 10 y 20 mn frente a caleta Peña Blanca (**Fig. 9c**). Entre rada Paposo y bahía Copiapó los máximos gradientes se ubicaron entre 10 y 20 m, de bahía Copiapó a caleta Inglesa las profundidades a las cuales se encontraron los máximos oscilaron entre valores menores a 5 m (Huasco) y 29 m. Entre caleta Inglesa y Coquimbo el máximo gradiente solo se encontró entre 10 y 20 m, mientras que al sur de Coquimbo la profundidad predominante se registró entre 20 y 30 m.

1.1.8. Anomalías de nivel del Mar y Circulación Geostrofica



La **figura 10** muestra los patrones dominantes de distribución espacial de la anomalía del nivel del mar y de circulación geostrofica superficial entre el 22 de febrero y el 14 de marzo, los cuales están representados por las imágenes de los días 25 de febrero, 4 y 11 de marzo de 2007.

La anomalía de nivel del mar mostró una serie de núcleos de mesoescala los que caracterizan a giros de mesoescala limitados por corrientes que los rodean. Durante la primera semana de crucero un giro ciclónico de más de 100 km de diámetro generó una corriente convergente hacia la costa (~ 10 cm/s) frente a punta Ballenita. Durante la segunda semana las anomalías negativas asociadas a este giro se intensifican (~ -5 cm) al igual que las corrientes asociadas (> 12 cm/s), la distancia del giro con la costa se incrementó produciendo que la corrientes entre punta Ballenita y punta Obispo sean costa-océano, al igual que la tercera semana cuando el giro ha crecido en extensión (~ 200 km de diámetro) y no tiene tanta influencia en la costa. Otros dos giros ciclónicos muestran un comportamiento similar: en el área oceánica frente a Coquimbo y en la zona adyacente a punta Pozo, en ambos casos se produce, en el tiempo, una intensificación de las anomalías (~ -3 cm a ~ -5 cm), y como consecuencia también de las corrientes (~ 10 cm/s a ~ 20 cm/s). En el caso de punta Pozo es casi evidente como al mismo tiempo que se intensificaron las corrientes se produce un desplazamiento hacia el oeste y trae como consecuencia una zona de convergencia costera entre Río Limarí y caleta Maitencillo.

Paralelamente, en la zona oceánica frente a bahía Copiapó se observa el debilitamiento de un giro anticiclónico que muestra un descenso de las anomalías positivas que lo mantienen (> 9 cm hasta ~ 7 cm), su extensión y la intensidad de las corrientes que lo limitan. El debilitamiento de las corrientes es asimétrico ya que solamente sucede en el sector sur del giro. En el sector norte, este giro interactúa con el giro ciclónico de punta Ballenita, por lo que generan una corriente intensa hacia el noroeste (> 20 cm/s). Cerca de la costa, durante el periodo del crucero se observó



una corriente convergente entre caldera y bahía Salada producto de la interacción de los giros y una corriente de meandro a lo largo de la costa. Similar situación ocurrió entre río Limarí y caleta Maitencillo, aunque la distribución espacial de las corrientes sugiere la presencia de un flujo que se aproxima y diverge a partir de punta Farellones

1.1.9. Distribución vertical de las variables oceanográficas

1.1.9.1. Temperatura

En la vertical, la distribución de temperatura mostró un ascenso de las isotermas en la medida que se acercan a la costa, pero solo de las isotermas sobre los 100 m de profundidad (**Fig. 11**). Las Isotermas bajo 100 m presentaron una pendiente negativa hundiéndose sobre el talud continental. Las isolíneas sobre los 100 m aunque revelaron el patrón típico de disminución de temperatura en profundidad, también mostraron una disminución con el aumento de la latitud, especialmente las isotermas cercanas a la superficie. Entre la transecta 1 (T-01, 25°S) y la transecta 23 (T-23, 28°40'S), predominaron temperaturas entre 13°C (~ 50-100 m) a 19°-21°C (0 a 10m) en T-01 ó 17° y 18°C en T-23, notando que la T-21 es prácticamente homogénea con solamente temperatura entre 13° y 14.5°C (0 a 100 m).

Bajo la capa superficial, tendieron a permanecer valores de temperatura entre 12° y 6°C, cuyas isolíneas se profundizaron a mediada que se acercan a la costa.

A partir de T-25 (29°S), a la capa superficial (> 100 m) se incorporó la isolínea de 12°C, la cual se levanta al disminuir la distancia de la costa, al contrario de lo que se observó en las transectas ubicadas más al norte. En la capa superficial la temperatura varió entre 12° y 16°C. Bajo los 100 m, predominaron las temperaturas entre 11° y 6°C. La isoterma de 11°C es la que presentó mayores oscilaciones verticales (T-37 respecto de T-05).



1.1.9.2. Salinidad

Las isohalinas sobre los 100 m de profundidad mostraron un comportamiento similar al de la temperatura, ya que tienden a levantarse hacia la costa incluso casi 50 m (T05), con mínimos relativos entre aproximadamente los 40 y 65 m de profundidad (**Fig. 12**). Entre los 100 y 250 a 300 m apareció una capa casi homohalina con núcleos levemente más salinos sobre el talud que parece extenderse hacia el oeste, pero que al mismo tiempo disminuye en salinidad hacia el sur. Bajo los 250 m las isohalinas tendieron a inclinarse hacia abajo, sobre el talud, al igual que se observó en las isotermas.

Entre T-01 y T-07 predominaron salinidades entre 34,7-34,5 psu (0 a 50 m de profundidad). Más abajo, se observó un mínimo que puede oscilar entre 34,3 a 34,2 psu. Bajo los 60 m las salinidades se incrementaron nuevamente llegando a valores entre 34,6 y 34,8 psu, esta última es la que ocupó mayor área llegando hasta los 270 m de profundidad, definiendo el límite inferior de la capa o en ocasiones definiendo núcleos salino sobre el talud. Bajo los 250 m, se observaron salinidades (34,7 y 34,5 psu), que tendieron a descender suavemente en la vertical.

A partir de la T-09, las salinidades superficiales disminuyeron a un rango entre 34,4 psu (a 20 mn de la costa) y 34,5 psu cerca de la costa. El mínimo subsuperficial fue menos intenso y estuvo caracterizado por salinidades menores a 34,2 psu. En profundidad, la capa de máxima salinidad estuvo definida por las isohalinas entre 34,7 y 34,8 psu, incluso 34,6 psu (T-11), donde las isohalinas de 34,7 y/o 34,8 pasaron a formar núcleos de mayor salinidad asociados al talud continental. Esta capa mostró un descenso hacia el sur de la salinidad que la caracteriza y los límites que la definen los que son reemplazados por isolíneas de menor salinidad al igual que los núcleos que se forman sobre el talud. Estos límites son menos claros a partir de T-39. En profundidad, las variaciones latitudinales no aparecieron intensas y las



salinidades tienden a descender en profundidad suavemente llegando a $> 34,3$ psu (~ 400 m), en la ultima transecta (T-41).

1.1.9.3. Densidad

La densidad en la vertical (**Fig. 13**), present3 un comportamiento en la columna de agua similar a la temperatura y salinidad, especialmente sobre los 100 m de profundidad. En esta capa las isopicnas se levantaron hacia la costa aflorando en superficie en la primeras 10 mn desde la costa excepto en T-29. Bajo esta capa, las isopicnas en todas las transectas mostraron una pendiente negativa hacia la costa lo que se reflej3 en una profundizaci3n sobre el talud al igual que las isotermas.

El cambio de pendiente de las isopicnas, lo que define la capa superficial y profunda, cambia con la latitud, ya que entre T01 y T23 el limite inferior de la capa superficial fue la isopicna de $26,2 \text{ kg/m}^3$, mientras que entre T-25 y T-41 es la isopicna de $26,4 \text{ kg/m}^3$. En la capa superficial y a 20 mn las densidades variaron entre $24,2 \text{ kg/m}^3$ (T-03 y T-07) y $25,6 \text{ kg/m}^3$, mientras que en la costa las densidades no bajan de 25 kg/m^3 . Bajo los 150 m de profundidad las densidades se incrementaron en profundidad, pero m3s lentamente sobre el talud llegando a valores de 27 kg/m^3 a 500 m en casi todas las transectas.

1.1.9.4. Distribuci3n vertical de OD

Todas las transectas presentaron un ascenso de las isol3neas de bajo contenido de oxigeno hacia la costa con mayor o menor pendiente (**Fig. 14**). El contenido de oxigeno superficial oscil3 entre 6 y 5 mL/L. La capa superficial definida sobre la isol3nea de 1 mL/L vari3 de profundidad mostrando una tendencia a incrementar su espesor hacia el sur, entre T-01 y T-35 (~ 50 m a ~ 180 m, respectivamente). Esta tendencia se rompe entre T-37 y T41 donde la isol3nea asciende a profundidades del orden de 100 m.



Bajo esta isol3nea (1 mL/L) predominan valores < 0,5 mL/L con n3cleos asociados al talud continental al igual que los n3cleos de m3ximos salinos.

1.1.10. Masas de Agua

Los diagramas TS de la **figura 15** muestra la influencia de 4 tipos de agua en las masas de agua presente. En transectas ubicadas hacia el norte de la zona (T-01 a T-07), es evidente que la columna de agua present3 una mezcla con fuertes influencias de Agua Subtropical (AST), Agua Subant3rtica (ASAA) y Agua Intermedia Ant3rtica (AIAA). La 3nica agua tipo sin mezcla intensa ("pura") fue el Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), la que los datos muestran pasando por su n3cleo. El AST disminuy3 su influencia a partir de la T-13 para desaparecer casi por completo y dar paso a una mayor presencia de ASAA, que mostr3 su m3xima intensidad entre T-37 y T-41. EL AESS tambi3n mostr3 una leve disminuci3n en intensidad en T-37 y T-41, donde los datos registrados se alejan del valor del agua tipo.

El AST se present3 principalmente en los primeros 50 m de la columna de agua disminuyendo su presencia hacia el sur (**Fig. 16 y 17**). Porcentajes de participaci3n en T-01 (25°S) y T-07 (26°S) entre un 40% a 60 %, disminuyendo a menos de un 11 % en T-41 (31° 40'S).

El ASAA se encontr3 entre superficie y 150 m de profundidad ocupando junto con AST parte superficial de la columna de agua. Esta increment3 su presencia con la latitud, llegando a 80% en superficie (T-41). Bajo los 125 m de profundidad su presencia solamente alcanz3 a un 10%, llegando a 0% alrededor de los 400 m de profundidad.

El AESS mostr3 su mayor expresi3n (> 80%) entre los 70 y 300 m de profundidad, en la misma ubicaci3n de la capa casi homohalina y de m3nimo ox3geno descritas anteriormente (**Fig. 12 y 14**), de hecho, en algunas transectas concentr3 su mayor



porcentajes de presencia (70% a 80%) en forma de n3cleos sobre el talud continental (T-07, T-27 y T-37) al igual que los n3cleos de m3xima salinidad (**Fig. 12**). La influencia de esta masa de agua decae en profundidad llegando a menos del 40% bajo los 450 m de profundidad. Paralelamente, tambi3n desciende su importancia en latitud, en T-01, se registraron valores > 80 % a 250 m de profundidad, mientras que en T-41 alrededor de 60% a la misma profundidad.

1.1.11. Distribuci3n espacial de la TSM satelital

Las im3genes de TSM satelital mostraron aspectos muy din3micos de la zona, aunque la extensa cobertura de nubes interfiri3 con las observaciones de los procesos durante todo el crucero (**Fig. 18**). Pero las im3genes del 1, 2, 8 y 9 de marzo de 2007 son reveladoras y mostraron un evidente afloramiento asociado a aguas con temperaturas entre 14° C y 14,9° C, incluso menores de 14° C (fuera de escala). Estos afloramientos costeros aparecieron en punta Inglesa y principalmente en punta Farellones y muestran un desplazamiento hacia el norte y hacia fuera de la costa en forma de lenguas asociadas a temperaturas de entre 15 y 17,9° C, contrastando con aguas ubicadas m3s al norte las cuales presentaron temperaturas mayores a 19° C, incluso mayores a 21° C frente a Chañaral el 14 de marzo.

1.1.12. Clorofila

1.1.12.1. Clorofila superficial

La distribuci3n superficial de clorofila-a (cloa) (**Fig. 19a**) present3 una franja costera, 10 mn, casi continua de valores > 1 µg/L, con una predominancia de valores sobre 5 µg/L. Esta franja s3lo fue interrumpida en los sectores de punta Ballenita, bahía de Copiap3 y desde los 31° S hasta punta Pozo, donde los valores fluctuaron entre > 0,2 y < 1 µg/L. Las concentraciones m3s altas, > 10 µg/L, se ubicaron en los sectores de Chañaral, bahía Salada, desde el norte de Huasco a caleta Peña Blanca, donde se



registró el valor más alto del muestreo ($> 18 \mu\text{g/L}$), y desde Totoralillo a Coquimbo. El foco de mayor extensión hacia el oeste fue el ubicado al norte de Huasco, donde las concentraciones $> 10 \mu\text{g/L}$ superaron las 10 mn.

Los feopigmentos (feop) superficiales (**Fig. 19b**) presentaron una distribución similar a la cloa, con concentraciones inferiores en la costa. Los núcleos de valores de feop más altos, $> 1 \mu\text{g/L}$, se ubicaron al norte de Tal-Tal, Chañaral, bahía Salada, de caleta Peña Blanca al norte de Huasco se registraron valores $> 3 \mu\text{g/L}$, así también en las inmediaciones de Coquimbo. Los restantes sectores variaron entre $> 0,1$ y $< 0,9 \mu\text{g/L}$.

1.1.12.2. Clorofila Integrada

La clorofila Integrada (cloint) (**Fig. 20a**) presentó pequeños focos de valores $> 100 \text{ mg/m}^2$ a las 10 mn de rada Paposó, en Tal-Tal, entre los 26°S y Chañaral, en bahía Salada y al norte de Coquimbo. Las mayores concentraciones se registraron entre Huasco y punta Totoralillo. Al norte de Huasco, el núcleo con valores altos sobrepasó las 10 mn, lugar donde la cloaint fue $> 200 \text{ mg/m}^2$, en caleta Peña Blanca se registró el valor más alto del muestreo $> 600 \text{ mg/m}^2$, y al norte de punta Totoralillo se observaron dos núcleos, uno dentro de las primeras 5 mn, con valores $> 200 \text{ mg/m}^2$ y otro en las 20 mn con $> 100 \text{ mg/m}^2$.

En las 20 mn de punta Obispo se registró un núcleo $> 60 \text{ mg/m}^2$. Desde punta Farellones al sur, al igual que en bahía de Copiapó, los valores de cloint fueron en general, menores que en la parte norte, $< 40 \text{ mg/m}^2$.

Los feopigmentos integrados (feopint) (**Fig. 20 b**) presentaron valores $> 60 \text{ mg/m}^2$, en pequeños focos a las 5 mn de Tal-Tal y Chañaral, en las 5 mn al norte de Huasco y la estación costera de Peña Blanca. Desde Coquimbo al norte, las estaciones costeras restantes presentaron valores entre > 20 y $> 40 \text{ mg/m}^2$, mientras que desde



punta Farellones al sur más el sector de bahía de Copiapó los valores disminuyeron a $\leq 20 \text{ mg/m}^2$.

1.1.12.3. Fluorescencia superficial

La fluorescencia in vivo (fliv) (**Fig. 19c**) siguió una distribución similar a la cloa, los focos de valores > 5 volt se ubicaron: en las inmediaciones de Tal-Tal, Chañaral, punta Obispo y Caldera, una franja se extendió entre bahía Salada y caleta Peña Blanca registrándose en este sector valores > 10 volt al norte de Huasco y en la estación costera de caleta Peña Blanca. Otra franja de similares valores, > 5 volt, se extendió desde el norte de punta Totalillo al sur de Coquimbo, donde se registraron dos núcleos de valores > 10 volt, en las estaciones más costeras de las transectas 29 y 31, al norte y sur de Coquimbo. Valores < 3 volt se registraron en las inmediaciones de Punta Ballenita y al norte de caleta Inglesa. Al sur de punta Farellones los valores de fliv fluctuaron entre 2,4 y 4,5 volt.

1.1.12.4. Clorofila satelital

Las imágenes de color correspondientes a los días 21 y 28 de febrero y 3 y 9 de marzo de 2007, se entregan en la **figura 21**.

La imagen del 21 de febrero muestra que la mayor parte del sector costero presentó concentraciones relativamente bajas de clorofila satelital (cloas) predominando los valores $< 1 \mu\text{g/L}$. Se observa además, desde el norte de caleta Inglesa hacia el sector de Huasco un filamento, con dirección nor-oeste donde la cloas superó los $5 \mu\text{g/L}$. Al sur de Coquimbo en la bahía de Guanaqueros un foco de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ se ubicó en la base de un filamento de concentraciones $> 0,5 \mu\text{g/L}$ con orientación sur-oeste. En el sector del río Limarí un foco de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ se separó de la costa, presentando en su centro concentraciones $> 5 \mu\text{g/L}$.



La imagen del día 28 de Febrero presentó gran cantidad de nubes, pudiendo apreciarse sólo la formación de un filamento, con dirección nor-oeste y concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$ en el sector de Caldera.

En la imagen de 3 de marzo, las nubes cubrieron gran parte del sector oceánico, además de sector costero desde Caldera al norte. En el sector costero restante se observan concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$, con la excepción de Peña Blanca, al sur de Huasco, y en Coquimbo al norte de los 31°S . Las mayores concentraciones $> 5 \mu\text{g/L}$ se registraron en el sector costero desde el sur de Caldera hasta Huasco, en caleta Inglesa, 29°S , y en un gran foco que se extendió desde el sector oceánico de Coquimbo a Los Vilos. Los valores máximos superaron los $10 \mu\text{g/L}$.

El día 9 de marzo las nubes cubrieron el sector costero y oceánico de Chañaral y Huasco. En la imagen se pudo observar que las concentraciones del sector sur de Caldera sólo fueron $> 1 \mu\text{g/L}$, mientras que, desde los 29°S al sur se observa un gran filamento de similar concentración con dirección sur-oeste que superó los 73°W unido en el sector costero a un foco de gran tamaño que se extendió hasta cerca de los 73°W al norte de Los Vilos, los valores $> 5 \mu\text{g/L}$ ocupando menor área en relación a la imagen anterior.

1.1.12.5. Distribución vertical de clorofila

De las 21 transectas 2 presentaron núcleos de cloa de valores máximos $> 0,5 \mu\text{g/L}$, correspondiendo estas a la transecta 15 y 41. En las transectas restantes, los núcleos con concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$, de extensión y espesor variable sólo superaron los 30 m en las transectas 21, 23 y 27 donde alcanzó profundidades cercanas a los 50 m. Núcleos subsuperficiales se registraron en las transectas 1, 5, 7, 11, 15, 27, 37, 39 y 41 (**Fig. 22**).



Concentraciones $> 5 \mu\text{g/L}$ se registraron en las transectas: 1, 3, 9, 11, 13, 19 y 31, y superiores a $10 \mu\text{g/L}$ en las transectas: 17, 21, 23, 27, 29 y 31. Las mayores concentraciones se registraron en la transecta 23 con valores $> 20 \mu\text{g/L}$ entre los 5 y 10 m, además, en esta transecta el núcleo de valores $> 10 \mu\text{g/L}$ se extendió entre la superficie y los 30 m. Los núcleos de mayor tamaño fueron los de las transectas 21, y 27. En la 21 los valores $> 10 \mu\text{g/L}$ superaron las 10 mn.

En las 20 mn se observaron dos núcleos, uno de $> 5 \mu\text{g/L}$ centrado en los 20 m de la transecta 27 y otro de menor valor, $> 1 \mu\text{g/L}$, en la transecta 11.

La distribución vertical de feop (**Fig. 23**) presentó en general bajas concentraciones. Núcleos de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ se registraron las transectas: 1, 9, 17, 25 y 29, mientras que $> 2 \mu\text{g/L}$ se midieron en las transectas 3, 23 y 27. Los valores más altos correspondieron a la transecta 21 con más de $3 \mu\text{g/L}$, siendo esta además, la transecta que tuvo el núcleo de mayor tamaño. En la transecta 27, se registró un pequeño núcleo $> 1 \mu\text{g/L}$ en los 20 m de las 20 mn. Salvo las transectas 15 y 37 con valores cercanos a $0,2 \mu\text{g/L}$, el resto de las secciones presentó concentraciones máximas $> 0,5 \mu\text{g/L}$.

1.1.12.6. Distribución vertical de fluorescencia in vivo

Los menores valores de fliv (**Fig. 24**) se observaron en las transectas 37 y 39, con valores máximos > 3 volt, y en las transectas 5, 15, 33, 35 y 41 con máximos > 4 volt. Núcleos con valores máximos entre 5 y 6 volt se registraron en las transectas 1, 3, 7, 9, 11, 13, 19 y 25. En la transecta 17 se registró un núcleo costero superficial con más de 7 volt, mientras que, de valores más altos correspondieron a núcleos de > 10 volt en las transectas 21, 23, 27, 29 y 31, siendo este último el de menor tamaño suscrito sólo a los primeros metros de la estación costera. Las distribuciones de este grupo de transectas fueron muy similares a la distribución de cloa.



Núcleos subsuperficiales de valores > 5 volt se registraron en las 20 mn de las transectas 7, 9, 13, 23 y 27, esta última con valores > 10 volt. En la mayoría de las transectas se observaron núcleos de > 4 volt en las 20 mn. En general los valores > 5 volt no superaron los 20 m, salvo por las transectas 23 (30 m) y 27 (40 m), siendo esta última además, la que presentó el núcleo de mayor extensión, abarcando las 20 mn.

1.1.12.7. Asociación entre clorofila-a superficial, clorofila total, clorofila integrada y Fluorescencia.

Para la zona comprendida entre rada Paposo y punta Pozo el análisis exploratorio de los datos plotados sugirió como mejor modelo una relación exponencial en el ajuste entre la cloa v/s cloaint con un $R^2 = 0,7106 (r \cong 0,84)$ (**Fig. 25a**).

En los dos casos siguientes el modelo elegido fue de tipo lineal. El ajuste del modelo, mediante el método de mínimos cuadrados de todos los datos disponibles, arrojó un coeficiente de determinación en el caso de la cloat v/s fliv de $R^2 = 0,7409 (r \cong 0,86)$ (**Fig. 25b**), y en la asociación entre cloat y cloas el $R^2 = 0,7191 (r \cong 0,85)$ (**Fig 25c**).

2. Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2007. (Objetivo B3)

2.1. Fitoplancton

2.1.1. Análisis taxonómico

En el análisis taxonómico del fitoplancton se identificó un total de 91 especies. La clase Bacillariophyceae alcanzó un total de 52 especies (57%), de las cuales 41 corresponden a diatomeas centrales y las 11 restantes a diatomeas pennadas. De la clase Pyrrophyceae (Dinophyceae) se registraron 36 especies (40%). Finalmente se



identificó 2 especies (2%) de la clase Chrysophyceae (silicoflagelados) y 1 (1%) especie de cocolitoforido.

2.1.2. Análisis cuantitativo

Del total de 91 especies identificadas en el análisis cualitativo solo 36 especies (39%) estuvieron presentes en el análisis cuantitativo realizado a 0 y 10 m de profundidad, donde predominó el grupo de la diatomeas con 42 especies, seguido por el grupo de los dinoflagelados con 35 especies. De esta clase 26 especies se presentaron en la muestra de red. De los dos silicoflagelados de la muestra de red solo *Dictyocha fibula* se presentó en el análisis cuantitativo.

2.1.3. Densidad Celular

La densidad celular total del área muestreada a los 0 y 10m de profundidad alcanzó a 24.745.233 cel/L, donde a los 0m tuvo una densidad de 15.249.189 cel/L, donde las diatomeas aportaron un 99% (15.118.709 cel/L), los dinoflagelados aportaron un 0.8% (121.600 cel/L) y los demás restantes aportaron un 0.2% (8.880 cel/L). A los 10m la densidad fue de 9.496.044 cel/L, donde las diatomeas aportaron un 99% (9.412.124 cel/L), los dinoflagelados aportaron un 0.9% (80.960 cel/L) y los demás restantes aportaron un 0.1% (2.960 cel/L).

Al analizar la distribución horizontal de las isoclinas de densidad celular total se observó para los 0m que las estaciones ubicadas entre Caleta Chañaral y la Bahía de Coquimbo presentaron las más altas densidades (estaciones de la 61 con 3.403.440 cel/L a la estación 75 con 2.805.960 cel/L) cuyas especie más representativa es la diatomea *Leptocylindrus danicus* secundadas por especie del genero chaetoceros. Las estaciones 62, 67, 72, 73 y 74 (con valores menores a 100.000 cel/L), las estaciones 63 y 65 (con 109.840 y 187.640 cel/L), las estaciones 64 y 68 (403.560 y 440.160 cel/L), las estaciones 66, 69, 70 y 71 (valores mayores a 1.000.000 cel/L) (**Fig. 26**).



Las estaciones ubicadas al norte de Bahía Chañaral (estaci3n 2 a la 60) presentaron una densidad celular mayor con respecto a las estaciones ubicadas al sur de Bahía Coquimbo con valores que van desde las 400 cel/L (estaci3n 37) hasta las 308.960 cel/L (estaci3n 30), mientras que las estaciones 35, 36, 45, 53, 54, 55 y 59 variaron sus valores entre las 100.240 y 183.440 cel/L donde las especies *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros compressus* y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* son las dominantes. El resto de las estaciones presentaron valores menores las 100000 cel/L. (**Fig. 26**)

Las estaciones ubicadas al sur de bahía Coquimbo que van desde la estaci3n 77 a la 104 presentaron las menores densidades celular con respecto a las demás estaciones con valores que van desde las 2.640 cel/L (estaci3n 104) hasta las 26.280 cel/L (estaci3n 78), sigue siendo *Leptocylindrus danicus* como especie abundante, pero ahora le secunda *Chaetoceros convolutus*.

La estructura de distribuci3n de la densidad fitoplanct3nica los 10m de profundidad es muy similar a la observada a los 0m (**Fig. 26**), donde las estaciones ubicadas entre Caleta Chañaral y la Bahía de Coquimbo presentaron las más altas densidades (estaciones de la 61 con 1.013.840 cel/L a la estaci3n 75 con 2.281.720 cel/L), cabe seÑalar que son levemente inferior a las densidades superficiales.

Las estaciones ubicadas al norte de Bahía Chañaral (estaci3n 2 a la 60) presentaron una densidad celular mayor con respecto a las estaciones ubicadas al sur de Bahía Coquimbo con valores que van desde las 320 cel/L (estaci3n 2) hasta las 407.800 cel/L (estaci3n 24).

Tambi3n se registr3 que las estaciones 9, 20, 30, 59 y 60 presentaron valores entre las 100.000 y 200.000 cel/L.



Las estaciones ubicadas al sur de bahía Coquimbo que van desde la estación 77 a la 104 presentaron las menores densidades celular con respecto a las demás estaciones con valores que van desde las 1.240 cel/L (estación 88) hasta las 12.760 cel/L (estación 90) (**Fig. 26**).

2.2. Biomasa

La biomasa total del área de estudio a nivel superficial fue de 4,282 ugC/L , mientras que a 10 m de profundidad fue de 2,753 ugC/L donde las diatomeas aportaron un 93,60% los dinoflagelados un 6,39% y los silicoflagelados un 0,01% de la biomasa total.

Las mayores biomasa de carbono se presenta en superficie de la estación 61 con 618 ugC/L y le secunda la estación 71 con 551 ugC/L (**Fig. 27**), ambas estaciones están pegadas a línea de costa, y cabe señalar que la especie que más aporta a esta biomasa es *Letocylindrus danicus*, mientras que las menores biomasa de carbono se registraron al sur de Coquimbo detectándose 0,1 ugC/L (Est 104). En figura 27 se puede observar que la distribución superficial de la biomasa de carbono presenta una estructura de distribución muy similar a la de densidad fitoplanctónica tanto a nivel superficial como a 10m de profundidad (**Fig. 27**), donde se puede observar que en la zona costera al sur de carrizal se presentan las mayores biomasa (> 300 ugC/L) mientras que el resto del área de estudio los valores caen menos de 50 ugC/L, con la excepción de la estación 10, frente a Taltal con biomasa de 88 ugC/L y la estación 24 (>100 ugC/L) frente a Caleta barquito. Cabe señalar que esta biomasa de carbono la componen especialmente especie *Leptocylindrus danicus* y especies del genero *Chaetoceros*. A los 10 m de profundidad se mantiene la misma estructura de distribución, pero con la salvedad de registrarse valores de biomasa de carbono inferiores a los de superficie (**Fig. 27**).



2.2.1. Zooplancton

Los mayores volúmenes del zooplancton (cm^3 de zooplancton / 1.000 m^3) se encontraron en estaciones costeras del extremo norte de la zona de estudio y al sur de caleta Chañaral, estaciones que superaron los 1.000 cm^3 de zooplancton / 1.000 m^3 . Los valores máximos se encontraron en las estaciones, 4, 8, 70 y 90, con valores comprendidos entre 4.014 y 2.389 cm^3 de zooplancton / 1.000 m^3 , mientras que los menores valores del volumen zooplanctónico ($< 200 \text{ cm}^3$ / 1.000 m^3), se encontraron en tres estaciones costeras próximas a Caldera, tres estaciones oceánicas ubicadas entre esta localidad y Huayco y la mayoría de las estaciones ubicadas al sur de bahía Tongoy, tanto costeras como oceánicas (**Fig. 28 y 29**). Los mínimos ($> 100 \text{ cm}^3$ / 1.000 m^3) se detectaron en las estaciones 86 y 98, ubicadas en la costa comprendida entre punta Lengua de Vaca y Puerto Oscuro (**Fig. 29**). En general, no se pudo apreciar alguna tendencia en la distribución de esta medida del zooplancton, producto de la variada composición de este y la fuerte influencia que tienen los componentes gelatinosos en él.

Respecto del número de zooplancteres capturados, los mayores valores se encontraron principalmente en estaciones costeras (Est. 5, 25 y 46), con valores superiores a los 2.000.000 de ejemplares en 1.000 m^3 de agua filtrada, constituidos mayoritariamente por copépodos. Destaca entre ellas la estación 25 en la que se capturaron más de 7 millones de zooplancteres. Otras estaciones que superaron el millón de zooplancteres también tuvieron distribución preferentemente costera, con la excepción de las estaciones más oceánicas de los transectos próximos al puerto Huasco (**Fig. 30 y 31**).

Los menores valores (> 50.000 zooplancteres) se encontraron principalmente en estaciones intermedias de los transectos, además de una costera entre Paposos y Taltal y una oceánica en el trayecto inmediatamente al norte de Caldera (**Fig. 30 y 31**). Destacan entre las áreas de menor número de zooplancteres



Coquimbo y tres estaciones oceánicas frente a Puerto Oscuro (**Fig. 31**).

En general se puede señalar que existió una importante relación entre el volumen del zooplancton y el número de zooplancteres capturados.

Los copépodos fueron el grupo más abundante del muestreo, con dominancia que sobrepasó el 84 % del total de zooplancteres capturados (**Tabla 3**). Se encontraron en todas las muestras obtenidas y estuvieron constituidos mayoritariamente por ejemplares del orden Calanoida.

Entre los restantes grupos, destacan por su gran abundancia relativa los briozoos, quetognatos, gasterópodos, eufáusidos y apendicularias, que en el total sobrepasaron el millón de ejemplares. Aunque todos ellos estuvieron presente en más del 60 % de las estaciones muestreadas, apendicularias y eufáusidos tuvieron más de 90 % de frecuencia de ocurrencia. La dominancia numérica de estos grupos sólo estuvo comprendida entre 1,70 y 2,63 % del total de ejemplares capturados (**Tabla 3**).

Sifonóforos, larvas de cirripedios y larvas de decápodos tuvieron dominancias próximas al 1 % (770.706 a 507.618 ejemplares total). De ellos, los sifonóforos y las larvas de decápodos se encontraron en más del 80 % de las estaciones (**Tabla 3**). Ostrácodos, amphipodos e ictioplancton fueron grupos de gran frecuencia de ocurrencia, aunque de dominancia numérica baja (< 0,5 %).

Los restantes grupos encontrados, tuvieron escasa dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia, con abundancias totales inferiores a 200.000 ejemplares / 1,000 m³. Los grupos de menor dominancia numérica fueron las paralarvas de cefalópodos 4, los cumaceos 1, las salpas y los juveniles de amfioxus 3, con abundancias totales inferiores a 1.000 ejemplares / 1,000 m³ y



presentes en cuatro, una, tres y tres estaciones, respectivamente.

Los copépodos en general superaron el 75 % del total de zooplancteres en el 66 % de las muestras del área de estudio (**Fig. 32 y 33**) y en el 27 % de ellas constituyeron más del 90 % del total de las muestras. Estas últimas muestras tuvieron distribución preferentemente costera. Sólo frente a caleta Barquito y en el área de caleta Chañaral se encontraron estos valores en las estaciones más alejadas de la costa (**Fig. 32 y 33**). En tres estaciones, este porcentaje fue inferior al 50 %, como es el caso de las estaciones 1, 23 y 80, en las que los copépodos se encontraron en mínimas concentraciones (14,9; 17,5 y 18,4 %, respectivamente). Coincidentemente, en estas estaciones, los eufáusidos tuvieron abundancias superiores al 20 %.

Este grupo (eufáusidos) fue el segundo en importancia numérica (2,63 % de dominancia), y amplia distribución, con frecuencia de ocurrencia de 96,81 % (**Tabla 3**).

Las mayores concentraciones de los ejemplares de este grupo (>10 % del total de zooplancteres), se encontraron en nueve estaciones costeras y dos oceánicas, con máximo de 34,3 % de los zooplancteres, en la estación 90, ubicada en la costa del transecto al sur de punta Lengua de Vaca (**Fig. 32 y 33**).

De los restantes grupos, las medusas sólo en la estación 23, ubicada al norte de caleta Barquito, representaron más del 10 % del total de zooplancteres, mientras que los sifonóforos, en cinco estaciones, sólo de la parte norte de la zona de estudio tuvieron porcentajes de dos dígitos, comprendidos entre 11,3 y 15,6 % de los zooplancteres capturados (**Fig. 32 y 33**).

Los quetognatos, aún teniendo una amplia distribución (68 % de frecuencia de ocurrencia), fueron más del 10% de los zooplancteres en 12 estaciones, con máximos de 45,8 y 37,6 % en las estaciones 1 y 98, respectivamente (**Fig. 32**



y 33).

Los cladoceros, ostrácodos y larvas de cirripedios, tuvieron porcentajes superiores al 10 % en las muestras, sólo en una estación cada grupo. El primero de ellos con 26,2 % en la estación 76. El segundo, de amplia distribución (92,55 % de frecuencia de ocurrencia) con 12 % de los zooplancteres en la estación 84 y larvas de cirripedios, principalmente en estado de nauplio con 14,9 % en la estación 61 (**Fig. 32 y 33**).

Las larvas de decápodos, que se encontraron en el 97,87 % de las muestras, fueron poco abundantes en las muestras, con máximo de 39,9 % de los zooplancteres en la estación 80 (próxima a Coquimbo), única estación que superó los dos dígitos en porcentaje (**Fig. 32 y 33**). Estas larvas estuvieron constituidas principalmente por Brachyura y Caridea.

Las apendicularias, que se encontraron en el 63,83 % de las estaciones, en tres de ellas superaron el 10 % de los ejemplares de las muestras, con máximo de 19,7 % en la estación 70, ubicada frente a punta Choros (**Fig. 32**).

En los restantes grupos, de diversa frecuencia de ocurrencia (**Tabla 3**), la representación porcentual en las muestras no llegó al 10 % de ellas y en la mayoría de los casos fueron inferiores a 1 %.

Los zooplancteres de mayor tamaño fueron los sifonóforos, ctenóforos y heterópodos, con tallas máximas de 23 mm (**Tabla 4**). Estos animales tienen un alto contenido de agua en su cuerpo, por lo que aportan poco como alimento. Las larvas de peces, quetognatos y eufáusidos, también tuvieron tallas máximas próximas a los 20 mm, de los cuales los últimos son los de mayor aporte nutricional como presas.

Medusas, doliolidos, poliquetos, estomatópodos y amphioxus tuvieron tallas máximas



próximas a 10 mm, de los cuales los dos primeros se encuentran entre los denominados gelatinosos, por su gran contenido de agua corpórea.

Los restantes grupos tuvieron tallas máximas inferiores a 5 mm, entre los cuales se encuentran los copépodos (5.000 μ).

3. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad. (Objetivo B2).

3.1. Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C “Abate Molina”

El arte de pesca utilizado para la identificación de ecotrazos y obtención de muestras biológicas, es una red de arrastre de media agua de cuatro paneles modelo ENGEL, con un tamaño de malla en el copo de 12 mm, diseñada específicamente para operar en el B/C Abate Molina, para la captura de peces de pequeño tamaño.

Debido a las dificultades que implica realizar un estudio de selectividad con esta red, la efectividad en la captura de ejemplares de pequeño tamaño como la anchoveta, se analiza mediante la comparación de la estructura de tallas obtenida en el crucero de evaluación RECLAN 0602 (febrero 2006) y el presente crucero RECLAN 0702, respecto de la estructura de tallas obtenidas por la flota cerquera artesanal, que operó en forma simultáneamente a los períodos en los que se realizaron los cruceros de evaluación. Durante el presente crucero (RECLAN 0702), se utilizó la estructura de talla obtenida en los lances de cerco realizados por embarcaciones artesanales con participación directa e indirecta en la evaluación. En este sentido, es preciso destacar que



dentro del marco de proyecto de evaluación hidroacústica, se adicionó información proveniente de 10 embarcaciones artesanales de la III Región, las que no participaron directamente en la evaluación hidroacústica (**Tabla 5**). La información que se consideró dentro del estudio, correspondió a muestreos de frecuencia, biológicos y de captura.

Los lances de cerco realizados se correspondieron geográficamente con los lances efectuados por el B/C Abate Molina, y se realizaron en aquellas áreas en donde el B/C Abate Molina no pudo operar por proximidad a la línea de costa (sesgo de orilla).

La comparación de la estructura de tallas se realiza mediante los rangos de captura y la frecuencia acumulada, la que se considera como la ojiva de selectividad, determinándose la talla de retención ($L_{50\%}$) y el rango de selección que se calcula como la diferencia entre la $L_{25\%}$ y $L_{75\%}$.

a. Estructura de tallas capturadas con red de cerco

Para anchoveta se observa que durante el crucero realizado en febrero de 2006 (RECLAN 0602), la estructura de talla se presentó unimodal, con moda centrada en 10,5 cm y un rango de tallas que fluctuó entre 8,5 cm y 18 cm. El presente crucero (RECLAN 0702) también muestra una estructura del tipo unimodal, la que se centró en 14,5 cm con rango de tallas que varió entre 8 cm y 18 cm (**Fig. 34**). En ambos cruceros se observa similar rango de tallas, sin embargo, en el presente crucero se tiene un fuerte desplazamiento en la estructura de talla hacia tallas mayores, obteniéndose un aumento de 4 cm en la talla modal del presente crucero, respecto del crucero realizado en febrero de 2006 (**Fig. 34**).



b. Estructura de tallas capturadas con red de media agua

Respecto de la estructura de talla de los individuos capturados con red de arrastre de media agua, se observa que durante el crucero realizado en febrero de 2006 (RECLAN 0602) la estructura de tallas fue bimodal registrándose la moda principal en 10,5 cm y la moda secundaria en 16 cm, mientras que el rango de tallas vari3 entre 8 cm y 18,5 cm. En el presente crucero (RECLAN 0702), la estructura de talla obtenida con red de arrastre de media agua se present3 multimodal, observándose la moda principal en 16,5 cm, mientras que las modas secundarias se centraron en 14,5 cm y 12 cm, el rango de tallas fluctu3 entre 6 cm y 18,5 cm (**Fig. 34**). Del mismo modo que las capturas con cerco, se tiene un desplazamiento de la estructura de tallas hacia tallas mayores de los individuos en el presente crucero, respecto del crucero realizado en febrero de 2006.

3.1.1 Comparaci3n estructura de tallas entre cerco y arrastre

En t3rminos generales, la longitud de retenci3n al 50% (**L50%**) obtenida a trav3s de la red de arrastre de media agua modelo Engel, fue levemente inferior a la obtenida con red de cerco, obteniéndose una variaci3n en la estructura de talla, para ambos tipos de red, de 0,3 cm (**Tabla 6**). Del mismo modo, la longitud de retenci3n 25% (**L25%**), obtenida con red de arrastre de media agua fue inferior a la obtenida con red de cerco, diferencia que fue casi de 1 cm. Situaci3n contraria se observ3 en la longitud de retenci3n 75% (**L75%**), la que fue mayor en la red de arrastre de media agua, respecto de la red de cerco (**Tabla 6**).

Respecto del crucero realizado en febrero de 2006, el presente crucero (RECLAN 0702) evidencia un aumento en la estructura de talla de los individuos capturados tanto con red de cerco como arrastre de media agua, en este sentido,



las mayores diferencias se registraron en la longitudes de retención 50% y 75% (**Tabla 6**).

3.2. Composición de tallas y pesos del stock reclutas de anchoveta en el área de estudio.

Durante el desarrollo del crucero de evaluación hidroacústica realizado entre la III y IV regiones, se efectuaron un total de 46 lances de pesca, de los cuales 25 fueron realizados por el B/C Abate Molina y 21 por embarcaciones artesanales pertenecientes a la III y IV regiones (**Tabla 7 y 8**). Del total de lances realizados en el transcurso de la evaluación 33 registraron (71,7%) captura positiva de anchoveta. Del total de lances realizados por el B/C Abate Molina 12 presentaron captura positiva de anchoveta, lo que representó el 48% (**Tabla 7**), mientras que del total de lances realizado por las embarcaciones artesanales, el 100% de éstos presentaron captura positiva de anchoveta (**Tabla 7**).

Considerando la información de captura proveniente del B/C Abate Molina y de todas las embarcaciones artesanales, con participación directa e indirecta, la captura total del crucero alcanzó a 757.305 kg. De esta captura, 744.925 kg (98,4%) correspondieron a anchoveta, mientras que 12.380 kg (1,6%) correspondió a otras especies (**Tabla 5, 7 y 9**). Por otro lado, considerando la captura realizada por B/C Abate Molina y las embarcaciones artesanales con participación directa en el crucero de evaluación (**Tabla 5 y 7**), la captura total fue de 282.305 kg, con 269.925 kg (95,6%) para anchoveta y 12.380 kg (4,4%) para otras especies. En ambos casos, la captura incidental de otras especies fue realizada en su totalidad por el B/C Abate Molina.

El B/C Abate Molina, (**Tabla 7**) tuvo un registro de 24.655 kg de captura total, con 12.275 kg (49,8%) de anchoveta y 12.380 kg (50,2%) de otras especies. La fauna



acompañante estuvo representada mayoritariamente por jurel (11.603 kg; 47,1%), seguido en importancia por caballa (569 kg; 2,3%). Las restantes especies capturadas por el B/C Abate Molina como fauna acompañante no representaron más del 0,5% del total.

3.3. Estructura de tallas de anchoveta

3.3.1. Estructura de tallas de anchoveta en la zona total.

Para el área total de estudio, el conjunto de estructuras de talla obtenidas a partir de los lances de identificación realizados por el B/C Abate Molina y las embarcaciones artesanales con participación directa e indirecta, muestran una estructura multimodal observándose que la moda principal se centró en 14,5 cm mientras que las modas secundarias se localizaron en 13,5 cm y 16,5 cm (**Fig. 35**), el rango de talla en el área total de estudio varió entre 6 cm y 18,5 cm con talla promedio de 13,7 cm y peso medio de 18,7 g. Para la zona total de estudio, la talla media fue 10,8 cm y peso medio de 8,5 g (**Tabla 8**). Para las capturas realizadas con red de arrastre de media agua, la estructura de talla se presentó multimodal, centrándose la moda principal en 16,5 cm y las modas secundarias en 14,5 cm y 12 cm, el rango de talla varió entre 6 cm y 18,5 cm, con talla media de 13,6 cm, y peso medio de 19 g. La talla promedio fue de 10,8 cm y peso medio de 8,2 g. En las capturas con cerco la estructura de tallas fue multimodal, con moda principal centrada en 12,5 cm y modas secundarias en 13,5 cm y 14,5 cm el rango de tallas fluctuó entre 8 cm y 18 cm, la talla y peso medio fueron 13,7 cm y 18,3 cm, respectivamente. La longitud y peso medio de los reclutas fue 10,9 cm y 8,9 g, respectivamente.

En la subzona 1 (24°55'S – 25°15'S), sólo se realizaron 3 lances de pesca con red de arrastre de media agua, obteniéndose en 2 (66,7%) lances captura positiva de



anchoveta. La estructura de tallas fue unimodal centrada en 16,5 cm con rango que varió entre 14 cm y 18,5 cm. La talla media fue de 16,2 cm con peso promedio de 30,9 g (**Tabla 8** y **Fig. 36**). En esta subzona no se detectó la presencia de individuos reclutas.

Para la subzona 2 (25°15'S – 26°45'S) el total de lances realizados fue de 29, detectándose en 17 (58,6%) lances captura de anchoveta. La estructura de tallas fue bimodal centrándose la moda principal en 14,5 cm y la secundaria en 16,5 cm, el rango de tallas varió entre 9 cm y 18 cm, estimándose un peso y longitud media de 21,7 g y 14,5 cm, respectivamente, los reclutas aportaron en número el 6,9%, mientras que en peso representaron el 2,6%, la talla y peso medio de la fracción recluta fue de 10,8 cm y 8,1 g, respectivamente (**Tabla 8** y **Fig. 37, 38, 39 y 40**). Las capturas con red de arrastre de media agua presentaron una estructura de tallas bimodal con moda principal en 14,5 cm y secundaria en 16,5 cm, la talla media fue 14,4 cm con peso medio de 21,8 g, la fracción recluta en número y peso representó fue el 1,7% y el 0,8%, estimándose talla media de 11,7 cm y peso medio de 10,5 g. Para los individuos capturados con red de cerco, la estructura de talla fue multimodal con moda principal centrada en 15 cm y secundarias en 16,5 cm y 11 cm, el rango de tallas fluctuó entre 8 cm y 18 cm, la talla y peso promedio fueron 14,5 cm y 21,4 g, respectivamente, la fracción recluta capturada participó en número con el 14,1% mientras que en peso el aporte fue de 21,4%, la talla media fue de 10,7 cm con peso medio de 7,7 g.

En la subzona 3 (26°45'S – 29°18'S) el 100% de los lances de pesca resultó con captura positiva de anchoveta, observándose una estructura de talla unimodal centrada en 13,5 cm con rango de talla entre 10 cm y 17,5 cm, el peso y longitud promedio fueron 13,5 g y 12,6 cm, respectivamente, los reclutas representaron en número el 42,4% y en peso el 31,5%, estimándose un peso medio de 10 g y longitud promedio de 11,5 cm (**Tabla 8** y **Fig. 41 y 42**). Para la red de arrastre de



media agua, la estructura de talla de los individuos se present3 unimodal centrada en 13,5 cm, el rango de tallas vari3 entre 10 cm y 14,5 cm, la talla y peso medio fueron 11,8 cm y 10,8 g, respectivamente, la fracci3n de individuos reclutas aportaron en n3mero el 72,5% y en peso el 65,1%, estim3ndose la talla media en 11,4 cm y el peso medio en 9,7 g. En cerco la estructura de talla tambi3n fue unimodal centrada en 13,5 cm con un rango que fluctu3 entre 11,5 cm y 17,5 cm, la talla y peso medio de los individuos capturados fue 13,3 cm 15,8 g, respectivamente, mientras que los reclutas capturados con cerco presentaron talla media de 11,9 cm y peso promedio de 11,2 g, estim3ndose su participaci3n en n3mero de 15,6% y en peso de 11%.

Para la subzona 4 (29°18'S – 29°57'S) se realizaron un total de 4 lances de pesca, resultando el 100% de 3stos con captura positiva de anchoveta, la estructura de talla se present3 multimodal, la moda principal se centr3 en 16,5 cm y las secundarias en 14,5 cm y 13,5 cm, el rango de tallas vari3 entre 8,5 cm y 17,5 cm. El peso y longitud promedio fueron 22,7 g y 14,8 cm, respectivamente. Los reclutas representaron en n3mero el 10,6% mientras que en peso participaron con el 4,3%, el peso y longitud promedio fueron 9,3 g y 11,4 cm, respectivamente (**Tabla 8** y **Fig. 43**). En las capturas realizadas con red de arrastre de media agua la estructura de tallas fue multimodal, centr3ndose la moda principal en 16,5 cm y las modas secundarias en 14,5 cm y 13,5 cm, el rango de tallas vari3 entre 8,5 cm y 17,5 cm la longitud promedio fue 14,4 cm con peso medio de 20,9 g, los reclutas representaron en n3mero el 16,1% mientras que en peso el 9,2%, la talla y peso medio fueron 11,4 cm y 9,2 g, respectivamente. Para los lances realizados con red de cerco, la estructura de tallas fue multimodal, la moda principal se centr3 en 16 cm y las secundarias en 14,5 cm y 13,5 cm, con un rango que fluctu3 entre 12 cm y 17,5 cm, la longitud media fue 15,3 cm con peso promedio de 25,9 g. La fracci3n recluta represent3 en n3mero y peso el 0,5% y el 0,2 %, respectivamente, con longitud media de 12 cm y peso medio de 11,5 g.



En la subzona 5 (29°57'S – 31°55') el 100% de los lances realizados obtuvo captura positiva de anchoveta, observándose una estructura de tallas unimodal centrada en 10,5 cm con rango que vari3 entre 6 cm y 17,5 cm. El peso promedio en la subzona fue de 9,6 g con longitud media de 11,1 cm. Los reclutas representaron en n3mero y peso el 75,7% y 56,9%, respectivamente, con peso medio de 7,2 g y longitud media de 10,2 cm (**Tabla 8 y Fig. 44**). Para red de arrastre de media agua, la estructura de tallas fue unimodal centrada en 10,5 cm, sugiriéndose una moda secundaria en 12,5 cm, el rango de tallas vari3 entre 6 cm y 17,5 cm la longitud y peso promedio fueron 10,7 cm y 8,3 g, respectivamente, los reclutas representaron en n3mero y peso 76,6% y 59,4%, respectivamente, estimándose la talla media en 9,9 cm y el peso medio en 6,4 g. Para las capturas realizadas con red de cerco, la estructura de tallas se present3 multimodal, con moda principal centrada en 10,5 cm y secundarias en 11,5 cm y 12,5 cm, el rango de tallas flucuo3 entre 8 cm y 17,5 cm con talla y peso medio de 11,6 cm y 11,6 g, respectivamente. Los reclutas capturados con cerco presentaron talla media de 10,6 cm y peso medio de 8,5 g, estimándose su participaci3n num3rica en 74,4% y en peso de 54,3%.

3.3.2. Estratificaci3n de las estructuras de tallas

En base a la similitud observada en las estructuras de talla y tallas modales de los lances de identificaci3n realizados por el B/C Abate Molina y las embarcaciones artesanales con participaci3n directa e indirecta, durante el per3odo de estudio, fue posible estructurar subzonas dentro del 3rea total de estudio (**Fig. 36 a 45 y Tabla 10**).

- Subzona 1: latitudinalmente se estableci3 entre los 24°55' S y los 25°15' S agrupando los lances 2 y 3 realizados por el B/C Abate Molina. La subzona se caracteriz3 por presentar una estructura de talla unimodal centrada en 16,5 cm con rango de talla localizado entre 14,5 cm y 18,5 cm. Esta



subzona no presentó individuos reclutas, la talla y peso medio de los individuos fueron 16,2 cm y 29,5 g, respectivamente.

- Subzona 2: se localizó entre los 25°15' S y los 26°45' S, agrupando los lances 4, 8 y 9 realizados por el B/C Abate Molina, lances 1, 14 y 16 realizados por la L/M La Raquel I y lances 3, 4 y 9 realizados por la L/M Don Pancraccio. Adicionalmente, la subzona incorpora los lances 5 y 17 realizados por la L/M José Edgardo, lances 7, 13 y 18 L/M Xolot, lance 6 L/M Trinidad y lances 12 y 15 L/M Don José Miguel. La estructura de talla se caracterizó por presentar una moda principal centrada en 14,5 cm, sugiriéndose una moda secundaria en 16,5 cm. el rango de tallas varió entre 8 cm y 18 cm, la talla y peso medio fueron 14,3 cm y 20,3 g, respectivamente. La fracción recluta representó el 8,9% estimándose talla y peso de 10,6 cm y 7,8 g, respectivamente.
- Subzona 3: se estableció latitudinalmente entre los 26°45' S y los 29°18' S reuniendo los lances 14 y 20 realizados por el B/C Abate Molina, lances 2 y 11 efectuados por la L/M La Raquel I y lance 19 realizado por la L/M Garota I. Adicionalmente, se incorpora el lance 8 realizado por L/M Don Benito II y lance 10 L/M Chelita I. La subzona presentó estructura de talla unimodal centrada en 12,5 cm, el rango de talla fluctuó entre 10 cm y 17,5 cm, la talla y peso medio de los individuos fueron 12,6 cm y 13,4 g, respectivamente. La proporción de reclutas en la subzona alcanzó a 35,9% con talla y peso promedio de 11,5 cm y 8,7 g, respectivamente.
- Subzona 4: esta se ubicó entre 29°18' S y los 29°57' S agrupando los lances 21, 22 y 23 realizados por el B/C Abate Molina y lance 20 efectuado por al L/M Jepe I. La subzona se caracterizó por presentar una estructura de talla del tipo multimodal, observándose la moda principal en 16,5 cm y modas secundarias en 14,5 cm y 13, cm, la talla y peso promedio fueron 14,8 cm y 22,8 g, respectivamente, el rango de talla en la subzona varió entre 8,5 cm y 17,5 cm. La



fracci3n de individuos reclutas represent3 el 10,2%, observ3ndose una talla promedio de 11,5 cm y peso medio de 8,8 g.

- Subzona 5: se localiz3 entre 29°57' S y los 31°55' S agrupando los lances 24 y 25 efectuados por el B/C Abate Molina y el lance 21 realizado por la L/M Garota I. La subzona present3 un estructura de tipo bimodal con moda principal centrada en 11,5 cm y moda secundaria en 12,5 cm, el rango de talla observado vari3 entre 6 cm y 17,5 cm, la talla media de los individuos fue 10,7 cm con peso promedio de 8,5 g. La subzona se caracteriz3 por una alta incidencia de reclutas (82,9%), o cuales registraron una talla promedio de 10,2 cm y peso promedio de 7,3 g.

3.3.2.1. An3lisis estadístico de la estratificaci3n de las subzonas mediante la D3cima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)

Con el fin de verificar estadísticamente las subdivisiones establecidas en el 3rea de estudio, a partir de la estratificaci3n de las estructuras de talla observadas, se aplic3 la prueba estadística DHG (d3cima de heterogeneidad generalizada) con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

Para el 3rea total de estudio, se tiene que las 5 subzonas establecidas presentaron estructuras de talla distintas entre s3, rechazando la hip3tesis nula (H_0), en este sentido, se tiene que la estructura de tallas generada por el conjunto de lances dentro de la subzona no cumple el supuesto de homogeneidad, presentando diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla global generada por el total de lances en el 3rea de estudio (**Tabla 11**).

En la subzona 1, se tiene que el 100% de los lances asignados cumple el supuesto de homogeneidad en la estructura de talla, es decir, la estructura de tallas generada



por cada lance de pesca asignado no muestra diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura global formada por el conjunto de lances (**Tabla 12**).

Para la subzona 2, se tiene que la prueba estadística muestra que el 94,12% de los lances de pesca asignados cumple el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de talla, no existiendo evidencias que permitan rechazar la hipótesis nula. Solo el lance 1 efectuado por la L/M La Raquel I rechaza la hipótesis nula (**Tabla 13**) evidenciando una estructura distinta con tallas modales desplazadas hacia tallas menores de 12 cm. Sin embargo, se considera dentro de la subzona por la cercanía de éste con los restantes lances efectuados por las demás embarcaciones artesanales.

En la subzona 3 se observa que del total de lances de pesca asignados, 85,71% de estos cumple el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de talla no presentando diferencias significativas respecto de la estructura total generada por el conjunto de lances en la subzona (**Tabla 14**). Sólo el lance 8 realizado por la L/M Don Benito II muestra un estructura levemente distinta con un rango de talla más acotado que el resto de los lances asignados a esta subzona.

Subzona 4 mostró un 75% de aprobación en los lances de pesca asignados, no existiendo evidencias estadísticas que permitan rechazar la hipótesis nula (H_0), en otras palabras, los lances aprobados cumplieron el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de tallas respecto de la estructura global generada por todos los lances de pesca contenidos en la subzona (**Tabla 15**). Solo el lance 22 realizado por B/C Abate Molina no cumple el supuesto de homogeneidad, presentando una estructura de talla distinta con desplazamiento de la moda principal hacia tallas menores de 14 cm.



En la subzona 5, se observa que el 66,67% de los lances de pesca asignados no mostraron diferencias estadísticamente significativas, respecto de la estructura global de talla formada por el total de lances en la subzona, no rechazando la hipótesis nula (H_0) de homogeneidad en sus estructuras (**Tabla 16**). Solo el lance 2 realizado por la L/M Garota I muestra una estructura distinta con un menor rango de tallas y una estructura de tipo unimodal, sin embargo, se considera dentro de la subzona por su cercanía con el lance 24 realizado por el B/C abate Molina.

3.4. Relaciones longitud-peso de anchoveta.

3.4.1. Modelos lineales

Para el conjunto de pares de datos longitud – peso obtenidos a partir de los lances de identificación realizados por el B/C Abate Molina y los lances de pesca correspondientes a las embarcaciones artesanales con participación directa e indirecta en el marco del proyecto de evaluación, se estimó la relación longitud – peso para las subzonas establecidas a partir de la estratificación de tallas y para el área total de estudio, mediante la aplicación del modelo lineal. La estimación se realizó ajustando una regresión lineal para todo los pares de datos disponibles (**Fig. 46**).

El mejor grado de ajuste de la relación se observó en la subzona 4, estimándose el valor de $R^2 = 0,974$, mientras que en la subzona 1 se presentó el menor grado de ajuste ($R^2 = 0,8294$) (**Fig. 46** y **Tabla 17**). El análisis de varianza (ANDEVA), muestra que la relación longitud – peso establecida para cada subzona (**Tabla 18**), no cumple el supuesto de igualdad entre las regresiones rechazándose la hipótesis nula (H_0 : regresiones iguales), en este sentido, es posible establecer que cada subzona presenta una regresión en particular, las que se encuentran dentro de rangos de tallas acotados para cada subzona,



situación que es más evidente en la subzona 1. El análisis de varianza (**Tabla 19**) explica de manera adecuada el grado de ajuste de los pares de datos de cada subzona, de lo anterior se tiene que la variable peso esta explicada, con un 95% de confianza, por la variable talla. De lo anterior, se establece que el modelo lineal ajustado para todo los pares de datos disponibles, sea representativo de toda la estructura de tallas presentes en la zona de estudio (**Fig. 46**).

En la **tabla 20** se tienen los pesos medios estimados a partir de los parámetros de regresión lineal por subzona. La subzona 1 presenta pesos mayores respecto de las subzona 3, 4 y 5 en todo el rango de tallas comparado, respecto de la subzona 2, los pesos fueron mayores entre 0,2 g y 1,7 g en el rango 14 cm a 16,5 cm, mientras que en el rango 17 cm a 18 cm los pesos de la subzona 2 fueron mayores entre 0,3 g y 1,5 g. La subzona 2 presentó pesos mayores, respecto de las subzonas 3, 4 y 5, en todo el rango de tallas comparado, diferencias que variaron entre un mínimo de 0,1 g y un máximo de 0,8 g. La subzona 3 mostró pesos mayores entre 0,04 g y 0,4 g respecto de la subzona 4, en el rango 10 cm a 13 cm, en el rango 13,5 cm a 17,5 cm los pesos fueron menores entre 0,1 g y 2,5 g, respecto de la subzona 5, la subzona 3 mostró pesos menores entre 0,03 g y 0,1 g en el rango 10 cm a 12 cm, mientras que en el rango 12,5 cm a 17,5 cm la subzona 3 presentó pesos mayores entre 0,02 g y 1,4 g. La subzona 4 presentó pesos menores entre 0,1 g y 0,5 g en el rango 8,5 cm a 12,5 cm, mientras que en el rango 13 cm a 17,5 cm los pesos fueron mayores para la subzona 4 entre 0,04 g y 3,8 g.

3.4.2. Modelos no lineales

Para anchoveta se estimó una relación de longitud peso a través del modelo no lineal para la zona total de estudio. El grado de ajuste obtenido a través de este modelo (**Tabla 17**), fue $R^2=0,9819$, el que fue superior al obtenido con el método lineal. En la **tabla 20** muestra la comparación de pesos entre ambos modelos, donde se observa que los



pesos estimados a través del modelo no lineal fueron levemente mayores en todo el rango de tallas, diferencias que variaron entre un mínimo de 0,01 g y un máximo de 0,1 g.

3.4.3 Comparación de pesos de anchoveta entre cruceros mediante el modelo lineal y no-lineal

Se efectuaron las estimaciones de los pesos a la talla de anchoveta, para los cruceros de evaluación realizados durante febrero del 2006 y marzo 2007 (RECLAN 0602 y 0703), mediante los parámetros obtenidos por medio de los modelos lineal y no lineal (**Tabla 21**).

Respecto del modelo lineal se observa que el presente crucero mostró pesos estimados a la talla menores entre 0,2% y 4,6%, respecto del crucero realizado en marzo de 2006, en el rango de talla 6 cm a 9,5 cm, mientras que en el rango de tallas 10 cm a 18,5 cm el modelo lineal fue favorable en el presente crucero estimándose pesos mayores entre un 0,3% y un 6,4% respecto del crucero realizado en el 2006. Para el modelo no lineal (**Tabla 21**), se observa que el presente crucero presentó pesos estimados menores respecto del crucero realizado durante el 2006, diferencias que variaron entre 0,3% y 3,4% en el rango de tallas 6 cm a 8 cm, mientras que en el rango de tallas 8,5 cm a 18,5 cm los pesos estimados fueron favorables al presente crucero entre un 0,4% y un 9,2%.

3.4.4. Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta

Se realizó un análisis de covarianza de las relaciones longitud-peso de cada subzona establecida según la estratificación de tallas mediante la prueba estadística de Tukey, donde la hipótesis nula (H_0) planteo que las regresiones son iguales la hipótesis alternativa (H_1) que las regresiones son distintas entre subzonas. Se compararon los parámetros de las regresiones por subzona en pares, estableciéndose 10 pares de



datos (**Tabla 22**). El análisis de covarianza muestra que todos los pares de datos presentan regresiones distintas con pendientes estadísticamente distintas entre sí con un nivel de significación del 5%.

3.5. Proporción sexual de anchoveta en la III y IV Regiones en el verano del 2007.

Para el área total de estudio la proporción de individuos sexualmente indeterminados alcanzó el 10%, del porcentaje restante la proporción de machos fue de 48,9% mientras que la proporción de hembras fue de 51,1%. A pesar del predominio de las hembras, se observa que los machos presentaron un leve predominio en el rango de tallas 12 cm a 15 cm (**Fig. 47**).

Según las subzonas establecidas por estratificación de tallas, se tiene que las subzonas 1 y 2 no presentaron individuos indeterminados sexualmente. En ambas subzonas se observa un predominio de las hembras por sobre los machos. En las subzonas 1 y 2, la proporción de hembras fue de 57,3% y 50,7%, respectivamente, mientras que la proporción de machos fue de 42,8% en la subzona 1 y de 49,3% en la subzona 2 (**Fig. 47**).

En la subzona 3, el 11,3% de los individuos muestreados se presentó sexualmente indeterminado, en los restantes individuos muestreados la proporción de machos alcanzó el 48,7% mientras que la proporción de hembras fue de 51,3%. En la subzona 4 la proporción de individuos sexualmente indeterminados fue de 1,6% del porcentaje restante, la proporción de machos fue de 48,2% mientras que la proporción de hembras fue de 51,8% (**Fig. 47**). La subzona 5 presentó la mayor proporción de individuos indeterminados sexualmente, alcanzando el 39,6%. De los restantes individuos, en la subzona, la proporción de machos alcanzó al 55,5%



mientras que las hembras representaron sólo el 44,5% (**Fig. 47**).

3.6. Índices Gonosomáticos (IGS) y estados de madurez de anchoveta en la III y IV Regiones en el verano del 2007

Para el total de estudio, se observa una evolución progresiva de los valores medios de IGS a medida que aumenta la talla de los individuos, observándose que machos y hembras presentan un comportamiento similar respecto del total (**Fig. 48**). Para la zona total, el valor medio de IGS fue de 1,7% con valor mínimo de 0,2% en 10 cm y máximo de 4,1% en 18 cm. En machos el valor medio del IGS fue 1,6% con valor mínimo 0,2% en las tallas 9 cm y 11,5 cm, el valor máximo fue de 3,7% en la talla 17 cm. En las hembras el IGS promedio fue de 1,8% con valor mínimo de 0,1% en la talla 10 cm, mientras que el máximo valor de IGS fue de 4,1% en la talla 18 cm (**Fig. 48**).

La subzona 1 presentó un valor promedio de IGS = 4,2%, presentando machos y hembras el mismo valor. Para la subzona total el valor mínimo de IGS fue de 2,3% en 14,5 cm y valor máximo de 4,9% en la talla 16 cm (**Fig. 48**). En machos el valor máximo de IGS fue 5% registrado en la talla 16 cm, mientras que el valor mínimo fue de 2,2% en 14 cm. Para las hembras el máximo valor de IGS fue de 5,4% registrado en la talla 14 cm, registrándose el valor mínimo de IGS en la talla 15 cm (2,4%) (**Fig. 48**).

En la subzona 2 el valor medio de IGS fue de 1,4%, observándose el valor mínimo en 13 cm (0,3%) y máximo en 17,5 cm (3,6%). Para machos y hembras los valores medios de IGS fueron 1,5% y 1,4%, respectivamente (**Fig. 48**). En los machos el valor mínimo de IGS fue 0,2% en la talla 13,5 cm, mientras que el mínimo valor de IGS fue de 6,7% en 17,5 cm, por otro lado, las hembras



mostraron un valor m3nimo de IGS = 0,2% en 13 cm y un m3ximo de 4,2% en la talla 11 cm (**Fig. 48**).

Para la subzona 3, el valor promedio general del IGS fue de 1,9%. En la subzona el valor m3nimo de IGS fue de 0,1% (11 cm), mientras que el m3ximo fue de 4,5% en la talla 17,5 cm (**Fig. 48**). Los machos presentaron valor m3nimo y m3ximo de 0,2% y 4,5% en las tallas 11,5 cm y 16 cm, respectivamente. En las hembras, el valor m3ximo de IGS fue de 4,5% en la talla 17,5 cm. mientras que el valor m3nimo fue de 0,1% en la talla 1 cm (**Fig. 48**).

En la subzona 4 se observ3 un valor promedio de IGS = 1,1% con valor promedio m3nimo de 0,1% en 12,5 cm y m3ximo de 2,2% en la talla 17,5 cm. En los machos el valor promedio de IGS fue de 0,7%, estim3ndose el valor m3ximo de IGS = 1,5% en 17 cm y el valor m3nimo de IGS = 0,2% en la talla 13 cm. Para las hembras el valor m3nimo de IGS fue de 0,1% en las tallas 13,5 cm y 14 cm, mientras que el valor m3ximo de IGS = 2,6% el que se observ3 en la talla 17,5 cm (**Fig. 48**).

La subzona 5 se caracteriz3 por presentar los menores valores de IGS. El valor medio de IGS en la subzona fue de 0,5% con valor m3nimo de 0,2% en la talla 13 cm y m3ximo de 2,4% en la talla 16,5 cm. En los machos el valor promedio de IGS fue de 0,6% observ3ndose un valor m3nimo de 0,2% en la talla 11 cm, mientras que el valor m3ximo se registr3 en la talla 16,5 cm (2,4%). Por su parte las hembras presentaron un valor promedio de IGS = 0,4%, registr3ndose el valor m3ximo en la talla 16,5 cm (2,3%) y m3nimo en 13 cm (0,1%) (**Fig. 48**).



En t3rminos generales, se aprecia un aumento de los valores de IGS a medida que aumenta la talla de los individuos, situaci3n que se evidencia con mayor claridad en la subzona 2, 4 y 5, como en el 3rea total de estudio (**Fig. 48**).

Respecto de los estados de madurez, en la zona total de estudio (**Fig. 49**) se presentaron estados de madurez sexual 1, 2, 3, 4, 5 y 6, siendo los estados de madurez 2 (50,3%) y 3 (31,2%) los de mayor participaci3n, seguidos en importancia por el estado 1 (8,2%), estado 5 (5,1%), estado 6 (3,9%) y el estado 4 (1,4%). Tanto en machos como en hembras se observ3 el predominio de los estados de madurez sexual 2 y 3. En los machos los estados 2 y 3 de madurez aportaron el 56,1% y el 22%, respectivamente, seguidos en importancia por el estado 1 (10,7%), estado 5 (6,5%), estado 4 (2,5%) y el estado 6 (2,2%). Para las hembras los estado de madurez 2 (44,7%) y 3 (40%) fueron predominantes en toda la zona de estudio, le siguieron en importancia los estados 1 (5,8%), 6 (5,6%), 5 (3,7%) y 4 (0,3%). Los estados de madurez 2 y 3 fueron predominantes en el rango de tallas 10 cm a 18 cm, mientras que los estados 4, 5 y 6 se presentaron en individuos mayores a 12 cm (**Fig. 49**).

En la subzona 1 s3lo se presentaron estados de madurez 2, 3 y 6 (**Fig. 50**), con fuerte predominio del estado 3 (84,8%) principalmente en el rango de tallas 15,5 cm a 18 cm. Los estados 2 y 6 representaron el 14% y el 1,3%, respectivamente, observ3ndose que el estado 2 fue predominante en el rango de talla 14 cm a 15 cm y el estado 6 predomin3 en individuos mayores de 18 cm. En los machos el estado de madurez 3 fue mayoritario representando el 74,9% de los casos, con predominio en el rango 15 cm a 17 cm, los estado 2 y 3 participaron con el 23,4% y el 1,8% de los casos, respectivamente. Para las hembras el estado de madurez 3 represent3 el 92,1% de los casos, seguido en importancia por el estado 2 (7%) y el estado 6 (0,9%), el estado 3 predomin3 en todo el rango de tallas (**Fig. 50**).



En la subzona 2 los estados de madurez 2 y 3 fueron mayoritarios, representando el 50,3% y el 29,5% de los casos, respectivamente (**Fig. 51**). Le siguieron en importancia los estado de madurez 5 (12,8%), 1 (6%), 4 (1,3%) y 6 (0,6%). Los estados de madurez 2 y 3 predominaron en el rango de tallas entre 11,5 cm a 18 cm, el estado 5 se presentó en individuos mayores de 14 cm, mientras que el estado 1 de madurez fue dominante en individuos menores de 11 cm (**Fig. 51**). Para los machos los estados de madurez 2 (54,8%) y 3 (18,1%) fueron predominantes, seguidos en importancia por los estados 5 (17,7%), 1 (6,6%) y 4 (2,7%). En las hembras la situación fue similar, observándose el predominio del estado de madurez 2 (45,9%) y 3 (40,6%), mientras que los estados de madurez 5, 1, y 6 representaron el 8%, 5,3% y 0,2%, respectivamente. En ambos casos, el estado 2 predominó en el rango de tallas 11 cm a 15 cm, mientras que el estado 3 lo fue en el rango 16,5 cm a 17,5 cm. Los estados 4 y 5 se presentaron en individuos mayores de 14 cm, mientras que el estado 1 predominó en las tallas menores a 11 cm (**Fig. 51**).

En la subzona 3 (**Fig. 52**) se observó el predominio de los estados de madurez 2 (50,4%) y 3 (31%), seguidos en importancia por los estados de madurez 1 (9,4%), 4 (3,7%), 5 (3,1%) y 6 (2,4%). Los estados 2 y 3 predominaron en el rango de tallas 10 cm a 16,5 cm, mientras que los estados 4 , 5 y 6 se presentaron en individuos mayores de 13,5 cm, el estado 1 se presentó en el rango de tallas 12 cm a 14 cm. En los machos se observó un predominio de los estados de madurez 2 y 3, los que representaron el 54,8% y el 22,3%, respectivamente, por otro lado, los estados 1, 4, 5, y 6 representaron el 12,8%, 6,5%, 2,2% y 1,4%, respectivamente. Del mismo modo que en los machos, en las hembras se observó que los estado de madurez 2 (46,2%) y 3 (39,2%) fueron predominantes, seguidos en importancia por el estado 1 (6,2%), 5 (3,9%), 6 (3,4%) y 4 (1%) (**Fig. 52**). En machos y hembras los estados de madurez 2 y 3 predominaron en el rango de



tallas entre 10 y 16 cm, mientras que los estados 4 a 6 se presentaron en individuos mayores de 13,5 cm.

En la subzona 4 se observó predominio del estado de madurez sexual 2 con participación del 62,3% (**Fig. 53**). Le siguieron en importancia los estados de madurez 6 (16,2%), 3(14,4%), 1 (6,7%) y 5 (0,2%). El estado de madurez 2 se presentó en todo el rango de tallas observado (8 cm a 17,5 cm). En los machos predominó el estado de madurez 2, el cual representó el 70,9% de los casos en el rango de tallas entre 10,5 y 17,5 cm, el estado de madurez 1 representó el 10,9% de los casos con predominio total en el rango entre 9,5 y 10 cm y presencia en el rango de tallas 12,5 cm a 14,5 cm (**Fig. 53**). En las hembras se observó el predominio del estado 2 (54,3%) en todo el rango de tallas, seguido en importancia por el estado 6 (22,3%) el que predominó en hembras mayores de 15,5 cm, el estado 3 representó el 19,8% y se presentó mayoritariamente en hembras mayores a 14,5 cm, las hembras en estado 1 (2,9%) se presentaron en el rango de tallas 13 cm a 14,5 cm, los estados 4 y 5 sólo representaron el 0,4% (**Fig. 53**).

En la subzona 5 se presentaron estados de madurez 1, 2, 3 y 6, este último sólo presente en hembras. El estado 2 fue predominante en todo el rango de talla, representando el 71,7% de los casos, le siguió en importancia el 1 (22,9%) el cual estuvo presente en el rango de tallas entre 9 a 14 cm, los estados de madurez 3 y 6 representaron ambos el 2,7% de los casos y estuvieron representados mayoritariamente en individuos mayores a 14,5 cm (**Fig. 54**). En los machos, el 70,4% de los individuos se encontró en estado 2 el que predominó en todo el rango de tallas, el estado 1 representó el 25,7% de los casos y se presentó en individuos con rango de talla entre 9 cm y 14 cm, el estado 3 se presentó en el 3,9% de los casos observándose en individuos



mayores de 15 cm (**Fig. 54**). En las hembras la mayor proporción se encontró en estado 2 (73,3%), el cual se presentó en todo el rango de tallas, por otro lado, el 19,4% de las hembras se presentó en estado 1, el que se observó en el rango de tallas 9 a 14 cm, el estado de madurez 6 y 3 representaron el 6,1% y 1,2%, respectivamente, los cuales fueron observados en ejemplares mayores de 14 cm (**Fig. 54**).

En cuanto a la relación entre el índice gonadosomático (IGS) y los estados de madurez, en el área de estudio como en las subzonas establecidas según la estratificación de tallas (**Fig. 55**), se observa que los estados de madurez 1 y 2 muestran un aumento progresivo del valor medio del IGS al aumentar la talla de los individuos, por otro lado, se observa que en los estados de madurez 3, 4, 5 y 6 se tienen los mayores valores de IGS, lo que evidencia la preparación para un evento reproductivo de los individuos en el área de estudio. Los mayores valores de IGS que se presentan en los estados de madurez 3, 4, 5 y 6, es una condición lógica, ya que en aquellos individuos con estados avanzados de madurez sexual presentan gónadas de mayor tamaño, situación que incide directamente en un mayor peso corporal.

3.7. Determinación de las estructuras de edad de anchoveta

3.7.1. Clave edad-talla

Para la elaboración de la clave edad-talla en anchoveta se analizó un total de 150 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 6,0 y 18,5 cm de longitud total. Los grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo I y III, de los cuales el grupo I y II que corresponden a las clases anuales 2006 y 2005 representaron el 43 y 41% de la muestras analizadas, respectivamente (**Tabla 23 y 24**).



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

4.1. Calibración hidroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas del sistema EK-500 en 38 khz del B/C “Abate Molina” se presentan en la **Tabla 25 y 26**. Estos resultados presentan variaciones dentro de los rangos históricos, pudiendo calificarse que los parámetros de los equipos se encuentran funcionando en forma normal.

4.2. Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta

Se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz utilizándose los pulsos medio (1,0 ms) y corto (0,3 ms), en todos los lances de pesca y ocasionalmente en estaciones de medición con el buque detenido o navegando a bajas velocidades (≤ 2 nudos). Adicionalmente se incorporó la información recolectada durante el crucero de evaluación de la biomasa de anchoveta en la I y II Regiones (RECLAN12 0702), llevado a cabo en febrero del 2007, previo al efectuado en la III y IV Regiones.

En ambos cruceros se procesaron los lances en que la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo en el crucero RECLAN12 0702 se recolectaron datos en los lances 008, 025, 037 y 043. En este crucero se realizaron 6 estaciones de medición del TS con los pulsos corto, medio y largo. En el crucero RECLAN34 0703, se recolectó información en los lances 024 y 025 y en 1 estación de medición de TS (**Fig. 56 a 63**).

De toda la información procesada en el RECLAN12 0702, solo en las estaciones TS 025C, 030C, 043C y 043M y los lances 008 y 025 fue posible filtrar los TS. En el



RECLAN34 0703 se consider3 la estaci3n TS 002C y los lances 24 y 25 (**Figs 56 a 64**).

Las tallas modales asociadas a las lecturas de TS en el RECLAN12 0702 variaron entre 11,5 y 15,5 cm, ajust3ndose la ecuaci3n de regresi3n del TS-L.

$$TS=5,446\text{Log}(L)-57,297$$

$$r^2 = 0,0978; n=8; F= 0.65039556; p>0.05$$

En el RECLAN34 0703 las tallas modales variaron entre 8 y 17,0 cm, ajust3ndose una ecuaci3n de regresi3n significativa entre el TS y la Talla (**Tabla 27**):

$$TS=25,213 \text{ Log}(L)-79,85$$

$$r^2=0,9543; n=5; F= 62,6204904; p<0.05$$

Los datos recolectados en ambos cruceros fueron analizados en conjunto con la serie disponible para la zona norte de Chile entre 1996 y 2001, verific3ndose que en ambos casos, hubo coincidencia en la tendencia y rangos de variaci3n. De este modo, se ajust3 una regresi3n del TS y la Talla conjunta para la serie de datos actualizada hasta el 2007 (**Fig. 64**).

Es as3 como la ecuaci3n del TS –L ajustada para anchoveta (**Fig. 64**) fue:

$$TS = 20,51 \text{ Log } (L) - 74,149$$

$$r^2 = 0,9177; n=236 ; F=2610,6; p<0,05$$

La ecuaci3n estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73,46$$



4.3. Sesgo de Orilla en la evaluación acústica de la biomasa de anchoveta

4.3.1. Zona Norte.

El área norte del sesgo de orilla comprendió la zona costera entre caleta Playa Blanca (26°10'S) y Bahía Salado (27°40'S). Dicha zona fue prospectada simultáneamente por el B/C Abate Molina y por la L/M Pancracio.

En términos generales el B/C Abate Molina tuvo aproximaciones a la costa similares a la de la L/M Pancracio (**Fig. 65**). El límite oriental de la prospección del B/C Abate Molina varió entre 0,83 y 5,48 mn con un promedio de 1,8 mn. Por su parte la L/M Pancracio varió entre 0,07 y 7,35 mn con un promedio de 1,8 mn. Las menores aproximaciones a la costa de la L/M Pancracio se registraron en las cercanías de Chañaral y al norte de Caldera.

Tanto la distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta como su magnitud de energía retrodispersada (S_a) en la zona de estudio también fue similar, lo que no sugiere la existencia de un factor importante relacionado con el sesgo de orilla (**Fig. 66**).

Para detectar diferencias estadísticamente significativas, se seleccionaron todas las ubms que se encontraron dentro de una zona común, recorrida por ambas embarcaciones. Luego, los valores de S_a de las muestras provenientes del Abate Molina y la lancha artesanal se compararon mediante un ANDEVA de un factor y con el test no-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov.

Un resumen de la información utilizada se presenta en la tabla 28.

Ni el análisis de varianza ($F_{[1,761]}=0,2077$; $p=0,648$) ni el test no-paramétrico ($p\text{-level} = 0,63$) detectaron diferencias significativas entre ambos set de datos.



La zona total del sesgo de orilla norte tuvo una superficie de 866,4 mn². De ésta, 803,1 mn² correspondieron a la zona cubierta por ambas embarcaciones, y 63,3 mn² correspondieron a la zona más costera cubierta solamente por la L/M Pancracio.

4.3.2. Zona Sur.

El área sur del sesgo de orilla comprendió la zona costera entre Isla de Chañaral (29°00'S) y Guanaqueros (30°10'S). Dicha zona fue prospectada simultáneamente por el B/C Abate Molina y por la L/M San Jorge.

En este caso, el límite oriental de la prospección del Abate Molina varió entre 0,94 y 2,58 mn, con un promedio de 1,7 mn. Por su parte la L/M San Jorge tuvo límites entre 0,99 y 4,98 mn de la costa, con un promedio de 2,27 mn (**Fig. 67**).

Tanto la distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta como su magnitud de energía retrodispersada (S_a) en la zona de estudio también fue similar, lo que no sugiere la existencia de un factor importante relacionado con el sesgo de orilla (**Fig. 68**).

Para detectar diferencias estadísticamente significativas, se seleccionaron todas las ubms que se encontraron dentro de una zona común, recorrida por ambas embarcaciones. Luego, los valores de S_a de las muestras provenientes del Abate Molina y la lancha artesanal se compararon mediante un ANDEVA de un factor y con el test no-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov.

Un resumen de la información utilizada se presenta en la tabla 29.

Ni el análisis de varianza ($F[1,719]=0,5505$; $p=0,8145$) ni el test no-paramétrico ($p\text{-level} >0,10$) detectaron diferencias significativas entre ambos set de datos.



La zona total del sesgo de orilla sur tuvo una superficie de 805,6 mn². De 3sta, 751,9 mn² correspondieron a la zona cubierta por ambas embarcaciones, y 53,7 mn² correspondieron a la zona m3s costera cubierta solamente por la L/M San Jorge.

4.4. Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta

La abundancia y biomasa de anchoveta se estimaron aplicando la ecuaci3n $TS = 20,51 \text{ Log}(L) - 74,149$ y la relaci3n longitud peso $P = 0,00377 L^{3,21969}$, obtenida en el presente crucero.

En la Tabla 30, se presentan los estadísticos centrales y varianzas de la evaluaci3n acústica obtenidos con los métodos de la Raz3n (Conglomerados Aleatorios; Conglomerados Estratos Agrupados y Bootstrap), para cada subzona, incluyendo las correspondientes a la correcci3n por sesgo de orilla. Se indican las transectas y el númerode UBM que fueron consideradas en los procesos. En el caso de los métodos de la raz3n, cada transecta corresponde a los conglomerados.

La **Tabla 31** presenta los estadísticos y los modelos de los variogramas ajustados a las densidades de anchoveta transformados por Log (Sa+1) en cada zona. La **Fig. 69** presenta los modelos ajustados para cada subzona. En la zona 1, se ajust3 un modelo esférico anidado con una estructura en 6 mn, en esta zona el efecto pepita aport3 con un 1,8% de la varianza total; el modelo esférico 1 aport3 con el 72,9% de la varianza, mientras que el modelo 2 aport3 con el 25,3%.

En la zona 2, se ajust3 un modelo exponencial, con una estructura en 3 mn y un alto aporte de la componente aleatoria (39,7%), determinado por el efecto pepita, el 60,3% de la varianza fue explicado por el modelo.

En la zona 2A, se ajust3 un modelo anidado esférico-esférico con una estructura de 6



mn y un 24,2% de aporte por el efecto aleatorio (pepita); la varianza estuvo explicada por un 6,9% por el modelo 1 y un 68,9% por el modelo 2.

En la zona 3 se ajust3 un modelo anidado esf3rico-esf3rico, con una estructura en 7,2 mn, donde toda la varianza estuvo explicada por el ajuste, con 17,1% por el modelo 1 y 82,9% por el modelo 2.

En la zona 3 a, se ajust3 un modelo exponencial, con un alto aporte aleatorio (50,9%) y una estructura de 1,8 mn; la varianza explicada por el modelo alcanz3 a 49,1%.

La zona 3 b present3 una distribuci3n aleatoria, que impidi3 el ajuste de un modelo de variograma.

En la zona 4 se ajust3 un modelo anidado esf3rico-esf3rico, con estructuras en 4,2 y 10 mn, donde el efecto aleatorio correspondi3 a un 23,9% de la varianza y el modelo 1 y 2 explic3 el 9,0% y 67,1% de la varianza. En la zona 5 se ajust3 un modelo esf3rico, con estructuras en 3 mn y con efecto aleatorio de un 27% de la varianza, mientras que el modelo explic3 el 73% de la varianza.

En las zonas del sesgo de orilla de la III y IV Regi3n no fue posible ajustar variogramas con el m3todo geoestadístico debido a la inexistencia de estructuras espaciales, situaci3n determinada por el escaso n3mero de datos.

La abundancia total de anchoveta, incluyendo los sectores de la franja costera que no cubri3 el Abate Molina, vari3 entre 11.961,02 y 13.742,6 millones de ejemplares, seg3n el m3todo utilizado, siendo el mayor con el estimador de raz3n. De este total, el 12,4% correspondi3 a reclutas (≤ 12 cm) (1.700 millones de ejemplares). El 78,7% de la abundancia se registr3 entre Chañaral (26°20'S) y bahía Salada (27°40'S), con 10.818,8 millones de ejemplares. En este sector se registr3 el 55,6% de los reclutas estimados para toda la zona (945,1 millones de ejemplares). La anchoveta que se ubic3 en la franja costera no cubierta por el Abate Molina fue menos del 7% de los



valores regionales (**Fig. 70**).

Regionalmente, la abundancia de anchoveta se concentró en un 70,1% en la III Región (9.510,01 millones de ejemplares); un 15,4% en la fracción prospectada de la II (2.083,21 millones de ejemplares) y un 14,6% en la IV Región (1.976,22 millones de ejemplares). El mayor porcentaje relativo de reclutas se verificó en la IV Región, con un 36,0 % (711,71 millones de ejemplares) (**Tablas 32 a 34**).

La biomasa total de anchoveta varió entre 232.681,8 y 265.049 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el estimador de razón. El 53,2% de esta biomasa se localizó entre Chañaral y bahía Salada con 140.202 t. Los reclutas representaron el 5,3% de la biomasa total, con 13.934,10 t. (**Fig. 70**) (**Tablas 35 a 37**).

En una agrupación regional, se verifica que la mayor concentración de anchoveta estuvo en la III Región (66,8%) con valores de biomasa entre 151.043,0 y 177.574,4 t; un 19,3% en la fracción prospectada de la II (44.878,9 - 50.616,8 t) y un 13,9% en la IV Región (36.759,9 – 37.589,9 t). El mayor porcentaje relativo de reclutas en peso se verificó en la IV Región, con un 15,7 % (6.092,7 t) (**Tablas 35 a 37**). En términos de abundancia, en la fracción correspondiente a la II Región los valores variaron entre 1.886,0 y 2079,9 millones de ejemplares correspondientes al 15,1% del total; en la III Región varió entre 8.224,4 y 9.645,3 millones de ejemplares (70,2%) y en la IV Región entre 530 y 786,9 millones de ejemplares (14,7%).

La estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 14,5 cm y modas secundarias en 13,5 y 16,5 cm, el rango varió entre 8,0 y 18 cm (**Fig. 70**).

4.5. Precisión de los estimados de biomasa de anchoveta



Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta variaron entre 0,11 y 0,1546 (**Tabla 38 a 41**), siendo los menores los logrados con los métodos bootstrap y estratos agrupados y el mayor con el método de los conglomerados, representando coeficientes de error entre 18,04 y 29,5%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,112 y 0,186 según el método de estimación utilizado (**Tabla 42 a 45**), obteniéndose la mayor precisión con los métodos bootstrap y estratos agrupados (Wolter), mientras que los alcanzados con el método de los conglomerados presentó los mayores CV. Estos niveles del coeficiente de variación se reflejaron en errores entre 18,4 y 30,5 %.

4.6. Estructura de edad de la abundancia de anchoveta

La estructura de edad fue analizada en la zona total de estudio, expandiendo a la edad las abundancias estimadas por los métodos Bootstrap, Hansen y Kish.

Las estructuras de edad de la anchoveta, con los tres métodos de estimación de abundancia se entregan en las tablas 46 a la 48.

La estructura de edad de la anchoveta de la zona norte III y IV región se caracterizó, de acuerdo a todos los métodos de estimación aplicados, por un predominio del grupo de edad II con un 55%, en tanto que el GE I alcanzo el 36%. La estructura de edad de la captura se distribuyó entre GE I y III, presentando este último grupo una abundancia marginal (**Fig. 71**). La talla y peso promedio por grupo de edad no mostraron diferencias entre métodos de estimación de abundancias.

La fracción recluta, ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, alcanzo al 9% lo que equivale a 1217 millones de ejemplares, estos peces comprendieron una fracción del grupo de edad I.

5. Distribución de los recursos

5.1. Distribución geográfica



a) Total de especies.

Las principales especies detectadas en el crucero fueron jurel, con un 59,6% de las lecturas acústicas totales; anchoveta con un 34,6%, caballa con el 0,2% e indeterminados con el 5,6%.

b) Anchoveta

La anchoveta se registró entre el límite norte de la zona estudiada y punta Lengua de Vaca ($30^{\circ} 15'S$) (**Fig. 72**), estando ausente de la prospección acústica hacia el sur. En este sector, se aprecian dos áreas; entre punta Grande ($25^{\circ} 05'S$) a bahía Copiapó ($27^{\circ}20'S$), donde se distribuyó en tres focos de alta densidad asociados a las primeras 7 mn de la costa y; entre caleta Inglesa ($29^{\circ}00'S$) a punta Lengua de Vaca ($30^{\circ}15'S$), donde se presentó en bajas densidades desde la costa hasta las 20 mn, con pequeños focos de alta densidad. Los sectores que se destacaron por sus altas densidades se localizaron en las primeras 7 mn de la costa entre punta Grande ($25^{\circ}05'S$); entre Chañaral ($26^{\circ}15'S$) a Caldera entre 7 y 9 mn al oeste de Carrizal ($29^{\circ}05'S$); a 10 mn de punta Chungungo ($29^{\circ}20'S$) y en las primeras 3 mn al noroeste de caleta Horno ($29^{\circ}35'S$).

Las estructuras espaciales adoptadas por la anchoveta en cada zona es analizada según los variogramas ajustados a las densidades de anchoveta transformados por $\text{Log}(Sa+1)$ (**Fig. 69**) (**Tabla 31**). De este modo, se aprecia que la anchoveta por zona, se estructuró espacialmente entre 1,8 y 10 mn. En la zona 1, se presentó una estructura de 6 mn, con un bajo efecto aleatorio (1,8% de la varianza total). En la zona 2, se presentó una estructura en 3 mn pero con una componente aleatoria relativamente alta (39,7% de la varianza total). En la zona 2a, se presentó una estructura de 6 mn y un 24,2% de aporte por el efecto aleatorio (pepita). En la zona 3 se presenta una de la estructura de 7,2 mn. En la zona 3 a, se registra una estructura de sólo 1,8 mn con un alto aporte aleatorio (50,9%). En la zona 3 b se presentó una



distribución aleatoria, que impidió el ajuste de un modelo de variograma. En la zona 4 se presentan estructuras en 4,2 y 10 mn, donde el efecto aleatorio correspondió a un 23,9% de la varianza. En la zona 5 se presentaron estructuras en 3 mn y con efecto aleatorio de un 27% de la varianza.

Las fracciones adultas y reclutas de anchoveta, presentan patrones de distribución similares, esto se contrapone a lo observado en el 2006, donde se registro una estratificación latitudinal de las tallas con los ejemplares adultos más al sur que la fracción recluta (**Fig. 73 y 74**). En cuanto a la distribución batimétrica, se observa que los individuos se ubican principalmente en los primeros 25 metros de profundidad (94,33% de las agregaciones), situación que es similar a lo descrito en años precedentes en la zona norte y sur (Castillo *et al.*, 2002 y 2005) (**Fig. 75**).

En la Tabla 49 se muestran los Índices de Ocupación (IOC), por categorías de densidad obtenidos en el presente crucero, tanto para el total de anchoveta como para sus correspondientes fracciones de adultos y de reclutas.

En el caso del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), el IOC alcanzó el 7,5%, el 5,1% correspondió a densidades bajas ($<75 \text{ t/mn}^2$), situación que se presenta en forma típica en años anteriores. Por su parte, el estrato de mayores densidades ($>300 \text{ t/mn}^2$), presentó un IOC de 0,4% (**Tabla 49**).

El análisis de las fracciones adulta y recluta, muestra que el espacio estuvo ocupado preferentemente por adultos de anchoveta con un IOC de 6,4%, mientras que la fracción recluta solo alcanzó un 3,0% (**Tabla 49**). Cabe destacar que tanto la fracción adulta como la recluta presentaron los mayores IOC en las categorías de baja densidad 4,3% y 2,9% respectivamente. La fracción recluta reporta densidades máximas representadas por la categoría 150 t/mn^2 .



c) Jurel

El jurel presentó una amplia distribución entre el norte de Guanillo ($25^{\circ}05'S$) y bahía Guanaquero ($30^{\circ}10'S$), registrándose entre la costa y las 20 mn con varios focos de alta densidad (**Fig. 72**). Los sectores destacados por sus altos niveles de concentración se localizaron entre las 5 y 18 mn al oeste de punta Grande ($25^{\circ}10'S$); en las primeras 7 mn al oeste del paralelo $26^{\circ}00'S$; entre las 8 y 20 mn desde punta Cabeza de Vaca ($26^{\circ}50'S$) a bahía Copiapó ($27^{\circ}15'S$); entre la costa y las 15 mn desde caleta Barranquilla ($27^{\circ}30'S$) al paralelo $28^{\circ}05'S$; entre 10 y 18 mn desde punta Carrizal ($28^{\circ}10'S$) a Huasco; entre las 5 y 20 mn desde caleta Bascuñan ($28^{\circ}50'S$) a punta Chungungo ($29^{\circ}25'S$).

5.2. Distribución batimétrica de los recursos

a) Anchoqueta

En el sentido batimétrico esta especie se localizó en el día entre los 7 y 72,5 m de profundidad (**Figs. 75 y 76**), concentrándose el 96% % de los ecotrazos en los estratos de 10 a 20 metros, en la noche se observó una distribución ligada a la superficie. Las mayores densidades acústicas (> 15.000) se registraron en el estrato de los 10 m. Las isotermas que limitaron la distribución vertical diurna de esta especie variaron entre $12,8$ y $17,7^{\circ}C$, con un promedio en $14,3^{\circ}C$, concentrándose el 89% de las agregaciones entre 13 y $16^{\circ}C$. La salinidad promedio diurna fue 34,305 psu con límites entre 34,082 y 34,701 psu, concentrándose el 87 % entre 34,2y 34,6 psu. Las mayores densidades acústicas y número de ecotrazos detectados se registraron en horas de luz diurna (entre las 7 y 21 hrs, horario de verano), conformando cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y dispersándose en la noche, para formar estratos superficiales de densidad variable (**Figs. 75 y 76**).



c) jurel

Esta especie se distribuyó en el día entre los 9 y 66,5 m de profundidad, localizándose preferentemente entre 20 y 40 m con el 88% de los registros, durante la noche el rango varió entre 10 y 30 m. Las isotermas que limitaron la distribución diurna variaron entre 12,5 y 21,6° C, con promedio en 14,7° C; con el 90% de los ecoregistros entre 13 y 18° C. La salinidad promedio para la distribución diurna fue 34,239 psu variando entre 30,252 y 34,664 psu, concentrándose el 93% de ecoregistros entre 34,1 y 34,6 psu (**Figs. 75 y 76**). Esta especie se detectó preferentemente por la mañana (9- 12) y en poco antes del crepúsculo (18 -21 hrs).

c) Caballa

La caballa se detectó solamente durante el día en profundidades promedio de 12,8 m variando entre 7,5 y 23 m, ubicándose preferentemente entre 10 y 20 m (88% de los ecoregistros). Esta distribución vertical estuvo asociada a temperaturas promedio de 14,3° C con rangos entre 12,9° y 14,5° C, concentrándose el 80% de los ecoregistros entre 13° y 15° C. La salinidad promedio fue 34,265 psu fluctuando entre 34,097 y 34,25 psu, con más del 80% de los ecoregistros entre 34,1 y 34,3 psu. La caballa se registró preferentemente entre las 13 y 18 hrs (74%) (**Figs. 75 y 76**).



5.3. Distribución espacial de la anchoveta y su relación con las variables bio-oceanográficas.

5.3.1. Análisis cartográfico entre la distribución de anchoveta y las variables bio-oceanográficas

5.3.1.1. Relación con la temperatura

La TSM presentó una entrada de aguas comparativamente más cálidas entre Taltal y Chañaral (20° y $21,57^{\circ}\text{C}$), destacándose un afloramiento de aguas frías entre Coquimbo y los Vilos (13° y 14°C). En la CMFC, se encontró en aguas más frías en toda el área, intensificándose entre Huasco y los Vilos (12° y 14°C) (**Fig. 77**).

Las señales latitudinales de temperatura en la CMFC (**Fig. 78**), muestra adecuadamente la situación anterior, observando una tendencia negativa entre los 25° y 29° S con temperaturas entre $14,83^{\circ}$ y $21,57^{\circ}\text{C}$, una estabilización entre los 29° y $32^{\circ}20'S$ con temperaturas entre 14°C a 16°C . Este comportamiento se observa desde la costa hasta las 6 mn, mas allá de este limite el comportamiento presentado entre los 25°S y los 29°S se prolonga hasta los 30°S , observando entre los 30° y $32^{\circ}20'S$ una tendencia positiva.

Los focos de anchoveta en general, se registran asociados a zonas de descenso o valles de la temperatura (**Fig. 78**), con gradientes someros o cambios someros en la variable (**Fig. 79**), sin embargo al norte de Taltal ($25^{\circ}20'S$) se observa un foco asociado a un monte de temperatura y un alto gradiente de la variable (**Figs. 78 y 79**).



5.3.1.2. Relación con la salinidad

La salinidad superficial (SSM) y en la CMFC, exhibió focos de salinidad de alta variabilidad con gradientes latitudinales. En general entre Taltal y al sur de chañaral se observan aguas comparativamente mas salinas entre 34,3 a 34,5 psu, reduciéndose entre 34,1 y 34,3 psu a la altura de Caldera (**Fig. 77**).

En las señales latitudinales de la salinidad en la CMFC (**Fig. 80**), se observa una mayor estabilidad, sin embargo al igual que la temperatura se presenta una tendencia negativa entre los 25°´S y 29°S, con un rango de salinidad que varía entre 34 a 34,7 psu, para luego estabilizarse entre 29°S y 32°20´S con valores entre 34,26 a 34,32 psu, este comportamiento se observa hasta mas allá de 10mn de la costa.

Los focos de anchoveta, al igual que para la temperatura, están asociados a zonas de descenso o valles de la salinidad (**Fig. 80**), con gradientes someros o cambios someros de la variable (**Fig. 79**), sin embargo al norte de Taltal se observa un foco asociado a un monte salino y un alto gradiente (**Fig. 80 y 81**).

5.3.1.3. Relación con Sigma-t

La densidad del agua en la superficie presentó una variación entre valores menores a 24,4 y 25,8 Kg/m³, con un predominio de registros a 25,4 Kg/m³ (**Fig. 82**). En el plano horizontal se aprecian frentes de densidad en toda la costa. Entre Coquimbo y Los Vilos se observó un núcleo de agua con isopicnas más densas en el sector costero. En la CMFC los frentes de aguas con diferentes densidades son mas intensos, apreciándose un frente paralelo a la costa en prácticamente toda la zona de estudio con densidad entre 25,4 a 26 Kg/m³ (**Fig. 82**).



La señal latitudinal de σ_t (**Fig. 83**), se observó un aumento de la densidad entre el 25° y 29°S variando entre 25,18 a 26,0 kg/m³, luego se estabilizó entre los 29°S y 32°20'S asociados a densidades entre los 25,82 a 26,08 kg/m³. De acuerdo al comportamiento de esta variable queda en evidencia la relación inversa que existe entre la densidad y la temperatura.

Los focos de anchoveta al igual que para la temperatura y salinidad se encuentran asociados a valles o zonas de descenso leve de la variable con gradiente de densidad someros (**Fig. 84**). Una excepción a lo anterior, se registro entre 26° S y los 27°S, donde la anchoveta se observa asociada a un monte de densidad.

5.3.1.4. Relación con el oxígeno disuelto

El oxígeno en superficie osciló entre los 3,5 ml/l y 8 ml/l con un predominio de aguas con valores superiores a 5,0 ml/L. El comportamiento espacial del oxígeno superficial describe alrededor de toda la costa núcleos de aguas oxigenadas entre 5,5 a 6 ml/l, junto a aguas con un menor nivel de oxígeno 5 a 5,5 ml/l. En CMFC se observan aguas menos oxigenadas en toda la costa en relación a la capa superficial con valores menores a 4 ml/l, no obstante lo anterior, al igual que en la capa superficial, se observan entradas de aguas más oxigenadas de 5,0 a 6 ml/L (**Fig. 82**).

Las señales latitudinales del oxígeno (**Fig. 85**), presentan comportamientos diferentes en 5 sectores. En efecto, en 25°00'S a 26°40'S hubo una tendencia positiva variando entre 5 y 6,1 ml/l, entre 26°40'S a 27° 24'S se aprecia una variabilidad con niveles de 4,8 a 5,9 ml/l, mientras que entre 27°24'S a 29° 30'S se aprecia una tendencia positiva con niveles entre 4,8 y 7,3 ml/l; entre 29°30'S a 30° 30'S y se verifica una tendencia negativa fluctuando entre 4,2 y 7,3 ml/l; y entre 30° 30'S a 32°00'S un nuevo incremento relativo asociado a niveles entre 4,2 a 5,8 ml/l. Los principales focos de anchoveta se encuentran asociados a niveles de oxígeno relativamente bajos entre 1,63 y 3 ml/l, al igual que lo observado en las otras variables



oceanográficas estos focos también se encuentran asociados a valles o zonas de descenso del oxígeno, con bajos gradientes de oxígeno (**Fig. 86**).

5.3.1.5. Relación con la clorofila “a” integrada

La clorofila presentó una distribución relativamente homogénea con concentraciones menores a 60 mg/m^2 , con algunos focos de mayor concentración entre huasco y Coquimbo (100 a 250 mg/m^2) (**Fig. 87**). Los principales focos de abundancia de anchoveta, se asocian clorofilas entre 40 y 60 mg/m^2 , excepto entre Huasco y Coquimbo que están asociados a concentraciones entre 100 a 250 mg/m^2 (**Fig. 87 y 88**).

Las señales latitudinales de clorofila (**Fig. 88**), los focos se anchoveta ubicados al norte de los 27°S se localizaron asociados a sectores con clorofila “a” entre 50 y 100 mg/m^2 , mientras que al sur donde los focos de anchoveta fueron menores, los niveles de clorofila fueron menores entre 150 y 200 mg/m^2 . El patrón antes descrito se replica en la asociación entre la gradiente de cloa y la anchoveta, resultado que en las primeras 6mn al norte de los 27°S , los principales focos estuvieron asociados a altos gradientes, reduciéndose hacia el oeste (**Fig. 15**). Al sur de los 27°S se destaca que la anchoveta estuvo en sectores de gradientes bajos o nulos (**Fig. 89**).

5.3.1.6. Relación con la abundancia de Fitoplancton y zooplancton

Desde el punto biológico, se observan 3 zonas en las señales latitudinales de abundancia integrada de flagelados (**Fig. 90**), entre los 25°S y 28°S , se observa una tendencia negativa asociada a abundancias entre $230,02$ a $4483,07$ células/L, una tendencia positiva entre los 28°S y 20°S con valores de $230,02$ a $4485,93$ células/L, mas al sur entre los 30°S y 32°S , una tendencia positiva entre $397,95$ a $1385,98$ células/L. Para el fitoplancton y específicamente las diatomeas, se observa un pick de abundancia entre 29° y 30°S de $4883,08$ y $4881,31$ células/ml respectivamente



(Fig. 91 y 92). Para el zooplancton se observa una tendencia negativa entre los 25° S y 29° S, con abundancias entre 134,15 a 1207,82 cm³/1000m³, entre 29° S y 30° S un pick de 3730,85 cm³/1000m³, entre 30° S y 32° 20'S una tendencia negativa con biomasa entre 245,18 y 2506,63 cm³/1000m³ (Fig. 93).

5.3.2. Medida de la asociaci3n entre la densidad de anchoveta y las variables bio- oceanogr3ficas

En el an3lisis del rango preferencial de las variables oceanogr3ficas para la anchoveta, se observa que ambas fracciones adulta y recluta, se distribuyen de manera muy similar en las distintas capas analizadas.

5.3.2.1. Temperatura

En la capa de temperatura superficial, las fracciones de anchoveta (reclutas y adultos) se distribuyen preferentemente entre los 15° y 16°C (49% del total). En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes el rango preferencial esta comprendido entre los 13° y 14°C (63% del total). (Fig. 94 y 95). La asociaci3n entre la temperatura y la anchoveta se determina con la aplicaci3n de la prueba chi-cuadrado, donde observamos para los adultos que el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por los rangos preferenciales, con una contribuci3n del 35,74% en ambas capas. Para los reclutas en la capa superficial y CMFC con un 10,22 y 73,06% respectivamente. Por otra parte en la figura 73 y 74, se observa que el mayor numero de agregaciones de anchoveta se distribuye entre los 14° a 16°C, rango similar a los preferenciales.

Una medida de intensidad de la asociaci3n entre los niveles de temperatura fue obtenida a trav3s del c3lculo del índice $V(Cramer)$, adem3s se calculo para los estratos preferenciales. En superficie los adultos presentan un índice $V(Cramer)$ de 0,27, mientras que el estrato preferencial (15 y 16° C) de 0,19, en la CMFC el índice



es menor al superficial de 0,19 y el estrato preferencial (13° y 14°C) de 0,12. En superficie los reclutas presentan un índice $V(Cramer)$ de 0,14, el estrato entre 15 y 16°C de 0,07, en la CMFC el índice es de 0,09 y el estrato preferencia de 0,1 (**Tabla 50**).

5.3.2.2. Salinidad

En la capa superficial de salinidad ambas fracciones (reclutas y adultos) se distribuyen mayoritariamente (>60% del total) en aguas entre 34,2 a 34,3 psu. En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes, las fracciones se distribuyen preferentemente entre los 34,32 a 34,5 psu (**Fig. 94 y 95**), apreciándose una leve diferencia entre los adultos y reclutas, puesto que los primeros se ubican entre 34,3 a 34,5 psu (73%) y los segundos entre 34,2 a 34,4 (75%).

La aplicación de la prueba chi- cuadrado en la capa superficial, nos indica una asociación entre la salinidad y la anchoveta, donde el mayor aporte al rechazo de la hipótesis de independencia, esta dado por el rango preferencial (34,2 a 34,3 psu) con una participación del 67% para ambas fracciones. En la CMFC para los reclutas con un 19,17 % y adultos 48,72%. Describiendo la **figura 73 y 74**, se observa que el mayor numero de agregaciones de anchoveta se distribuye entre los 34,2 a 34,3 psu, rango que coincide con el presentado en la capa superficial.

El índice $V(Cramer)$ en la capa superficial para los adultos es de 0,33, para el estrato preferencial (34,2 a 34,3 psu) es de 0,094, para CMFC de 0,28 mientras que el rango preferencial (34,3 a 34,5 psu) de 0,29 (**Tabla 50**).

5.3.2.3. Densidad

En la capa superficial de densidad ambas fracciones se distribuyen entre 25,0 y 25,4 Kg/m³ (66% del total). En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes el 75,9% de reclutas y el 84,2% de adultos se encuentra entre los 25,6 y 26,0 Kg/m³ (**Fig. 94 y**



95).

La prueba chi- cuadrado nos indica que existe una asociación entre la densidad del agua y la anchoveta, en la capa superficial el principal aporte al rechazo de la hipótesis de independencia, esta dado por el rango preferencial (25,0 y 25,4 Kg/m³) superior al 59%, mientras que en la CMFC la contribución del estrato preferencial (25,6 y 26,0 Kg/m³) es superior al 49% del valor de chi-cuadrado.

El índice $V(Cramer)$, reportando en la capa superficial para los adultos fue de 0,23 y de 0,27 para el estrato preferencial en esta capa, mientras que en la CMFC y para el rango preferencial el índice fue de 0,1. La fracción recluta en la capa superficial y para el estrato preferencial reportó un índice de 0,07, en la CMFC fue de 0,06 y el rango preferencia de 0,05 (**Tabla 50**).

5.3.2.4. Oxígeno

En la capa superficial, ambas fracciones presentan un rango preferencial entre los 6,0 y 6,5 ml/l (72% del total). En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes, las fracciones se distribuyen preferentemente entre 3 y 4,0 ml/l (64,5% del total para reclutas y 63,2% adultos) (**Fig. 94 y 95**). La prueba chi- cuadrado reporta una asociación entre el oxígeno y la anchoveta, siendo el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia el rango preferencial de la anchoveta en las distintas capas, con una contribución en la capa superficial de un 86,1% para adultos y de 8,4% reclutas, en CMFC superior al 40%.

El valor del índice $V(Cramer)$, para los adultos en la capa superficial fue de 0,16, el estrato preferencial en esta capa reportó un índice de 0,29, el índice en la CMFC y para el rango de preferencia de anchoveta en esta capa fue de 0,27 y 0,23, respectivamente. Para los reclutas, en la capa superficial y rango preferencial el índice fue de 0,04 y 0,017 respectivamente, en tanto en CMFC y el estrato



preferencial el 3ndice fue de 0,11 y 0,08 respectivamente (**Tabla 50**).

5.3.2.5. Clorofila

El histograma de frecuencias de la clorofila “a” se3ala que la especie se localiza en un amplio rango de concentraciones de este pigmento, no obstante la mayor cantidad de p3xeles positivos se localizan en 80-100 mg/m² con un 42,9% del total para los adultos y 50,0% para reclutas. (**Fig. 94 y 95**).

La clorofila reporta una asociaci3n con la anchoveta medido a trav3s de la prueba chi- cuadrado, siendo rango preferencial el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independenciaci3n, con una contribuci3n superior al 25 % para ambas fracciones.

Para los adultos el 3ndice $V(Cramer)$ de clorofila fue de 0,18, en tanto el rango preferencial alcanz3 un valor de 0,13. La fracci3n recluta report3 un 3ndice 0,11 igual al observado por el estrato preferencial (**Tabla 50**).

5.3.2.6. Flagelados

El histograma de frecuencias de abundancia de flagelados se3alan que la anchoveta se localiza en un amplio rango de abundancias, no obstante se destaca un rango preferencial entre 500 a 1500 c3lulas/L con un 65,7% del total para los adultos y 73,3% para reclutas. (**Fig. 96**). Los flagelados reportaron una asociaci3n con la anchoveta medido a trav3s de la prueba chi- cuadrado, siendo el rango preferencial el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independenciaci3n, con una participaci3n del 40% para ambas fracciones.

Para los adultos en la capa superficial y para el rango preferencial el 3ndice $V(Cramer)$ fue de 0,22 y 0,182 respectivamente. Para los reclutas en la capa superficial se reporta un 3ndice de 0,08, en tanto que para el estrato preferencial el 3ndice fue de 0,05 (**Tabla 50**).



5.3.2.7. Diatomeas

El histograma de frecuencias de diatomeas señala que la especie se localiza en el rango preferencial de abundancia entre 36000 a 500000 células/L con un 68,1% del total para los adultos y 82,8% para reclutas. (**Fig. 96**). Las diatomeas reportan una asociación con la anchoveta medido a través de la prueba chi- cuadrado, siendo rango preferencial de la especie, el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia, con una contribución superior al 92,48% y 61,37% para adultos y reclutas respectivamente.

La abundancia de diatomeas reportó un nivel de asociación con los adultos de anchoveta con $V(Cramer)$ de 0,21 en la capa superficial y de 0,15 para el estrato preferencial de la especie. Para los reclutas el índice fue de 0,13 y para el rango preferencia de 0,11 (**Tabla 50**).

5.3.2.8. Fitoplancton

El histograma de frecuencias de abundancia de fitoplancton señalan que la anchoveta se localiza en un amplio rango de abundancias, no obstante se destaca un rango preferencial entre 36000 a 500000 células/L con un 68,4% del total para los adultos y 83,3% para reclutas. (**Fig. 96**). Para el fitoplancton se presentó una asociación con la anchoveta medido a través de la prueba chi- cuadrado, siendo el rango preferencial el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia, con una participación superior al 63% para ambas fracciones.

Para los adultos en la capa superficial y para el rango preferencial el índice $V(Cramer)$ fue de 0,2 y 0,16, respectivamente. Para los reclutas tanto en la capa superficial y el rango preferencial el índice fue de 0,1 (**Tabla 50**).

5.3.2.9. Zooplancton



El histograma de frecuencias de zooplancton se~ala que la especie se localiza en rango preferencial de biomasa entre 600 a 1500 cm³/1000m³ con un 78,7% del total para los adultos y 78,4% para reclutas. (**Fig. 96**). El zooplancton present3 una asociaci3n con la anchoveta medida a trav3s de la prueba chi- cuadrado, siendo el rango preferencial de la especie, el principal aporte causante del rechazo de la hip3tesis de independencia, con una contribuci3n superior al 58,53% y 27,69% para adultos y reclutas, respectivamente.

La biomasa de zooplancton report3 una asociaci3n con los adultos de anchoveta con un 3ndice de 0,17 en la capa superficial y de 0,14 para el estrato preferencial de la especie. Para los reclutas el 3ndice fue de 0,12 y para el rango preferencial de 0,06 (**Tabla 50**).

5.4. Modelamiento estad3stico de la densidad ac3stica de anchoveta y las condiciones bio-oceanogr3ficas.

5.4.1. An3lisis descriptivo.

La **figura 97** muestra la distribuci3n espacial de anchoveta y profundidad media de las agregaciones desde los 25°S hasta los 30°10'S desde la costa hasta los 71°30'O. En ambos casos se presentan fluctuaciones en las componentes espaciales, latitud y longitud.

Entre los 25°-27°S, se observan tres focos principales de altas densidades de anchoveta, hacia el sur de los 27°S las densidades tienden a disminuir continuamente. En el sentido longitudinal, las densidades son mayores hacia el sector Este (**Fig. 97**).



En cuanto a la distribución vertical del recurso, se observa un predominio en toda la zona de la profundidad media de las agregaciones cercana a los 12,5 m aproximadamente. Entre los 25°-27°S el recurso presenta un rango de distribución vertical entre los 10 y 15 m de profundidad, entre los 27°-29°S las agregaciones se encuentran mas superficiales en la columna de agua alcanzando un maximo de 12,5 m de profundidad, hacia el sur de los 29°S se observa una profundización de las agregaciones alcanzando un máximo de 21 m de profundidad aproximadamente, en consecuencia la profundidad media en este sector también tiende a aumentar hasta los 14,5 m aproximadamente (**Fig. 97**).

Las variables oceanográficas también muestran una variación espacial. La temperatura presenta una fluctuación latitudinal de los valores medios. La zona de estudio presenta dos sectores con características diferenciadas, entre los 25°-28°S las temperaturas promedio en que se ubicaron las anchovetas variaron entre 14,7 y 15,7° C; al sur de los 28°S estos valores se reducen fluctuando entre 13,6 y 14,3° C. La salinidad promedio en que se distribuyó la anchoveta también presenta dos zonas: entre los 25° y 27° S varió entre 34,53 y 34,46 psu y entre 27° y 30°30'S se aprecia un valor promedio entre 34,23 y 34,27 psu, con la excepción del sector comprendido entre los 28° y 29° S en que se registra un promedio mínimo de 34,1 psu (**Fig. 98**).

El oxígeno promedio en que se distribuyó la anchoveta presenta una tendencia positiva con la latitud, variando entre 4,01 y 5,38 ml/l, presentando amplios rangos de variabilidad entre los 25°-26°S (**Fig. 98**).

La clorofila-a también presenta dos sectores con valores promedio claramente diferentes: entre los 25° y 29° S caracterizado por clo-a entre 3,62 y 4,67 mg/m²; y entre 29° y 30°30'S con clo-a promedio mayores entre 6,17 y 6,53 mg/m². La densidad del agua, al igual que las otras variables registra dos sectores: entre los 25°



y 28° S caracterizada por una tendencia negativa con el aumento de la latitud, variando entre 25,65 y 25,22 kg/m³ y entre 28° y 30°30'S con una relativa estabilización de la variable promedio entre 25,58 y 25,71 kg/m³ (**Fig. 98**).

Las gradientes promedio de temperatura presentan tres sectores. Entre los 25° y 27° S varió entre 0,16 y 0,19° C/m; entre 27° y 29° S entre 0,29 y 0,21° C/m y; entre 29° y 30°30'S entre 0,11 y 0,12° C/m. Las gradientes de salinidad promedio que limitó a la anchoveta se presentó relativamente estable en toda la zona, con valores negativos cercanos a 0, variando entre -0,0033 y -0,0095 psu/m, con la única excepción entre los 27° y 28° S donde esta variable fue positiva y alcanzó a 0,0069 psu/m. La gradiente promedio de oxígeno disuelto también tuvo un comportamiento estable en toda la zona con valores entre 0,011 y 0,096 ml/l m. La gradiente promedio de clo-a fluctuó en torno a 0, con valores entre -0,129 y 0,1278 mg/m³, con la única excepción en la zona 28° -29° S en que alcanzó a 0,519 mg/m³. La gradiente promedio de densidad del agua fue menor a 0 presentando un comportamiento semejante a la variable densidad, distinguiéndose dos sectores: entre los 25° y 28° S con una tendencia negativa con la Latitud, variando entre -0,041 y -0,059 kg/m⁴ y entre los 28° y 30°30'S en que se verifica una relativa estabilización de la variable entre -0,026 y -0,05 kg/m⁴ (**Fig. 99**).

Las variables de oferta ambiental de alimento Abundancia de Diatomeas y Abundancia de Zooplancton se comportaron en forma relativamente variable con la latitud. En el caso de las Diatomeas, en general se aprecian niveles relativamente bajos de abundancia, distinguiéndose cuatro sectores: entre 25° y 27° S con valores entre 50.539 y 79.895; entre los 27° y 29° S con valores entre 23.389 y 37.327; entre los 29° y 30° S que se registra el máximo con 1.328.188 y finalmente entre 30° - 30°30'S que registra el mínimo con 5.703,49. Para los flagelados, se observa una fluctuación de la abundancia media con tres focos de alta abundancia, dos de ellos se presentan entre los 25°-27°S con valores entre 2.058 y 2.301 y el tercero al sur de



la zona entre los 29°-30°S, alcanzando a 2.124; en los otros sectores se registraron valores m3nimos entre 125 y 878. La abundancia promedio de zooplancton tambi3n present3 un comportamiento latitudinal variable y es inverso a los flagelados. Es as3 como entre los 25° y 28° S se alcanzan valores entre 228.404 y 944.429, coincidiendo con valores intermedios de los flagelados; entre 28° y 29° S se observa el m3ximo de esta variable con 2.007.362, correspondiente al m3nimo de los flagelados y al sur de los 29° fluctu3 entre 416.564 y 832.524 siguiendo la tendencia inversa respecto a los flagelados. (**Fig. 100**).

5.4.2. An3lisis Inferencial.

En el modelamiento del GAM, una primera exploraci3n consider3 ajustar un modelo lineal con t3rminos param3tricos y evaluar la significancia de incluir funciones suavizadoras al modelo asumiendo un error del 5%. La prueba de m3xima verosimilitud F indic3 con una probabilidad de 3,56E-02, que el modelamiento con t3rminos no param3tricos es significativo.

Se aplic3 el modelamiento estad3stico GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables oceanogr3ficas, temperatura, salinidad, oxigeno, clorofila, densidad, y gradientes respectivos; variables biol3gicas, abundancia de diatomeas, flagelados y zooplancton y variables espaciales como latitud, longitud y profundidad de las agregaciones, considerando en el modelo la informaci3n registrada en toda la columna de agua. En la estimaci3n de las funciones no param3tricas se utiliz3 el suavizador “loess” con un span igual a 0,5.

Para el cumplimiento de los supuestos asociados al modelamiento estad3stico GAM de la densidad de anchoveta, los S_A fueron transformados a una escala logar3tmica en orden de reducir la asimetr3a (Bertrand *et al*, 2004) y aproximar la variable a una distribuci3n normal.



En la selección de las variables explicativas se aplicó la prueba basada en la máxima verosimilitud F con un nivel de significación del 5%, seleccionando aquellas covariables que aportan significativamente a la explicación de la variabilidad de la densidad de anchoveta. Las variables obtenidas en este procedimiento estadístico en orden de significancia fueron longitud, profundidad media de la agregación, abundancia de diatomeas, latitud y densidad.

La **tabla 51** muestra que las 5 covariables seleccionadas son significativas al ser incorporadas al modelo con el logaritmo de la densidad de anchoveta. También, se observaron reducciones significativas en la devianza de los residuales, la que decrece continuamente en la medida que el número de covariables aumenta disminuyendo un total de 164,50 residuales por la incorporación de 5 covariables al modelo nulo, cabe destacar que la longitud, primera covariable incorporada en el ajuste, reduce mayormente la magnitud de la devianza de los residuales y en segundo orden lo hace la variable profundidad de la agregación.

El Criterio de Akaike (AIC) resulta recomendable como complemento en la selección de las covariables, ya que considera el número de parámetros en el modelo. Para el modelo propuesto se observa una disminución del AIC con la incorporación de factores hasta alcanzar su mínimo con la variable densidad que es la última incorporada al ajuste (**Tabla 51**). De la misma forma que en lo descrito para los residuales, las variables longitud y profundidad media reducen sustancialmente el índice AIC (**Tabla 51**).

El nivel de importancia de las covariables en el ajuste está dado por el grado de explicación de las variables modeladas medido a través del pseudo coeficiente de determinación. La Longitud y profundidad media de la agregación son las variables que mayormente explican la distribución de la densidad de anchoveta, alrededor de un 30%, las restantes variables contribuyen marginalmente a la explicación de la respuesta con un aporte máximo del 7% (**Tabla 51**). En general, el pseudo



coeficiente de determinación obtenido es de 0,469, lo que indica que el modelo explica un 47% aproximadamente de la variabilidad total.

Relaciones no lineales entre la densidad de anchoveta y los factores bio-oceanograficos se observan a través del modelamiento GAM. El efecto de las variables explicatorias puede ser mejor entendido analizando la contribución de cada término modelado, con el propósito anterior la influencia relativa de cada covariable sobre la densidad de anchoveta es presentada gráficamente en la **figura 101**, con la función de suavización loess y sus intervalos de confianza al 95%.

El logaritmo de la densidad de anchoveta aumenta a medida que la distancia a la costa disminuye, mostrando un efecto positivo sobre la densidad del recurso con longitudes menores a $71^{\circ}24'O$, a distancias de la costa mayores se observa un efecto negativo sobre la densidad de anchoveta. La magnitud relativa del efecto de la variable longitud tiene un rango loess de $\approx 5,5$ (**Fig. 101**).

La profundidad media de las agregaciones presenta una relación no lineal con una ventana ambiental óptima entre 11 y 32 m, maximizando la densidad de anchoveta en aguas superficiales alrededor de los 16 m. Las bandas de confianza en el extremo superior de la variable tienden a divergir como consecuencia de pocas observaciones sobre los 30 m de profundidad, reflejando una alta incertidumbre en la estimación (**Fig. 101**). La magnitud del efecto de la profundidad de las agregaciones tiene un rango loess de $\approx 3,0$.

Respecto de la relación entre el logaritmo de la densidad de anchoveta y la abundancia de diatomeas se puede señalar que esta presenta un efecto valle negativo entre $900 - 5E+05$ cél/L, alcanzando un mínimo en la densidad de anchoveta alrededor de $2E+05$ cél/L. A partir de concentraciones de abundancia sobre los $5E+05$ cél/L la amplitud de las bandas de confianza se incrementa, reflejando al igual que el ajuste realizado con la profundidad de las agregaciones una



alta incertidumbre en la estimaci3n. La magnitud relativa del efecto de la abundancia de diatomeas tiene un rango loess de $\approx 1,4$ (**Fig. 101**).

El efecto de la variable latitud presenta una relaci3n que decrece continuamente a partir de los 27°S , mostrando un efecto negativo sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, hacia el sur de esta latitud se observa un efecto insignificante producto de la relaci3n lineal horizontal entre la densidad de anchoveta y la latitud. El efecto relativo de la latitud sobre la variable respuesta tiene un rango loess de $\approx 4,0$ (**Fig. 101**).

El logaritmo de la densidad de anchoveta disminuye a medida que la densidad del agua se incrementa, entre los $25,55$ y $25,76 \text{ kg/m}^3$ se presenta una ventana ambiental 3ptima con un efecto menor a $0,25$ en la funci3n loess, maximizando la densidad de anchoveta alrededor de los $25,65 \text{ kg/m}^3$. Fuera de este rango la amplitud de las bandas se incrementa debido al poco n3mero de observaciones presentes en los extremos (**Fig. 101**).

6. Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Objetivo B4).

Se proces3 y analiz3 un total de 401 agregaciones mediante el programa SonarData Echoview[®] (versi3n 3.00.81) correspondientes a anchoveta, informaci3n extra3da de las transectas de prospecci3n ac3stica, intertransectas costeras y navegaciones orientadas a la b3squeda de card3menes. La muestra se separ3 en agregaciones diurnas y nocturnas, consider3ndose para el primer per3odo el horario comprendido entre las 06:00 horas y las 20:00 horas (300 detecciones), mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el per3odo restante para completar las 24 horas (101 detecciones).

Se entregan los resultados de los valores de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de estas especies analiz3ndose las diferencias que presentan en



ambiente diurno y nocturno, determinándose también la variación que presentan estos descriptores de acuerdo a zonas separadas en sentido latitudinal.

Se aplica 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.

6.1 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas

6.1.1 Descriptores morfológicos

En las **tablas 52 y 53** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfométricos y batimétricos de las agregaciones diurnas y nocturnas.

Las agregaciones durante el día tuvieron en promedio menor largo y una distribución de frecuencia mas estrecha que durante la noche, 25,3 m ($\pm 32,1$) y 260,9 m ($\pm 484,1$), respectivamente. La moda principal en ambiente diurno fue de 12 m con un 21% de las agregaciones. En ambiente nocturno la distribución de frecuencia fue bastante amplia, no observándose una tendencia marcada hacia algún rango en especial aun cuando se observan dos rangos de similar participación, uno entre 20 y 30 m y otro en los 50 m de longitud (**Fig. 102**).

La tendencia nocturna de esta especie de formar agregaciones mas extensas que durante el día se corrobora al considerar que el 39% de las agregaciones diurnas presentó valores superiores a los 20 m de extensión, mientras que en la noche el 93% de las observaciones presentaron largos superiores a dicho valor.

El alto o extensión vertical de las agregaciones fue superior durante el día con una valor promedio de 4,1 m ($\pm 2,1$) mientras que en la noche este descriptor fue de 2,9 m ($\pm 1,5$), con rangos que fluctuaron entre 1 y 12 m en el día y entre 1 y 9 m durante la noche.



Observando las distribuciones de frecuencia de este descriptor se puede apreciar una tendencia nocturna a formar agregaciones de menor altura, aglutinándose el 77% de las observaciones en un rango entre 2 y 3 metros de altura, mientras que en el día para el mismo rango se conglomeran el 40% (**Fig. 103**).

La elongación o relación largo/alto de las agregaciones, en ambiente nocturno presentó un promedio notablemente mayor que durante el día llegando a un valor de 76 (± 111) v/s 7 (± 11). Las distribuciones de frecuencia día-noche presentan diferencias notables en la dispersión de los datos, agrupándose en ambiente diurno en torno a la moda (4), mientras que en la noche con una gran dispersión sin una moda diferenciada (**Fig. 104**). La mayor extensión de las agregaciones nocturnas impactó en la elongación con el 86% de los casos mayores a 10, mientras que durante el día, el 88% de las agregaciones presentó una relación largo/alto menor a 10, corroborando que durante el día la tendencia es formar agregaciones tipo cardúmenes, mientras que en la noche las agregaciones más frecuentes son tipo estratos.

El perímetro de las agregaciones observadas en ambiente diurno varió entre 10 y 1.159 m con un promedio de 73 m (± 11), mientras que en la noche el rango fue más amplio, abarcando desde los 20 m hasta un máximo de 8.409 m y un promedio de 826 m (± 1.600). La distribución de frecuencia de este descriptor en ambiente diurno presentó una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con moda en los 36 m, en la noche la distribución es más amplia con valores en torno a los 60 m y una tendencia secundaria a agruparse entre los 345 m (**Fig. 105**). El área de agregaciones en ambiente diurno presentó un promedio de 104 m² (± 153) y en la noche de 1.025 m² (± 2.626). Las distribuciones de frecuencia día-noche presentan tendencia similar al perímetro con moda diurna en 12 m² y en la noche con una tendencia en torno a los 60 20 m² y otra secundaria en torno a los 345 m² (**Fig. 106**).



El descriptor dimensión fractal el cual caracteriza la irregularidad del contorno de la agregación, alcanzó valores promedio de 1,26 ($\pm 0,14$) y 1,58 ($\pm 0,13$) para las agregaciones diurnas y nocturnas respectivamente mostrando la tendencia a presentar agregaciones de formas más definidas durante el día. La distribución de frecuencia de la dimensión fractal diurna presenta valores centrados entre 1,15 y 1,20 ($70\% < 1,3$), mientras que en la noche presenta una distribución con el 70% de la observaciones entre 1,55 y 1,80 (**Fig. 107**)

6.1.2. Descriptores batimétricos

Las profundidades de las agregaciones durante el día variaron entre 4 y 29 m con promedio de 9 m (± 3) y en la noche entre 5 y 13 m con promedio en 8 m (± 2). Las distribuciones de frecuencia día y noche presentan distribuciones normales con moda centrada en 8 y 7, respectivamente. En la noche la distribución tiende a centrarse más en el valor central con el 57,4% entre 7 y 8 m mientras que en el día el 37,7% se agrupa en el mismo rango (**Fig. 108**).

Las profundidades de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones presentan en promedio de mayor valor en el día respecto a la noche, en el primer caso fue de 142 m (± 100 m) y en ambiente nocturno alcanzó los 134 m (± 67 m) siendo mayor el rango de cobertura en el día que en la noche. Las distribuciones de frecuencia diurna y nocturna muestran modas similares en los 107 m pero con diferencias en la dispersión de los datos siendo mucho más amplia ésta durante el día (**Fig. 109**)

El descriptor Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, en ambos casos (diurno y nocturno) presentó valores que muestran una tendencia marcada de esta especie a mantenerse cerca de la superficie, presentando valores promedio de 90,6% ($\pm 11,3$) y 93,5% ($\pm 2,7$) de altura con respecto al fondo para el caso diurno y nocturno respectivamente. Las



distribuciones de frecuencias muestran que en la noche hay una leve tendencia a agruparse m1s cerca de la superficie que en el d1a, siendo mucho menor el rango de variaci3n nocturno (**Fig. 110**).

6.1.3. Descriptores de energ1a

Los valores de energ1a retrodispersada (S_a) variaron en el d1a entre 10 y 112.236 con promedio de 1.872 (± 7.634), mientras que en la noche los valores fluctuaron entre 10 y 78.149 y un promedio de 2.337 (± 9.302). Las distribuciones de frecuencia de este descriptor, tanto en el d1a como en la noche presentan una distribuci3n orientada hacia el sector izquierdo de la curva, observ1ndose en la distribuci3n nocturna una tendencia secundaria a agrupar valores cercanos a los 300 S_a (**Fig. 111**).

Los valores de densidad ac1stica (S_a/m^2) presentan valores notablemente mayores en el d1a, encontrando valores entre los 0,1 y 194 (S_a/m^2) con promedio en 13,7 ($\pm 20,7$), mientras que en la noche los valores observados fluctuaron entre los 0,3 y 12,1 con promedio en los 1,9 ($\pm 1,9$). Los gr1ficos de frecuencia (d1a y noche) presentan diferencias en su distribuci3n, siendo mas amplia durante el d1a y acotada durante la noche con valores altos hacia el sector izquierdo de la curva. En ambiente nocturno el 84% de las observaciones presenta densidades menores que 3 (S_a/m^2) mientras que en el d1a s3lo el 28% se encuentra en dicho rango (**Fig. 112**).

6.2. Valores promedio por zona y per1odo d1a-noche

Se analiz3 los valores de los descriptores de acuerdo a las zonas definidas por estratificaci3n de tallas (**Tabla 10**). La **Tabla 54** entrega el resumen de los resultados generales obtenidos por zona y per1odo. En el per1odo diurno se registraron observaciones en todas las zonas mientras que en la noche las



zonas 1 y 5 no registrarán observaciones, mientras que en la zona 4 se registraron sólo 5 agregaciones.

El valor promedio del largo presenta en el período diurno su mayor valor en la zona 2 seguido de la zona 4, para disminuir hacia el sur, mientras que anocheciendo en las 3 zonas el valor promedio es mayor respecto al día, en la zona 4 se presentan las agregaciones de mayor longitud (**Fig. 113**)

El Alto de agregaciones alcanza durante el día también un máximo en la zona 2 (4,7 m) para decaer gradualmente hacia el sur, mientras que en la noche los valores de alto son menores a los valores diurnos en las respectivas zonas, siendo siempre la zona 2 la de mayor magnitud (**Fig. 114**). La elongación difiere de la tendencia anterior siendo la zona 4 la de mayor magnitud en ambos períodos del día seguida de la zona 2 debido a la diferencia observada en el alto de las agregaciones (**Fig. 115**), siempre los valores nocturnos de elongación son mayores que los del día en cada zona similar tendencia se observa en el perímetro de agregaciones con un máximo en la zona 4 seguida de la zona 2 en ambos períodos (**Fig. 116**). Las agregaciones de mayor área se registraron en la zona 2 en ambiente diurno mientras que en la noche la zona 4 registro mayor promedio (**Fig. 117**), manteniéndose la característica en ambiente nocturno con las agregaciones considerablemente mayores que en el día.

La dimensión fractal no presenta diferencias notorias en ambiente diurno entre zonas, situación diferente a la noche en que en todas las zonas el valor es mayor respecto a día. Entre zonas se observa que en la zona 4 se concentran las agregaciones con mayor valor de dimensión fractal evidenciando mayor irregularidad en sus formas (**Fig. 118**).

Las agregaciones en promedio tanto en el día como en la noche se encontraron a mayor profundidad en la zona 4 y a menor profundidad en las zonas más al



norte y sur del área de estudio (zonas 1 y 5, respectivamente), observándose mayores fluctuaciones en ambiente nocturno que diurno (**Fig. 119**). La profundidad del fondo en que fueron detectadas las agregaciones presenta durante el día similares valores fluctuando en torno a los 150 m, excepto en la zona 3 en que es inferior a los 100 m. No se observa tendencia clara de aumento o disminución en la profundidad del fondo durante la noche, ya que en la zona 2 disminuye mientras que en las zonas 3 y 4 aumenta el valor promedio del fondo (**Fig. 120**). Los valores del índice de altura presentan durante el día sus mayores valores en las zonas 5 y 1, respectivamente con valores cercanos al 95%. En la noche se observa que en cada zona el valor del índice de altura aumenta y entre ellas la zona 4 es la de mayor valor (**Fig. 121**). Aun cuando en la zona 4 en período nocturno se observó la mayor profundidad de agregaciones, el considerable aumento en la profundidad del fondo registrado en la noche, provoca que el porcentaje de altura respecto al fondo sea más alto.

Los valores de S_a promedio durante el día presentan su mayor valor en la zona 2 para disminuir gradualmente hacia el sur, similar tendencia que el área y alto de agregaciones, en tanto en la noche los valores de S_a son menores en las respectivas zonas excepto en la zona 4 (**Fig. 122**). Al analizar la densidad acústica (S_a/m^2) se observa en período diurno la misma tendencia que para los S_a , un máximo en la zona 2 para disminuir gradualmente hacia las zonas más al sur del área. En la noche se observa valores ostensiblemente menores que en el día para las respectivas zonas, y entre zonas similar tendencia de detectar agregaciones menos densas hacia el sur del área (**Fig. 123**).



6.3. Resultados análisis componentes principales

6.3.1. Agregaciones diurnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 52**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones diurnas.

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 55**, destacándose que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-perímetro, elongación-perímetro, largo-elongación y área-largo, seguida de la asociación entre las variables elongación- dimensión fractal y Sa-área. Las variables batimétricas no presentaron buenas correlaciones entre sí. Esta matriz es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

Se realizó una aplicación exploratoria del ACP utilizando diferentes combinaciones de variables como activas a fin de alcanzar un valor aceptable de la medida de suficiencia de muestreo (MSA), compatibilizado con un buen porcentaje de explicación de la varianza.

El mejor valor de la MSA se logró con la exclusión de las variables dimensión fractal y profundidad del fondo, llegando a un valor de 0,67. De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los primeros tres componentes cumplen la condición, explicando en conjunto el 79,5% de la variabilidad total. El componente 1 es el más importante con un valor propio de 3,4 explicando el 37,6% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,0 explicando el 22,0% de la variabilidad. El tercer componente explica el 19,9% de la variabilidad con un valor propio de 1,8.



La **Tabla 56** entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los tres componentes.

Se aplic3 una rotaci3n Varimax de los componentes de la matriz, obteni3ndose los valores correlacionados de las variables originales con los componentes principales que se aprecian en la **Tabla 57**, en 3sta se observa que los descriptores morfol3gicos tales como largo, per3metro, elongaci3n y 3rea presentan respectivamente los mayores coeficientes dentro de la primera componente. El componente 2 se asocia principalmente con las variables densidad, Sa e 3ndice de altura (asociaci3n negativa) respectivamente. El componente 3 presenta una mejor asociaci3n con el descriptor alto y profundidad de agregaciones.

Se representan los dos primeros componentes con las variables originales en la **figura 124**, apreci3ndose una fuerte asociaci3n de las variables largo, per3metro y elongaci3n con el primer componente. La orientaci3n que se observa hacia una misma direcci3n implica que el aumento de uno de ellos implicar3 el aumento de los otros. Las variables Sa y densidad se encuentran ambas orientadas en el sentido positivo del eje 2, en sentido contrario se presenta el 3ndice de altura. Indicando que las agregaciones con mayor 3ndice de altura presentaban menores valores de sa y por ende menores valores de densidad. A la vez la variable Sa se encuentra en el mismo sentido que el 3rea de las agregaciones reflejando que en ambiente diurno est3n relacionadas.

6.3.2. Agregaciones nocturnas

El resumen de la informaci3n de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 53**, donde se incluye el valor m3ximo, m3nimo, promedio y desviaci3n estandar para las caracter3sticas morfom3tricas y batim3tricas de las agregaciones nocturnas.



La **Tabla 58** entrega la matriz de correlaciones entre las variables originales, en donde se encontró altas correlaciones entre las variables morfométricas largo, perímetro, elongación y área, seguida de las asociaciones del Sa con el área y perímetro. También se observa buena correlación negativa entre la variable índice de altura y alto de agregaciones. Esta matriz de correlaciones es la utilizada como matriz de entrada para el ACP.

Al igual que en el caso diurno se aplicó inicialmente el ACP con todas las variables originales como activas, lo que se modificó en posteriores aplicaciones de ACP a fin de lograr un buen porcentaje de variabilidad explicada junto a un valor aceptable de la MSA. Finalmente con la eliminación de las variables elongación, profundidad del fondo y densidad se logro un valor de MSA de 0,74.

Calificaron los primeros dos componentes como principales, teniendo el primero un valor propio de 4,44 explicando el 55,4% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,87 explicando el 23,3% de la variabilidad, explicando entre ambos el 86,1% de la variabilidad total (**Tabla 59**).

Se aplicó una rotación Varimax de los componentes de la matriz, obteniéndose los valores correlacionados de las variables originales con los componentes principales que se aprecian en la **Tabla 60**. En ésta se observa que los descriptores morfológicos tales como área, perímetro, largo y Sa presentan los mayores coeficientes en el primer componente. Las variables dimensión fractal e índice de altura tuvieron las mejores correlaciones con el segundo componente.

La correlación gráfica de las variables originales con los dos primeros componentes (**Fig. 125**) nos muestra la fuerte asociación directa de las variables morfométricas y de energía con el eje del componente 1 mientras que para el componente 2 existe una mezcla entre los descriptores morfológicos y batimétricos. La asociación reflejada entre los descriptores profundidad de



agregaciones y alto en el mismo sentido nos refleja que en ambiente nocturno las agregaciones mas cerca de la superficie presentan menor altura que las agregaciones mas profundas, y si agregamos que en este cuadrante las variables dimensi3n fractal e 3ndice de altura se encuentran direccionadas en sentido opuesto a estas dos variables, podemos agregar que las agregaciones mas cerca de la superficie (menor profundidad y mayor 3ndice de altura) presentan un mayor valor de dimensi3n fractal, es decir son menos definidas en su contorno, caracter3stica de las agregaciones tipo estrato.



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de la hidrografía

La información de temperatura, salinidad y especialmente de densidad superficial de la zona de estudio muestran claramente la formación de una banda costera, que, aunque no es continua, muestra evidencias claras del desarrollo de procesos de surgencia de distinta intensidad a lo largo del sector costero: Entre rada Paposo y el norte de punta Ballenita, entre el sur de Chañaral y punta Obispo, y desde punta Farellones al norte. Este último punto es especialmente evidente a través de la distribución superficial del oxígeno, ya que muestra el afloramiento de bajas concentraciones las que delinear la formación de una lengua de surgencia que se proyecta hacia el nor-noroeste.

Las imágenes diarias de TSM, muestran la presencia de una lengua de aguas frías que se proyecta desde punta inglesa hacia el norte. Este último foco de surgencia no aparece en los datos de crucero debido a que probablemente no existía el proceso en el momento de la toma de datos in situ en esa zona.

Los resultados muestran que durante el crucero, al sur de la bahía de Coquimbo, específicamente el sector de punta Farellones, aparece como el foco de surgencia más importante de la zona de estudio. Esta surgencia produce una lengua de aguas frías, levemente más salinas, más densas, de menor concentración de oxígeno disuelto, que sigue la tendencia de una corriente geostrofica anticiclónica y que se proyecta hacia el norte encerrando bahía Guanaqueros y bahía de Coquimbo. El cambio de orientación de la línea de costa y la presencia de estas dos bahías generan un efecto de sombra de surgencia (Escribano & Hidalgo, 2001; Marin et al., 2003), lo que podría definir las como zonas de retención y de alta productividad, situación que se fue reflejada en las concentraciones de clorofila-a medidas en este crucero.



Información satelital muestra que en el sector al norte de caleta Ingleses, caleta Peña Blanca a puerto Carrizal Bajo, potencialmente también podría producirse ese efecto. En este sector se observan las menores temperaturas superficiales las cuales abarcan una mayor extensión hacia el sector oceánico. En el mismo sentido, se destaca el sector costero que va de puerto Carrizal Bajo a Huasco.

Por otro lado, las menores intensidades de surgencia se ubicarían en las áreas de Punta Ballenita, Bahía de Copiapó, caleta Peña Blanca y punta Pozo, las cuales registran aguas de mayor temperatura relativa de la costa. Tal es el caso de punta Ballenita, en la que se registran las máximas TSM y salinidades superficiales, es decir $> 21^{\circ}\text{C}$ y $> 34,6$ psu, respectivamente, desde la costa hasta más allá de las 20 mn. Salvo por caleta Peña Blanca, en los sectores mencionados coincidentemente se registraron las menores concentraciones de clorofila-a.

La comparación de valores de temperatura y salinidad superficial observados en el crucero (franja costera de las primeras 20 mn), con los promedios mensuales de temperatura y salinidad disponibles indica, una condición levemente fría y con menores salinidades superficiales para la zona (SHOA, 1996). Aunque hay que tener en cuenta que las climatologías mensuales son promedios suavizados que tienden a esconder los eventos de surgencia costera como los que ocurren en la zona. Los valores de oxígeno aparecen dentro de los rangos normales de la climatología de la III y IV Región de Chile (SHOA, 1996).

Las surgencias en la zona son inducidas por el viento a lo largo de la costa. Las imágenes satelitales de viento superficial indican una condición general favorable a la surgencia, como sucede típicamente para la zona en esta época (Bakun & Nelson, 1991). Pero, el viento registrado por el crucero muestra que las zonas más favorecidas son el sector de punta Farellones y caleta Inglesa, donde el viento tiende hacia el sur y en promedio tiene un bajo transporte de



Ekman, lo que confirma que aunque en la imagen satelital de TSM muestra una lengua de surgencia, cuando se muestreó en ese sector, predominaba una condición de viento que no favorecía la surgencia en la costa. Las diferencias entre los registros satelitales y las observaciones de crucero muestran lo importante de la forma y orientación de la costa, como también la complementariedad de la información.

Información oceanográfica superficial obtenida con anterioridad en el crucero 'reclutamiento de Anchoqueta en la I y II región', realizado en las tres primeras semanas de febrero de 2007, señala en forma preliminar, que el área costera de las primeras 20 mn de la zona se encontraría bajo condiciones normales. Esto es consistente con las condiciones hacia una situación neutral (No Niño) que se observó en el Pacífico Ecuatorial Central durante el mes de Enero y Febrero, pero con tendencia hacia una condición fría La Niña durante el último mes (NOAA/NCEP, <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>).

Cabe recordar que la aparición de anomalías térmicas y salinas positivas y significativas en la zona norte de Chile (I y II regiones), asociadas a la fase cálida débil del ENOS ("El Niño") durante el año 2006, estuvo prácticamente limitada a las últimas dos semanas del año y a las primeras dos de enero del 2007 (Braun et al, 2007a). Esta afirmación esta confirmada con el índice multivariado, MEI, el cual muestra que para la época de febrero-marzo predominó una condición de neutralidad sin tendencia clara.

En la tercera y cuarta región, la presencia de las masas de agua encontradas corresponden a las típicas observadas en la zona (AST, ASAA y AESS) con una disminución en intensidad hacia el sur del AST y AESS que tienen origen subtropical y Ecuatorial. Estas masas de agua evidencian el transporte de agua y calor hacia el polo, mientras que el ASAA que disminuye en intensidad hacia el



Ecuador evidencia el transporte de agua de origen subpolar hacia el norte (Silva, 1983). La capa formada por el AESS es la que presenta caracteristicas m3s definidas a las cuales se asocia un m3ximo de salinidad, m3nimo de ox3geno y la presencia de la corriente hacia el polo sobre el talud continental. Esta corriente es en parte deducida por el ajuste geostr3fico que se produce sobre el talud, es decir, la tendencia a la pendiente negativa en la isotermas, isohalinas y especialmente las isopicnas bajo la capa superficial que en general abarca hasta los 100 m de profundidad (Strub et al., 1998).

A pesar que esta capa esta presente y est3 bien definida, la condici3n actual del ox3geno dsuelto indicaría una baja participaci3n de AESS en la mezcla de los niveles superficiales.

Las elevadas concentraciones de clorofila-a ($> 5 \mu\text{g/L}$) que se observaron en la franja costera desde caleta Inglesa al norte, coincidieron con la banda de surgencia. Mientras que, el efecto de la sombra de surgencia sobre las bah3as de Guanaqueros y Coquimbo ser3a la responsable de las altas concentraciones pigmentarias registradas en ese sector. En este sentido, las transectas que presentaron las mayores concentraciones pigmentarias, coincidieron con participaci3n del AESS $> 40 \%$ bajo los 20 m en las estaciones costeras.

Por otra parte, en general en el presente crucero, los feopigmentos mantuvieron concentraciones muy por debajo de la clorofila-a lo que indica un 3ptimo estado fisiol3gico de las c3lulas fitoplanct3nicas.

La clorofila integrada represent3 adecuadamente la distribuci3n pigmentaria en la columna de agua en la zona, reflejando los n3cleos subsuperficiales de punta Obispo y punta Totoralillo.



En cuanto a la fluorescencia in vivo, aunque es esperable que ésta variable se asocie en forma significativa con la concentración de clorofila-a, y por ende ayude a mejorar la representación de la distribución, eventualmente podrían existir algunas desviaciones en la linealidad (Castillo *et al.*, 2002). Lo anterior debido tanto a factores biológicos como físicos, esto se tradujo en que si bien la fluorescencia mostró una similar distribución a la clorofila-a, las mayores diferencias observadas a bajos valores de fluorescencia, principalmente en la presencia de núcleos subsuperficiales que no se vieron reflejados en la distribución de clorofila-a.

Por otra parte, la distribución de fluorescencia confirma que los núcleos de clorofila abarcaron una mayor área a nivel subsuperficial, extendiéndose en la mayoría de los casos hasta los 20 m.

Las imágenes de color indicaron que previo al inicio del crucero, las concentraciones de clorofila en el área de interés estaban en general bajas, aumentando notablemente hacia la primera semana de marzo. En este sentido, las altas concentraciones del pigmento, $> 5 \mu\text{g/L}$, de Caldera al sur se mantuvieron al menos los primeros diez días de marzo. La buena asociación de los valores entregados por la imagen y los registros puntuales de la clorofila total *in situ*, permitieron comprobar la información rescatada de las imágenes. Sin embargo, se debe hacer notar que los valores más altos del muestreo son suavizados por la imagen, perdiéndose los focos puntuales de alta producción.

En relación a esta variable, de un estudio con imágenes de color realizado en la misma zona de estudio se puede extraer que el promedio de clorofila fluctúa en valores cercanos o inferiores a $2,5 \text{ mg/m}^3$ (Yuras *et al.*, 2005). De este trabajo se desprende además, que la zona de estudio presentaría las mayores concentraciones de pigmento durante los meses que van de fines de primavera a verano entre los 25° y 28°S y primavera a comienzo de verano entre los 28° y 32°S .



Con respecto al muestreo del año anterior, se puede indicar que en el presente año hubo un aumento en las concentraciones de clorofila. En este sentido el rango de clorofila superficial de febrero de 2006, 0,1 a 10,1 $\mu\text{g/L}$ e integrada 15 a 221 mg/m^2 , fueron menores los actuales (0,1 a 18,8 $\mu\text{g/L}$ y 17 a 664 mg/m^2 respectivamente), con núcleos pigmentarios de menor tamaño (Castillo *et al.*, 2006).

2. Oferta ambiental de alimento

a) Fitoplancton

En el presente estudio se presenta una pobreza fitoplanctónica alrededor del 90% del área de estudio con valores de carbono inferiores a 50 $\mu\text{gC/L}$ en la columna de agua hasta los 10m de profundidad. En el sector norte se registran pequeñas áreas costeras con una mediana biomasa fitoplanctónica ($> 80 \mu\text{gC/L}$) frete a Taltal y Caleta Barquitos. Al sur de Carrizal en la zona costera se registran las mayores biomásas ($>300 \mu\text{gC/L}$), debido probablemente a la acción de un proceso de surgencia. No ocurre lo mismo al sur de Coquimbo donde se registra una extrema pobreza fitoplanctónica.

El patrón de distribución de la densidad fitoplanctónica, como biomasa de carbono son muy similares, tanto en superficie como a 10m de profundidad. Cabe destacar que en todos los focos de alta biomasa fitoplanctónica del área de estudio, la especie dominante es *Leptocylindrus danicus*, y le acompaña en la zona norte *Chaetoceros compressus* y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* y en el sur de acompaña *Chaetoceros convolutus*.

b) Zooplancton

Los mayores volúmenes zooplanctónicos coincidieron con los menores porcentajes de copépodos y no correspondieron a las estaciones con mayores



porcentajes de gelatinosos. En las estaciones en los que el volumen zooplanctónico superó los 1000 cm³, los grupos más abundantes después de los copépodos fueron los eufáusidos, sifonóforos, quetognatos, apendicularias y larvas de decápodos y cirripedios. En general las medusas, sifonóforos y ctenóforos, que son los zooplancteres de mayor volumen, no tuvieron incidencia determinante en las muestras de mayor volumen zooplanctónico, por lo cual esta medida del plancton que generalmente está asociada con pocos individuos de gran tamaño y poco aporte nutricional como presas, en esta oportunidad, corresponde con una estimación de la producción secundaria que constituye alimento para los zooplanctófagos.

Esto implicaría que las menores concentraciones de alimento para los consumidores secundarios estarían en el área próxima Caldera y al sur de punta Lengua de Vaca en esta ocasión.

La tendencia de la distribución del volumen zooplanctónico, que coincidió parcialmente con la abundancia numérica de los zooplancteres, en que los mayores valores se encontraron en las estaciones costeras, correspondería con las áreas de mayor producción primaria. Esta tendencia, se pudo apreciar con claridad en los transectos de los dos extremos de la zona de estudio, en los que el número de zooplancteres, desde la costa hacia áreas oceánicas, decreció progresivamente.

La excepción de esta tendencia la constituyó la estación 25, en la que el volumen zooplanctónico, que tuvo valores intermedios, registró el mayor número de zooplancteres, constituidos mayoritariamente por copépodos y larvas de gasterópodos, lo cual, por ser una estación costera ubicada al norte de caleta Barquito, se debería a un desove masivo que habría coincidido con el momento del muestreo, por lo cual sería un evento efímero.



El predominio de los copépodos en toda la zona de muestreo y en segundo término de los eufáusidos, indica que en las áreas de mayor abundancia de zooplancton en general (Nº individuos / 1.000 m³ de agua filtrada) y también del volumen del zooplancton, se encuentran los lugares de mayor oferta alimentaria para los consumidores secundarios, dado el valor nutricional de los crustáceos en el zooplancton.

3. Biología Pesquera

En el desarrollo del presente crucero se observó una estructura de tallas multimodal, con moda principal centrada en 14,5 cm y modas secundarias en 13,5 cm y 16,5 cm con un rango de tallas que varió entre 6 cm y 18,5 cm. Esta estructura de tallas difiere de la obtenida durante la realización del crucero 2006, donde la estructura de tallas se presentó unimodal centrada en 10,5 cm, con rango de tallas que varió entre 8 y 18,5 cm. Esta diferencia, se verificó tanto en las capturas realizadas con red de arrastre de media agua como en las capturas realizadas con cerco.

La relación longitud–peso, estimada a partir de todos los pares de datos disponibles en el presente crucero, muestra un buen grado de ajuste de la relación ($R^2 = 0,976$). Del mismo modo, la subzona 4 fue la que presentó el mejor grado de ajuste de esta relación, en este sentido, el análisis de varianza realizado evidenció que las regresiones establecidas para cada subzona fueron distintas entre sí, por lo que el modelo lineal total es representativo de toda la estructura de tallas presente en la zona de estudio. El grado de ajuste de la relación longitud–peso obtenida durante el crucero realizado el 2006 (Castillo *et al.*, 2006) ($R^2 = 0,956$) fue inferior al obtenido en el presente crucero, situación que se explicaría por la presencia de individuos de mayor talla y por ende de mayor peso en el presente crucero. Sin embargo, el análisis de varianza realizado para comparar ambas regresiones, evidencia que no existen



diferencias estadisticamente significativas entre la relaci3n longitud – peso obtenida en el 2006 y la del presente crucero.

Respecto de la proporci3n sexual, la zona total de estudio present3 un claro predominio de las hembras, las que representaron el 51,1% de los casos, situaci3n que fue contraria a la observada durante el 2006 (Castillo *et al.*, 2006) donde se observ3 una mayor proporci3n de machos (51,3%) respecto de las hembras. La proporci3n de individuos indeterminados sexualmente en el presente crucero alcanz3 al 10%, situaci3n que contrasta con el crucero realizado en el 2006, donde la proporci3n de individuos indeterminados fue del 47,7%. Por otro lado, los estados de madurez registrados en el presente crucero fueron los estados 1 a 6 con claro predominio de los estados de madurez sexual 2 (50,3%) y 3 (31,2%), situaci3n que tambi3n se observ3 en machos y hembras. Respecto del crucero realizado durante el 2006 (Castillo *et al.*, 2006), se observ3 un menor n3mero de estados de madurez (1 a 5) con fuerte predominio del estado de madurez 1 (45,8%), seguido en importancia por el estado 3 (29,6%).

Respecto del 3ndice gonadosom3tico (IGS), la zona total de estudio muestra una evoluci3n progresiva de estos valores con el aumento de la talla de los individuos (**Fig. 126**), estim3ndose un valor promedio de IGS para la zona total de estudio de 1,7%. Sin embargo, los valores medios de IGS estimados en el presente crucero fueron inferiores a los obtenidos durante el crucero realizado durante el 2006 (Castillo *et al.*, 2006), tal como se observa en la **figura 126**. El valor promedio IGS del presente crucero (1,7%) fue inferior al obtenido durante el crucero realizado en el 2006 (RECLAN 0602) y al IGS promedio registrado durante el 2003 (seguimiento pesquer3as zona norte), situaci3n que se revierte al comparar el valor promedio de en el presente crucero respecto de los valores obtenidos durante los seguimientos realizados el 2004 y 2005 (**Fig.**



127). La diferencia que se observa, principalmente, entre el crucero realizado en el 2006 y el presente crucero, estaría relacionado con menores pesos en las gónadas del presente crucero, a pesar de registrarse un número superior de estados de madurez. De lo anterior es posible evidenciar la ocurrencia de un período reproductivo en la zona de estudio, el cual sería coincidente con un segundo período reproductivo detectado en los meses de febrero y marzo (Castillo *et al.*, 2006).

La talla de primera madurez estimada en el presente crucero (15,1 cm) fue mayor que la registrada, en la misma zona, durante el crucero realizado en el 2006 (12,9 cm) (Castillo *et al.*, 2006). Esta situación estaría explicada por el mayor aporte de tallas grandes en el presente crucero, respecto del 2006, a pesar de observarse similares estados de madurez en la zona entre el 2006 y el presente crucero. Por otro lado, la estimación de talla de primera madurez total (14,4 cm) realizadas entre la 1° y 2° regiones (Crucero RECLAN 0702), fue menor que la estimada en el presente crucero.

En cuanto a la condición biológica de los individuos, estimada a partir del factor de condición (FC), se observa que los valores promedio a la talla se presentaron relativamente homogéneos en el presente crucero, observándose un leve aumento hacia tallas mayores (**Fig. 128**). Respecto del crucero realizado en el 2006, el presente crucero mostró valores medios del factor de condición similares en el rango de tallas 8 cm a 15,5 cm, sin embargo, en el rango 15,5 cm a 18,5 cm el presente crucero presentó valores del FC superiores respecto de los obtenidos durante el crucero realizado el 2006 (**Fig. 128**). El factor de condición promedio (0,7) registrado en el presente crucero, es superior al obtenido durante el 2006, así mismo se observa que el FC del presente crucero fue superior a los obtenidos en los seguimientos realizados durante el 2003, 2004 y 2005 (**Fig. 129**).



4. Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta.

La incorporación de los datos recolectados en el crucero RECLAN12 0702, permitió ampliar el espectro de tallas consideradas, lográndose una mayor representatividad de la información. En este sentido, es notable que aún cuando en el crucero RECLAN34 0703 sólo se disponía de 5 pares TS-L, se logra una juste significativo en la regresión.

El análisis de la información de TS-L recolectada en los dos cruceros respecto a la serie histórica disponible para 7 cruceros anteriores permitió comprobar la consistencia de la información, confirmándose que el rango y las tendencias coincidían. Con esta evidencia se hizo un ajuste de regresión que permite lograr una relación de TS-L de anchoveta para la zona norte notablemente robusta.

En general, los TS por talla de anchoveta deducidos de las ecuaciones estandarizadas en el crucero RECLAN34 0703 ($TS = 20 \log(L) - 73,51$) fueron menores a los ajustados en los RECLAN 9601, 9611, 0001, 0012, 0111, variando entre 0,07 y 0,17 dB. En cambio la ecuación ajustada en el crucero RECLAN34 0703 ($TS = 20 \log(L) - 74,22$) fue la menor de la serie, con valores entre 0,5 y 0,88 dB. La ecuación general ajustada en el presente caso ($TS = 20 \log(L) - 73,46$) supera entre 0,05 y 0,76 dB a las obtenidas en 9801, 9811, 0702 y 0703 y es inferior entre 0,04 y 0,12 dB a 9601, 9611, 0001, 0012 y 0111 (Tablas 61 y 62)

El estado de condición y de madurez de los peces son algunos de los factores biológicos que pueden afectar el TS a la talla, puesto que el volumen de las gónadas, en estados grávidos, puede inducir actitudes corporales de los peces en el medio; reducir el volumen de aire de la vejiga gaseosa ó alterar la composición de grasa en los tejidos modificando sus características ecoicas (Anónimo, 2002).

Los cambios interanuales en los factores de condición de las especies estudiadas,



así como los distintos estados de madurez registrados durante los periodos de medición pueden explicar las leves diferencias entre las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas, apreciándose una disminución de la respuesta acústica de los peces a medida que hay un aumento de tejidos grasos y que a su vez 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 una sistemática pérdida del peso individual entre los diferentes años, apreciándose un incremento de las intensidades acústicas (TS) de anchoveta (Castillo *et al.* 2002).

Al contrastar la ecuación estandarizada de anchoveta con las obtenidas por otros autores en especies similares, se observa que es alrededor de 2,24 db menor que la informada por Foote (1987) ($TS = 20 \text{ Log } (L) - 71,9$) para clupeidos y entre 1,6 y 1,9 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).

Respecto a la ecuación general ajustada por Castillo et al (2007) para anchoveta en la zona centros sur de Chile ($TS=20 \text{ LOG } (L)- 73,277$), con 116 pares de datos, se aprecia una diferencia promedio de 0,183 dB a favor de la ecuación de la zona centro-sur.

De cualquier modo, las diferencias detectadas entre los distintos cruceros para la zona norte de Chile y en la zona centro-sur, se encuentran dentro de los rangos normales esperados para este tipo de mediciones, demostrando un importante nivel de robustez en la ecuación ajustada.

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 clupeidos en general y la anchoveta del Cabo en Sudáfrica, con algunas diferencias que se explican debido a las distintas características biológicas entre las especies.

5. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

La biomasa de anchoveta estimada en el presente crucero (265.050 t) presenta una reducción del 25,2% respecto al verano del 2006 (354.501 t). Esta reducción se explica fundamentalmente por el bajo aporte de la fracción reclutas que se redujo desde 216.538 t en el verano del 2006 (RECLAN 0602) a 14.666 t en el presente caso (RECLAN34 0703) (-93,2%). Evidentemente que lo anterior se acentúa al comparar los resultados de las abundancia totales y segregados para los juveniles. En efecto, la abundancia total varió desde 36.784,7 millones de ejemplares en el 2006 a 13.742,6 millones en el 2007, representando un cambio negativo del 62,6%. En el segmento juvenil, el cambio es equivalente a lo ocurrido con la biomasa apreciándose una variación desde 29.560,1 millones en el 2006 a sólo 1.700 millones en el 2007 (- 94,2%) (Fig. 130).

Los resultados anteriores son congruentes con lo registrado en el aporte de los juveniles en cada uno de los dos cruceros. Es así como en el verano del 2006 (RECLAN34 0602), los juveniles representaron el 61,1% en biomasa y 80,4% en abundancia, mientras que en el presente caso su aporte fue del 5,5% en biomasa y 12,3% en abundancia.

Lo anterior también es producto de una modificación en la distribución espacial de la anchoveta entre ambos periodos, puesto que en el presente caso, la anchoveta estuvo restringida fundamentalmente a la III Región y con algunos focos de reducido tamaño y densidad entre caleta Inglesa (29°00'S) a punta Lengua de Vaca (30°15'S), estando ausente al sur de punta Lengua de Vaca. Mientras que



en el verano del 2006, esta especie se detectó en toda la zona de estudio, cubriendo hasta Los Vilos, concentrándose en tres áreas: la primera en el extremo norte de la zona de estudio localizada entre Rda. Paposo ($25^{\circ}15'S$) y Pta. Ballenita ($25^{\circ}47'S$), cubriendo un área aproximada de 1.074 mn², la segunda entre Pto. Carrizal bajo ($28^{\circ}05'S$) y Cta. Peña blanca ($28^{\circ}40'S$), distribuida en un área de 581 mn². Estas áreas se destacan por la alta presencia de reclutas, y por último la tercera área de mayor abundancia se ubica entre caleta Cruz Grande ($29^{\circ}30'S$) y Pta. Farellones ($30^{\circ} 20'S$), en una franja costera hasta las 10 mn y con los mayores registros de densidad acústica, este sector cubre de unas 468 mn² y se caracteriza principalmente por la presencia relativamente alta de ejemplares adultos.

El bajo nivel de reclutas registrados en el presente caso puede estar provocado por un efectivo aporte deficiente de reclutas de anchoveta en el sector ó a un desfase temporal entre el crucero de evaluación y el hito biológico a medir. Respecto a esto último, la fecha del crucero se definió en base a los antecedentes de estructuras de tamaño de la anchoveta presentes en la pesquería, disponibles a mediados del 2006. Para este fin se consideraron los antecedentes provenientes de la estructura de tamaños mensual de la pesquería en los últimos 4 años. Estos resultados sugieren que el patrón estacional del reclutamiento de anchoveta en la zona norte, incluida la III y IV Regiones se ha alterado a partir del 2002, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano.

En efecto, la evolución mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2006 (**Fig. 1**) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detectó el ingreso de reclutas en la pesquería a fines del 2002 y principio del 2003, evidenciándose una fuerte caída del reclutamiento, situación similar a la registrada en el centro-norte de Perú. En las temporadas estivales 2004-2005 y 2005-2006, el reclutamiento se hizo más evidente entre enero-abril, centrándose en febrero. A



finales del 2006, se registró un aparente retorno a las condiciones típicas, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (< 12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinación hacia febrero del 2007.

A la luz de estos antecedentes, es posible que el crucero se hubiese realizado en un periodo desfasado a la ocurrencia masiva del reclutamiento, midiéndose solamente una fracción reducida de esta componente. Al respecto es importante mencionar que debido a temas relacionados con la programación de la plataforma de trabajo y en vista que los antecedentes de la estructura de tamaños de la pesquería no son instantáneos, el crucero se realizó en marzo del 2007.

Sin embargo, esta misma información indica un retorno a la temporalidad normal a finales del 2007, pudiendo presentarse un adelantamiento del desove y en consecuencia un ingreso anticipado de los reclutas. Motivo por el cual el próximo crucero tendiente a evaluar la mayor fracción del reclutamiento de anchoveta, debe realizarse centrado al verano del 2008, periodo que históricamente ha registrado los máximos de este proceso biológico en la III-IV Región.

El sesgo de orilla en la evaluación de la biomasa de anchoveta en este caso fue irrelevante, puesto que en general las aproximaciones a la costa de las lanchas artesanales que realizaron este estudio fueron similares a las logradas por el B/C Abate Molina. Las mayores diferencias entre los límites orientales en la prospección de las dos embarcaciones se presentó en el sector norte de la III Región, donde la L/M Pancracio tuvo una aproximación levemente mayor que el Abate Molina . En la IV Región, el B/C Abate Molina y la L/M San Jorge coincidieron en todos los sectores, presentándose incluso algunos límites favorables al Abate Molina. Junto a esta coincidencia, la distribución espacial de la anchoveta sugiere límites más alejados a la costa de lo esperado, registrándose por fuera de 1 mn, sector que fue



adecuadamente cubierto por el B/C Abate Molina.



6. Precisi3n de los estimados de biomasa de anchoveta

El mayor aporte a la variabilidad total proviene del muestreo acústico, el que a su vez es reflejo del patr3n de distribuci3n de los recursos. De all3 entonces que en general el m3todo de las variables regionalizadas, entrega indicadores de la variabilidad menor que en los otros m3todos, puesto que incorpora el factor espacial de la distribuci3n de los recursos. Los m3todos de los Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los indicadores de la precisi3n (Coeficientes de error y de Variaci3n) obtenidos con el m3todo de los Conglomerados son menores cuando presentan una menor variabilidad dentro de las transectas. Esto se debe a que el m3todo de Conglomerados (Hansen *et al.*, 1954, Shotton y Bazigos, 1984) es el único de los propuestos que considera la variabilidad dentro de las transectas y entre ellas y que es atribuible a la distancia entre las transectas.

En el presente caso se alcanzaron Coeficientes de Variaci3n de la abundancia entre 0,11 y 0,1546, dependiendo del m3todo aplicado, con errores entre 18,04 y 29,5%, alcánzandose la mayor precisi3n relativa, obtenida seg3n el m3todo descrito en el capítulo de Metodolog3a, es el m3todo bootstrap y estratos agrupados. Los CV calculados para la biomasa variaron entre 0,112 y 0,186, siendo tambi3n el m3s bajo aquel obtenido con el m3todo bootstrap.

El alto gregarismo registrado por la anchoveta en el presente crucero, con distribuciones altamente sesgadas en focos de peque1o tama1o, determin3 los relativamente altos valores de CV. Esta situaci3n fue a3n m3s evidente en la aplicaci3n de los m3todos de los conglomerados, que siempre presenta los niveles de precisi3n m3s bajos. De igual modo, en el caso del m3todo de las variables regionalizadas, los altos CV reflejan la alta concentraci3n de la anchoveta, agregándose la imposibilidad de determinar los valores de variabilidad en los sectores correspondientes al sesgo de orilla debido al insuficiente n3mero



de datos para ajustar los variogramas y determinar la interpolación mediante krigging. Contrariamente, los métodos Bootstrap y de estratos agrupados fueron más eficientes, puesto que se reducen las varianzas debido al suavizamiento incluido en sus procedimientos de cálculo.

7. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables bio-oceanográficas

En general en la distribución latitudinal de la temperatura y la salinidad (**Figs. 78 y 80**), se observa una tendencia negativa característico de las condiciones de la zona, sin embargo en cuanto al comportamiento de las variables mencionadas es posible observar 2 zonas, una tendencia negativa entre los 25° y 29° S, entre los 29° y 32° 20´S una estabilización de las variables. Las diferencias en cuanto al comportamiento nos muestran un mínimo local de la variable asociado a la zona de corte latitudinal, cercano a los 29°S, esto es coincidente con las zonas de surgencia determinadas en el área. Este afloramiento de aguas subantártica (ASSA aguas caracterizadas por una salinidad y temperatura menor), se dio con diferentes niveles de intensidad, reportando el centro de surgencia mas importante en la bahía de Coquimbo y con una menor intensidad en el sector costero entre Carrizal bajo a Huasco.

En el análisis integrado de la información se debe considerar el comportamiento estacional en los procesos de reclutamiento que podría estar causado por la agregación de la especie. En efecto, los recursos pelágicos analizados presentan variaciones espaciales intra e interanuales, las cuales se relacionan con procesos biológicos y fluctuaciones del medio ambiente (Yáñez *et al.*, 2001).

En este estudio, la distribución espacial del recurso estuvo asociada a zonas con gradientes someros o cambios someros de las variables (temperatura, salinidad, densidad). Estas características son propias de las denominadas borde interno de los frentes térmicos, salino o densidad. Lo anterior coincide



con lo expresado por diferentes autores que han estudiado la distribución y la abundancia de ejemplares adultos de anchoveta en la zona norte (Castillo *et al.*, 1996; Silva *et al.*, (2003); Yáñez *et al.*, (1995), Castillo *et al.*, 2007). Esta asociación a los frentes puede ser explicada por dos razones, la primera con la disponibilidad de alimento y la segunda al gasto energético. En cuanto a la alimentación muchos autores señalan que los frentes son zonas de acumulación de organismos (Linacre y Palma, 2004; Bakun, 2006 entre otros), lo que podría garantizar un forraje con un menor gasto de energía. Para la anchoveta su asociación al borde interno de los frentes le permite reducir su gasto energético por cuanto se localiza en sectores en que las aguas son menos turbulentas y de densidad media. De este modo, minimiza sus esfuerzos para mantener su boyantez o se localiza sobre las paredes de alimentación

En las señales latitudinales de clorofila se observa una oferta relativamente importante de esta variable a lo largo de la costa (**Fig. 88**), este aporte sustenta la abundancia de fitoplancton y organismos del micro y zooplancton (**Figs. 90 a 93**), sin embargo a pesar de la mayor oferta de clorofila se observa una relación inversa entre la abundancia de anchoveta y el fitoplancton, estos resultados son concordantes con lo observado entre la I y II regiones (Castillo *et al.*, 2007), esto puede ser explicado por la alta concentración de anchoveta y el activo pastoreo realizado por esta en la zona. En este sentido se destaca para los ejemplares reclutas una relación similar con el zooplancton, donde una mayor abundancia de reclutas se asocia con una menor abundancia de zooplancton, esta relación también se explica por una activa alimentación de los reclutas. Los resultados están de acuerdo a lo encontrado por algunos autores como Quiñones *et al.*, (1997), Bertrand *et al.*, (2004), donde plantean los efectos de predación sobre la comunidad de presas, encontrando en áreas de alta densidad de predador una disminución en la biomasa de las presas debido a un control local del tipo “top - down”. Sin embargo, no es posible asegurar este efecto entre la anchoveta y su alimento ya que se necesita



información adicional como un análisis estomacal y un seguimiento en el tiempo.

Por su parte, el estudio de la información de los ejemplares de anchoveta y de los rangos preferenciales nos reporta que la anchoveta se distribuye principalmente en la capa de 20 m de profundidad (63 % de las agregaciones), asociada a temperaturas entre 13° a 14°C, con salinidades entre 34,3 a 34,4 psu, densidades entre 25,6 a 26,0 Kg/m³ y por sobre la capa mínima de oxígeno entre 3 a 4 ml/l, a su vez estas agregaciones se encuentran asociadas a zonas de gradientes someros o descenso de las variables (temperatura, salinidad, densidad). Estos resultados son similares a los reportados en la zona el año 2006, sin embargo el rango de temperatura presenta una diferencia +1°C en el límite superior, para la salinidad se observa salinidades menores (34,1 a 34,3 psu) al igual que para la densidad (25,6 a 26,0 Kg/m³), en tanto para el oxígeno encontramos un importante número de cardúmenes (65%) bajo la capa mínima de oxígeno situación que se contrapone a lo observado en este crucero (Castillo *et al.*, 2006). Al igual que esta zona el área entre la I y II regiones presenta resultados similares, no obstante se destacan diferencias marginales en los rangos de preferencia de la anchoveta, esta se observó asociada a temperaturas superiores en su límite inferior y superior +1°C (15°C y 16°C), la salinidad presenta diferencia de +0,5 psu en el límite superior situación similar para la densidad con una diferencia de +0,2, el oxígeno reportó diferencia en su límite inferior y superior +1ml/l (Castillo *et al.*, 2007). Estas diferencias pueden ser explicadas por las características imperantes en la región a escala local.

En general se observó una asociación entre las variables bio-oceanográficas y la anchoveta, medido con la prueba chi-cuadrado donde el rechazo de la hipótesis de independencia entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas, está dado por estos rangos preferenciales (temperatura, salinidad, densidad), lo que nos indica que bajo las condiciones presentes en el área, la especie prefiere solo algunas zonas con características determinadas con rangos más bien reducidos. Los



resultados de la prueba chi- cuadrado muestran una asociación en todas las variables analizadas, sin embargo el nivel de esta asociación medido a través del índice $V(Cramer)$ es muy bajo.

Finalmente, Yáñez *et al.* (2005) encontraron que aproximadamente el 70% de la varianza de los desembarques de sardina y anchoveta se asocian a fluctuaciones del medio ambiente. En efecto, en condiciones ambientales de características más bien frías del período 1987-2003, la anchoveta tendería a recuperarse no obstante los altos niveles de esfuerzo desarrollados en este período, en cambio la sardina habría reducido drásticamente su área de distribución.

En general, en toda la zona de estudio se observó una variación latitudinal de las variables oceanográficas y de oferta ambiental. En cuanto a los gradientes de las variables oceanográficas estos fueron bajos caracterizando masas de agua más bien homogéneas.

Por otra parte, las bajas abundancias de diatomeas y flagelados se observaron en toda la zona prospectada, sin embargo entre los 29°-30°S se observó un foco de alta abundancia y predominio de diatomeas y una baja abundancia de flagelados, lo que sugiere una relación inversa entre la presencia de diatomeas y flagelados, no obstante la baja abundancia de fitoplancton en el área se debe a la mayor abundancia de anchoveta, suponiendo esto un efecto de pastoreo. La situación que corrobora lo antes propuesto se ve reflejada entre los 29°-30°S donde se observa la menor abundancia de anchoveta versus la mayor abundancia de diatomeas en la zona de estudio.

En relación al modelamiento estadístico GAM, la incorporación de las variables longitud, profundidad media de las agregaciones, abundancia de diatomeas, latitud y densidad del agua al modelo fue altamente significativa ($<0,002$). Dadas las condiciones anteriores, la explicación de la variabilidad de la distribución de la



densidad de anchoveta se ve representada principalmente por las variables longitud y profundidad media de las agregaciones (30%), las restantes variables incorporadas al modelo muestran una contribución marginal a la explicación de la respuesta con un aporte máximo del 7%, obteniendo un pseudo coeficiente de determinación final que explica un 47% aproximadamente de la variabilidad total. En base a lo anterior, se puede señalar que el alto grado de explicación del modelo corresponde principalmente a las componentes espaciales, longitud y profundidad media, y el restante porcentaje lo explicarían las variables de tipo ambiental, 17 % aproximadamente. Si bien el porcentaje de contribución de las variables ambientales es bajo este responde al comportamiento descrito en el análisis latitudinal, el cual sugiere la presencia de variables estables, con poca variabilidad.

El efecto de cada término sobre la densidad de anchoveta se observó positivo con la longitud y negativo con la latitud, en cambio la profundidad media y densidad del agua presentaron rangos con una ventana ambiental óptima con amplias bandas de confianza en sus extremos, en consecuencia el análisis se focaliza entre 11-16 m de profundidad y 25,55-25,76 kg/m³, respectivamente. El máximo observado para la densidad de anchoveta en la ventana ambiental se presenta con profundidades superficiales alrededor de los 16 m y con densidades de 25,65 kg/m³.

La variable abundancia de diatomeas presenta una relación no lineal difícil de interpretar, para un rango entre 900-5E+05 cél/ml se observan frente a un mismo efecto dos relaciones inversas entre sí. Para rangos entre 900-1E+05 cél/ml la abundancia de diatomeas aumenta con la disminución de la densidad de anchoveta, posteriormente entre 1E+05-5E+05 cél/ml la abundancia de diatomeas aumenta en la medida que la densidad de anchoveta también lo hace.

La importancia relativa de las variables fue medida con la magnitud de la influencia del término sobre la respuesta evaluada. La longitud, latitud y profundidad media presentan el mayor efecto sobre la densidad de anchoveta con un rango loess entre



≈5,5-3,0, seguido de la variable abundancia de diatomeas con efectos relativos medios con un rango loess de ≈1,4, y por último la densidad del agua con un efecto relativo bajo en un rango loess de ≈0,25. Cabe destacar que se considero el efecto relativo de cada variable fuera de los rangos que presentan una alta incertidumbre en la estimaci3n de la respuesta, situaci3n que se observa comúnmemente en los extremos de las relaciones ajustadas.

Se destaca que las relaciones propuestas en el presente estudio han sido evaluadas considerando los datos asociados solo a la presencia de anchoveta. Un análisis basado en la modelaci3n de la probabilidad de ausencia-presencia de anchoveta frente a determinadas características ambientales revelaría mejor las relaciones, ya que es probable que las concentraciones más importantes se distribuyan en sectores con rangos preferenciales del recurso.



IX CONCLUSIONES

1. La biomasa total de anchoveta vari3 entre 265.049 ($\pm 21,5\%$) y 232.681,8 t ($\pm 30,5\%$) segun el m3todo de estimaci3n aplicado, con una densidad promedio para toda la zona entre 136,5 y 155,4 t/mn². Las mayores estimaciones se alcanzaron con el m3todo de los conglomerados. El 66,8% de esta biomasa se localiz3 en la III Regi3n, variando entre 151.043,0 y 177.574,4 t.
2. Los reclutas representaron el 5,3% de la biomasa total, con 13.934,10 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en la IV Regi3n, con un 15,7 % (6.092,7 t).
3. La abundancia total de anchoveta vari3 entre 11.961,02 ($\pm 29,5\%$) y 13.742,6 (+20,3%) millones de ejemplares, segun el m3todo utilizado, siendo el mayor con el estimador de raz3n. De este total, el 12,4% correspondi3 a reclutas (≤ 12 cm) (1.700 millones de ejemplares). El 78,7% de la abundancia se registr3 entre Chañaral (26°20'S) y bahía Salada (27°40'S), con 10.818,8 millones de ejemplares. En este sector se registr3 el 55,6% de los reclutas estimados para toda la zona (945,1 millones de ejemplares).
4. La clave edad talla de anchoveta para el crucero estuvo conformada por 3 grupos de edad (I al III), para una distribuci3n de tallas desde los 6 a 18,5 cm de longitud total. La estructura de edad de anchoveta, con los cuatro m3todos de estimaci3n de abundancia, se caracteriz3 por un predominio del grupo de edad II, con una abundancia de un 55%. Los ejemplares reclutas (<12 cm) correspondieron en su mayoría al grupo de edad I y alcanzaron el 9% del total de la captura.
5. La anchoveta se registr3 entre el l3mite norte de la zona estudiada y punta



Lengua de Vaca, estando ausente de la prospecci3n acústica hacia el sur. En este sector, se aprecian dos áreas; entre punta Grande (25° 05'S) a bahía Copiapó (27°20'S), donde se distribuy3 en tres focos de alta densidad asociados a las primeras 7 mn de la costa y; entre caleta Inglesa (29°00'S) a punta Lengua de Vaca (30°15'S), donde se presentó en bajas densidades desde la costa hasta las 20 mn, con pequeños focos de alta densidad. La distribuci3n batimétrica de la anchoveta, se restringe a los primeros 25 m de profundidad donde se encuentra el 94,3% de las agregaciones siendo en la capa de 20 m donde se concentra la anchoveta con un 63% de las agregaciones.

6. Las agregaciones nocturnas de anchoveta fueron más extensas, de mayor elongaci3n y densidad que en ambiente diurno. La altura de las agregaciones fue mayor en el día. Durante el día se registraron agregaciones de anchoveta más definidas, tipo cardúmen, que en la noche. La anchoveta se distribuy3 en profundidades mayores en el día.
7. La estructura de tallas de la anchoveta fue multimodal, con moda principal centrada en 14,5 cm y modas secundarias en 13,5 y 16,5 cm, el rango vari3 entre 6,0 y 18,5 cm.
8. La proporci3n de hembras fue superior a los machos en toda el área de estudio. Los IGS promedio presentaron una evoluci3n positiva con el aumento de las tallas, y con los estados de madurez.
9. El sector costero de la tercera y cuarta regi3n presentaron durante el periodo de estudio procesos de surgencia que fueron más intensos en el sector de la punta Farellones y caleta Inglesa. El efecto de la surgencia en punta Farellones produce una zona de sombra de surgencia que encierra a bahía Guanaqueros y bahía Coquimbo generando el potencial de producir zonas de retenci3n más cálidas y productivas.



- 10.** Las temperatura y salinidad superficiales son similares a los promedios del mes de febrero aunque levemente más fríos y menos salinos. Tal situación sugiere una condición de normalidad para la zona, corroborada por el índice MEI. Las masas de agua AST y AESS disminuyen en intensidad y presencia hacia el sur, al contrario del ASAA, la cual disminuye hacia el Ecuador.
- 11.** La clorofila-a como consecuencia de la surgencia presentó altas concentraciones en la mayor parte del área de estudio, siendo esto más notorio entre bahía Salada a caleta Peña Blanca y Coquimbo.
- 12.** La distribución latitudinal de las variables temperatura y salinidad, presentan en general una tendencia negativa en sentido norte sur. Se distinguen 2 sectores, entre los 25° y 29° S, con una tendencia negativa y, entre los 29° y 32° 20´S con una estabilización de las variables. Los mínimos relativos de la variable corresponde con la ocurrencia de surgencia.
- 13.** Los focos de anchoveta se encuentran asociados a gradientes someros de las variables. La anchoveta se distribuye en la capa superficial en zonas con temperaturas entre 15° a 16°C, salinidades entre 34,2 a 34,3 psu, densidades entre 25,0 a 25,4 y con altos niveles de oxígeno entre 6,0 a 6,5 ml/l, en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes, se encuentra asociada a temperaturas entre 13° a 14°C, con salinidades entre 34,3 a 34,4 psu, densidades entre 25,6 a 26,0 y por sobre la capa mínima de oxígeno entre 3 a 4 ml/l.
- 14.** El análisis con SIG muestra la existencia de asociación discreta ($V_{Cramer} < 0,3$) entre la anchoveta y las variables biooceanográficas Temperatura, Salinidad, Densidad del Agua, Oxígeno disuelto y Abundancia de Fitoplancton y Abundancia de zooplancton.



15. Se aprecia una relación inversa entre la densidad de anchoveta y los niveles de abundancia de Fitoplancton.
16. El modelamiento mediante GAM de la variable densidad de anchoveta transformada a una escala logarítmica es explicado en orden de significancia por las variables Longitud, Profundidad Media, Abundancia de Diatomeas, Latitud y Densidad del Agua. La incorporación de covariables al modelo fue altamente significativa ($<0,002$), maximizando la reducción de la devianza de los residuales por la incorporación de 5 variables al modelo nulo, reduciendo en un total de 164,5 la devianza de los residuales.
17. Las variables longitud y profundidad media de la agregación mostraron la mayor reducción de la devianza de los residuales, aproximadamente un 60%, las restantes variables incorporadas al modelo muestran una reducción de la devianza y contribución marginal a la explicación de la respuesta con un aporte máximo del 15% y 7%, respectivamente. El pseudo coeficiente de determinación obtenido es de 0,469, lo que indica que el modelo explica el 47% aproximadamente de la variabilidad total.
18. Las relaciones significativas observadas entre las covariables modeladas y la densidad de anchoveta muestran un efecto positivo con la longitud y negativo con la latitud. La profundidad media y densidad del agua presentan un efecto de ventana ambiental óptima. En cuanto a la densidad de diatomeas, se observa una relación tipo valle con efecto negativo sobre la densidad de anchoveta.



X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo M. y V. Ojeda, 1981.** Elaboración de claves edad-talla de Merluza común (*Merluccius gayi*), para los años 1968-1971 (Coquimbo-Talcahuano) y determinación de la composición de edades de esta especie en las capturas obtenidas en los cruceros de prospección del B/I "ITZUMI" durante 1980.
- Anónimo. 2002.** Report of the Study Group of Target Strength Estimation in the Baltic Sea (SGTSEB). Seattle, USA, 22-23 April 2002
- Bakun, A. 1973.** Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.
- Bakun, A. 1975.** Daily and weekly upwelling indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.
- Bakun, A & R. Parrish. 1982.** Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99 112.
- Bakun, A. 1987.** Monthly variability in the ocean habitat off Perú as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. In: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes. D. Pauly & I. Tsukayama (Eds.) ICLARM Studies and Reviews 15: 46-74.
- Bakun, A. & C. S. Nelson. 1991.** The seasonal cycle of wind-stress curl in subtropical eastern boundary current regions. Journal of Physical Oceanography. 21: 1815 - 1834.
- Bakun, A. 2006.** Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. Scientia Marina (Barcelona) [Sci. Mar. (Barc.)]. Vol. 70, suppl. 2, pp. 105-122.



- Barría P., R. Gili, B. Morales-Nin, 1998.** Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final. FIP 97-10. IFOP: p. (más Tablas y Figuras)
- Barange, M. 1994.** Identification, classification and structure of biological scatterers and the influence of frontal features on biological patchiness. *S. Afr. J. mar. Sci.*, 14: 333-348.
- Barría P., R. Gili, B. Morales-Nin, 1998.** Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final. FIP 97-10. IFOP: p. (más Tablas y Figuras)
- Bertrand, A., Barbieri, M. A., Córdova, J., Hernández, C., Goómez, F., and Leiva, F. 2004.** Diel vertical behaviour, predator-prey relationships, and occupation of space by jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1105e1112.
- Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo, y H. Reyes. 1994.** Monitoreo hidroacústico y oceanográfico mensual de los recursos pelágicos de la I y II regiones. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, figuras y anexos.
- Braun, M., H. Reyes, V. Valenzuela, J. Castillo, J. Osses y V. Catasti. 2004.** Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en las Regiones I y II, año 2002. Informe Final. fip 2002-01. 156 pp + tablas y figuras
- Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti, V. Valenzuela, 2007a.** Monitoreo de las condiciones Bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2006. Segundo Informe de avance, crucero de primavera 2006. En revisión. FIP N° 2006-01.
- Carpenter, J. H. 1965.** The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceanogr.*, 10: 141-143.
- Castillo, J. y P. Briones. 1987.** Distribución y abundancia de sardina española, jurel y



anchoveta en invierno de 1987. En: Cuantificación de la Biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-Oceanográfica Zona Norte. Julio-Agosto 1987. Informe de Proyecto a Empresas Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq., Chile, 90 p.

Castillo, J., M. Braun y J. L. Blanco. 1993. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelagicos y vigilancia oceanografica, zona norte. Septiembre 1992. Programa Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos zona norte. Inst. Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 58 p, 43 figuras.

Castillo, J., M. Barbieri, J. Córdoba, S. Lillo, U. Parker, J. L. Blanco, M. Braun y J. Osses. 1996. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española, de las Regiones I a IV. IFOP. Informe final de proyecto al FIP. 165p + Anexos.

Castillo, J., M. Espejo, S. Lillo y J. Córdoba. 1997. Evaluación y distribución espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Estimación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones. Informe Final de Proyecto FIP 96-02. Inst. Fom. Pesq., Chile, 126 p + anexos

Castillo, J., J. Córdoba, M. Espejo. 2000. Evaluación y distribución espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, 1999. Informe Final de Proyecto FIP 99-11. Inst. Fom. Pesq., Chile, 136 p + anexos Figuras y tablas.

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., A. Saavedra, M. Espejo, J. Córdova, P. Gálvez, M. A. Barbieri. 2003.** Evaluación acústica, georreferenciación y análisis conjunto. Verano 2002 EN: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2001-13. 208 p +Figuras y Anexos.
- Castillo J., A. Saavedra, P. Gálvez, S. Nuñez, J. Ortiz, P. Torres, F. Véjar, E. Molina, F. Cerna y A. López. 2005.** Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. Informe Final FIP N° 2004-05. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 206 pp + Figuras y tablas.
- Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, C. Hernández, F. Cerna, A. López, L. Herrera y G. Claramunt. 2006.** Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2005. Informe Final FIP 2005-26. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 177 pp + Tablas y Figuras.
- Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández, C. Lang, H. Reyes, M. Pizarro, F. Cerna, A. López, L. Herrera y G. Claramunt. 2007.** Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2007. Informe Final FIP 2005-26. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 177 pp + Tablas y Figuras.
- Cerna, F y C. Oyarzún. 1998.** Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de Talcahuano, Chile. Investigaciones Marinas 26: 31-40.
- Cressie, N. A. C. 1993.** Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.
- Conover, 1980.** Practical nonparametric statistics. Wiley & Sons (2ª edición). N.Y.
- Córdova, J., J. Castillo, A. Paillamán y S. Lillo, 1995.** Evaluación del reclutamiento de anchoveta de la zona norte (I y II Regiones). En: Evaluación hidroacústica y distribución de recurso. FIP-IFOP. 100 pp.



- Cubillos, L., A. Canales, M. Bucarey, S., 1999.** Epoca reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el período 1993-1997, en la zona centro-sur de Chile. *Investig. mar*, 1999, vol.27, p.73-85. ISSN 0717-7178.
- Cupp, E. 1943.** Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr*, 5(1):1-273.
- Ducet, N., P.Y. Le Traon, & G. Reverdin. 2000.** Global high-resolution mapping of ocean circulation from TOPEX/Poseidon and ERs-1 and -2, *J. Geophys. Res.*, 105, 19,477–19,498.
- Eastman, J. R., 1997.** IDRISI for Windows Versión 2.0. User's Guide. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University. Worcester, Massachussets. 01610. USA. 396 pp.
- Eddler, L. 1979.** Recommendations for marine biological studies in the Baltic sea. *Phytoplankton and Chlorophyll*. *Baltic Marine Biologists*: 1-38.
- Einarsson, H. y B.Rojas de Mendiola.1963.** Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) *J. Bol.Inst.Rec.Mar.*, Callao, 1(1):1-23.
- Espejo, M. y J. Castillo. 1997.** SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En *Resúmenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar*. pp 186-187.
- Escribano, R. & P. Hidalgo. 2001.** Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23°S). *Revista Biología Marina y Oceanografía*. 36 (001): 43-60.
- Fisher W. 1958.** Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) *Jenyns. Rev. Biol. Mar.* 8 (1-2-3):111-124.



- Foote, K. 1983.** Journal of the Acoustical Society of America, Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- Foote, K. 1987.** Fish target strengths for use in echo integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82 (3) September 981-987.
- Francis R.I.C.C. 1984.** Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Fréon, P., F. Gerlotto, and M. soria. 1996.** Diel Variability of school structure with special reference to transition periods. ICES Journal of Marine Science, 53:459-464.
- 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.
- Hansen, R., W. Madow & W. Huwitz. 1953.** Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Hastie, T. J. & R. Tibshirani, 1990.** Generalized Aditive Models. London. Chapman and Hall.
- Holden, M. J. y D.F.S. Raitt. 1975.** Manual of fisheries science. Part 2. Methods of resource investigations and their application. FAO Fish. Tech. Pap. 115:1-214.
- Jeffrey, S. W., R. F. C. Mantoura y S. W. Wright. 1997.** Phytoplankton pigments in oceanography: methods. Monographs on Oceanographic Methodology. SCOR and UNESCO.
- Kovala, P. and Larrence, J. 1966.** Computation of phytoplankton cell numbers, cell volume, cell surface and plasma volume per liter, from microscopical counts. University of Washington, Departament of oceanography, Seattle Washington. U.S.A.
- Kleckner, D. 1996.** Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp
- Lohrenz, S.E., D. Weisenburg, I.P. De Palma, K.S. Jhonson and D.E. Gustafson, Jr. 1988.**



Interrelationships among primary production chlorophyll and environmental conditions in frontal regions of the western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res.* 35(5):793 – 810 p.

LINACRE, Lorena y PALMA, Sergio. Variabilidad espacio-temporal de los eufáusidos frente a la costa de Concepción, Chile. *Investig. mar.*, 2004, vol.32, no.1, p.19-32. ISSN 0717-7178.

Mac Lennan, D. & J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.

Mamayev, O. I.. 1975. Water masses of the south East Pacific Ocean. En: R. Fraser, (ed.). *Oceanography of the South Pacific 1972*. Papers presented at the International Symposium on the Oceanography of the South Pacific, Wellington.

Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J., Haralabous J. (1996) Spatial analysis and mapping of acoustic-survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to the North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* 53:1497–1505.

Martinez,C., G. Bohm, L. Caballero; A. Aranís; R. Aravena; E. Díaz; M. Cortés; F. Cerna; V. Bosis, C. Machuca; L. Muñoz; Z. Young; C. Vera; M. Nilo y E. Palta. 2005. Programa: Seguimiento del Estado de la situación de las principales pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la situación de la pesquería pelágica de la zona norte, 2004 – fase II. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Martinez,C., G. Bohm, L. Caballero; A. Aranís; M. Cortés; E. Díaz;; F. Cerna; V. Bosis; L. Muñoz; A. López; C. canales; Z. Young;; M. Nilo y E. Palta. 2004. Programa: Seguimiento del Estado de la situación de las principales pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la situación de la pesquería pelágica de la zona norte, 2003I. Convenio SUBPESCA – IFOP.



Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Martinez,C., G. Bohm; A. Aranís; R. Gili; J. Oliva; L. Caballero. M. Cortés; L. Muñoz; E. Díaz; M. Nilo; E. Palta; A. López; J. Gaete; Z. Young; J.C. Saavedra; H. Miranda; R. Aravena; C. Vera; R. Arancibia 2003. Programa: Seguimiento del Estado de la situación de las principales pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la situación de la pesquería pelagica d la zona norte, 2002. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Marin, V., L. Delgado & R. Escribano. 2003. Upwelling shadows at Mejillones Bay (northern Chilean coast): a remote sensing in situ analysis. *Investigaciones Marinas*. 31(2): 47-55.

Maynou FX, Sardà F, Conan GY (1998) Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistic. *ICES J Mar Sci* 55:102–120

Matheron, G. 1971. The theory of regionalised and their applications. Les cahiers du Centre de Morphologie Mateématique, fasc. 5, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 212 p.

Millero, F. & A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. *Deep Sea Res.*, 28A, 625-629.

Nielsen and Schoch,1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. *Trans. of the Am. Fish. Soc.* 109 : 319 - 322.

NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.

Ott, L, R. Larson. and W. Mendenhall, 1983. Statistics: a tool for the social sciences. Duxbury Press, Boston Mass, 494 pp.

Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods



for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

Parsons, T.R., M. Takahashi and B. Hargrave. 1977. Biological Oceanographic Processes. 2^a ed. Pergamon press.

Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.

Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.

Pienaar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.

Quiñónez, R. A., Serra, R., Núñez; S., Arancibia, H., J. Córdova y F. Bustos. 1996. Relación espacial entre el jurel y sus presas en la zona centro-sur de Chile. Taller internacional de Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental (C.O.I.,F.E.R.,U. De Concepción). 9-16 Abril, Concepción, Chile.

Ricker W.,1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.

Rivoirard, J. Simmonds. J; Foote, K G. Fernandes, P. Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science

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.

Rojas, R. y N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. (18°21'S – 50°00'S). Volumen I. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. 234 pag.

Scalabrin, C., 1991. Recherche dune méthodologie pour la classification et l'identification



autoamtiques des détections acoustiques des bancs de poissons. Rapp. IFREMER, DITI/NPA 91.23.

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

SHOA. 1996. Atlas oceanografico de Chile. Servicio Hidrografico y Oceanografico, Armada de Chile, Valparaíso, Chile.234 pp.

Shotton R. y Bazigos G.P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. *Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer.* 184: 34 -57.

Silva, N. 1983. Masas de agua y circulación de la región norte de Chile. Latitudes 18°S-32°S. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI - ERFEN II). *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA.* 7: 47-84.

Silva, C., E. Yañez. M. A. Barbieri y K. Nieto. 2003. Asociaciones entre la pesquería de pequeños pelágicos, la clorofila a y la temperatura superficial del mar en la zona norte de Chile. In: *Actividad pesquera y de acuicultura en Chile.* Valparaíso, 157-162.

Simmonds E. John, I. B. Petrie and F. Armstrong. 1984. An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33 (Mimeo)

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).

Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.

Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.



- Simpson J., G. y E. Gil. 1967.** Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en Chile. Boletín Científico Instituto de Fomento Pesquero, Stgo., Chile (4):55.
- Sparre, P. and S. Venema. 1992** Introduction to tropical fish stock assessment. Part I - Manual. FAO Fish. Tech. Paper 306/1.
- Strub, P., J. Mesías, V. Montecino, J. Rutlland & S. Salinas. 1998.** Coastal ocean circulation off western south America. Chapter 10. En. The sea: The global coastal ocean, regional studies and syntesis. 11 A. R. B. K. H. Robinson (Eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York. 273-313 pp.
- Taylor, F.J.R. 1976.** Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. Institute of Oceanography and Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver, Canada. 234 p.
- Tomas, C. 1997.** Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. U.S.A.858 p.
- Travers, M. 1974.** Le microplancton du golfe de Marseille: Volume, surface et volume plasmique des organisms. Tethys, 6(4) 1974 (1975):689-712.
- UNESCO. 1978.** Phytoplankton Manual. Monographs on oceanographic methodology. Sournia A. (ed) U.K. 337 pp.
- 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 Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°37.
- Utermohl, H. 1958.** Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int.



Ver. Limnol. 9: 1-38.

Vivanco, M. 1999. Analisis estadístico multivariable: teoría y práctica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 223 pp.

Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.

Yamaji, J. 1986. Illustrations of the Marine Plankton of Japan. 3^a ed. Hoikusha Publishing. Osaka.

Yuras, G., O. Ulloa, & S. Hormazábal. 2005. On the annual cycle of coastal and open ocean satellite chlorophyll off Chile (18° - 40° S). *Geophysical Research Letters*, 32, 1029-1033.

Yáñez, E., A. Gonzalez y M. A. Barbieri. 1995. Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Invest. Mar.*, Valparaíso, vol 23: 123-147

Yáñez E., Barbieri, M.A., Silva, C., Nieto, K., Espíndola, F. 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Progress in Oceanography* 49: 581-596.

Yáñez, E., C. Silva, A. Órdenes, F. Gómez, A. Valdenegro, N. Silva, S. Hormazábal, A. Montecinos, L. Cubillos, F. Espíndola y O. Pizarro. 2005. Análisis integrado histórico ambiente – recursos, I y II Regiones. Informe Final FIP N° 2003–33. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 164 p + Anexos

Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.

ANEXOS

A N E X O 1

Personal participante por
actividad y objetivo
específico



6. PLAN DETALLADO DE ASIGNACION DE PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO

Proyecto: Evaluaci3n hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones, ańo 2007

OBJETIVO B1 Estimar la abundancia (en nÚmero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n recluta de anchoveta que se incorpora en el periodo de mÁxima reclutamiento a la pesquería

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	35	45	62	50	192
J.Cordova	140		47		187
B. Leiva	70				70
R.Bahamonde	140				140
F.Leiva		175	48		223
M.Rojas(Lancha)	95	47	90		232
H. Miranda			47		47
V.Correa	140				140
C.Mendoza	95				95
Total	715	267	294	50	1326

OBJETIVO B2 Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	35		12	5	52
Esteban Molina		180	90	90	360
C.Hernandez	140				140
R.Riffo	140				140
G.Rodriguez	140				140
Fco Cerna			30	20	50
A. Lopez		170			170
Total	455	350	132	115	1052



OBJETIVO B.3. Determinar las 1reas de reclutamiento principales y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batim3trica, caracterizando y relacionando, adem1s, las condiciones oceanogr1ficas, meteorol3gicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluaci3n.

	Crucero	Procesam	An1lisis	Informe	Total
J.Castillo	35	35	15	10	95
V.Catasti		25	25	10	60
C.Lang		25	25	40	90
C.Hernandez		100	66	58	224
H.Reyes	140	90	42	48	320
M.Pizarro	140	90	42	48	320
Total	315	365	215	214	1109

Universidad Cat3lica del Norte

A. Mujica	13	13	20	32	78
E. Uribe	10	15	27	32	84
Ma de Los Angeles Gallardo	140	90			230
A. Gonz1lez	140	90			230
Total	303	208	47	64	622

Objetivo B4 Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el 1rea de estudio.

	Crucero	Procesam	An1lisis	Informe	Total
J.Castillo	35	10	8	32	85
A.Saavedra	70	90	47	47	254
Total	105	100	55	79	339

A N E X O 2

**Informe final FIP
2006-07 en CD**



TABLAS



Tabla 1
Categorías por densidad.

Categoría	Intervalo (T/mn²)	Calificación de densidad
I	1 - 75	Muy baja
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Densa
IV	301 - >	Muy densa

Tabla 2
Valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.

AGUA TIPO	SIGLA	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO	
		T°C	SAL.	T°C	SAL.	T°C	SAL.
SUBTROPICAL	AST	20,00	35,20	22,50	35,30	25,00	35,40
SUBANTARTICA	ASAA	11,80	33,80	12,50	33,80	13,00	33,80
ECUATORIAL SUBSUPERFICIAL	AESS	13,00	35,00	13,00	35,00	13,00	35,00
INTERMEDIA ANTARTICA	AIAA	3,00	34,00	3,00	34,00	3,00	34,00
PROFUNDA DEL PACIFICO	APP	1,75	34,68	1,75	34,68	1,75	34,68



Tabla 3
Abundancia relativa, Dominancia numérica y
frecuencia de ocurrencia de grupos zooplanctónicos

Grupos zooplanctónicos	Abundancia relativa (Nº / 1000 m ³)	Dominancia numérica (%)	Frecuencia de ocurrencia (%)
Medusas	151.849	0,24	56,38
Sifonoforos	770.706	1,23	80,85
Briozoos	1.063.695	1,70	93,62
Ctenoforos	24.959	0,04	39,36
Equinodermos	1.114	< 0,01	4,26
Quetognatos	1.138.766	1,82	68,09
Gasteropodos	1.243.525	1,99	61,70
Pteropodos	20.284	0,03	38,30
Cefalopodos	187	< 0,01	4,26
Poliquetos	160.329	0,26	84,04
Cladoceros	440.243	0,71	26,60
Ostracodos	264.274	0,42	92,55
Copepodos	52.787.211	84,55	100,00
Cirripedios	530.871	0,85	44,68
Estomatopodos	1.628	0,00	10,64
Cumaceos	279	< 0,01	1,06
Amphipodos	61.086	0,10	80,85
Isopodos	12.852	0,02	44,68
Mysidaceos	3.086	< 0,01	6,38
Decapodos	507.618	0,81	97,87
Eufausiados	1.643.859	2,63	96,81
Apendicularias	1.115.035	1,79	63,83
Salpas	655	< 0,01	3,19
Doliolidos	165.620	0,27	32,98
Amphioxus	429	< 0,01	3,19
Larvas peces	91807	0,15	91,49
Huevos peces	227599	0,36	60,64



Tabla 4
Talla máxima y mínima de los grupos zooplanctónicos (micrones, μ)

Grupos zooplanctónicos	Talla máxima (μ)	Talla mínima (μ)
Coelenterata		
Medusas	12.000	6.000
Sifonoforos	23.000	573
Ctenophora		
Ctenoforos	23.000	561
Chaetognatha		
Chaetognathos	18.000	6.000
Mollusca		
Heteropodos	23.000	8.000
Cefalopodos		
Gastropodos	148	60
Annelida		
Poliquetos	8.000	7.000
Arthropoda		
Cladoceros	107	68
Ostracodos	320	61
Copepodos	5.000	86
Cirripedios	450	250
Estomatóp.	9.000	344
Cumaceos	214	138
Anfipodos	179	134
Isopodos	451	224
Misidaceos	180	60
Eufausidos	18.000	288
Decapoda		
Porcellanidae	314	138
Brachyura	537	476
Paguridae	403	192
Caridea	237	68
Chordata		
Apendicularias	500	209
Salpas	6.000	256
Doliolidos	11.000	164
Amphioxus	8.000	656
Peces		
Larvas	22.000	5.000
Huevos	230	156



Tabla 5

Resumen operacional y captura por lances de pesca realizados por embarcaciones artesanales participantes. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

N°	Embarcaci3n	Fecha	Latitud	Longitud	Captura (kg)	
					Total lance	Anchoveta
1	La Raquel I**	27-02-2007	26°20'	70°39'	8000	8000
2	La Raquel I**	28-02-2007	27°00'	70°54'	150	150
3	Don Pancraccio**	03-03-2007	26°21'	70°42'	60000	60000
4	Don Pancraccio**	05-03-2007	26°18'	70°41'	50000	50000
5	Don Jos3 Edgardo	05-03-2007	26°20'	70°42'	65000	65000
6	Trinidad	05-03-2007	26°21'	70°42'	65000	65000
7	Xolot	05-03-2007	26°18'	70°41'	60000	60000
8	Don Benito II	06-03-2007	26°58'	70°52'	45000	45000
9	Don Pancraccio**	06-03-2007	26°28'	70°50'	30000	30000
10	Chelita I	06-03-2007	26°58'	70°49'	15000	15000
11	La Raquel**	06-03-2007	26°52'	70°50'	25000	25000
12	Don Jos3 Miguel	07-03-2007	26°36'	70°43'	45000	45000
13	Xolot	07-03-2007	26°20'	70°42'	50000	50000
14	La Raquel**	07-03-2007	26°37'	70°42'	40000	40000
15	Don Jos3 Miguel	08-07-2007	26°27'	70°44'	30000	30000
16	La Raquel I**	08-07-2007	26°26'	70°43'	40000	40000
17	Don Jos3 Edgardo	08-07-2007	26°26'	70°43'	55000	55000
18	Xolot	08-07-2007	26°26'	70°44'	45000	45000
19	Garota I**	07-03-2007	29°17'	71°31'	2000	2000
20	Jepe I**	08-03-2007	29°47'	71°21'	500	500
21	Garota I**	09-03-2007	30°10'	71°28'	2000	2000
Captura total (kg)					732650	

** Embarcaciones artesanales con participaci3n directa en crucero RECLAS 0702 3° y 4° Regiones.

Tabla 6

Comparaci3n de tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturada con red de cerco por embarcaciones artesanal participantes y arrastre de media por el B/C Abate Molina durante los cruceros RECLAN 0602 y 0702.

Crucero	Frecuencia	Anchoveta	
	Acumulada	Cerco	Arrastre
0602	25%	9,8	10,3
	50%	10,5	11,1
	75%	11,1	11,5
0702	25%	12,5	11,7
	50%	13,8	13,6
	75%	14,8	15,4



Tabla 7
Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

N° del Lance	Fecha	Calado			Virado			Rumbo	Velocidad	Captura (kg)		Captura (kg) lance	Proporción (%)	
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud			Anchoveta	Otras		Anchoveta	Otras
1	22-02-2007	1037	25°01'	70°42'	1107	24°59'	70°42'	20	4,2		5	5		100
2	22-02-2007	1319	25°02'	70°30'	1350	24°59'	70°30'	25	4,2	113	10	123	92	8
3	22-02-2007	1706	25°09'	70°30'	1735	25°11'	70°30'	184	3,7	1206	4	1210	100	0
4	23-02-2007	0857	25°20'	70°25'	0917	25°19'	70°28'	0	4,4	8147		8147	100	
5	25-02-2007	0406	25°43'	70°43'	0445	25°41'	70°43'	25	4,7		2034	2034		100
6	25-02-2007	1444	26°11'	70°43'	1514	26°08'	70°43'	3	4,4		28	28		100
7	26-02-2007	0404	26°02'	70°44'	0419	26°01'	70°44'	0	4,5		643	643		100
8	26-02-2007	0950	26°21'	70°43'	1020	26°19'	70°42'	15	4,1	100	66	166	60	40
9	26-02-2007	1722	26°30'	70°44'	1752	26°27'	70°44'	0	4,7	612	14	626	98	2
10	27-02-2007	1505	25°51'	70°58'	1535	26°49'	70°59'	320	4,4					
11	28-02-2007	0506	26°43'	70°47'	0512	26°43'	70°47'	0	4,5		5000	5000		100
12	28-02-2007	1554	27°10'	70°60'	1620	27°08'	70°59'	30	4,2		76	76		100
13	01-03-2007	0125	27°00'	71°00'	0140	26°59'	71°00'	355	4,2		359	359		100
14	01-03-2007	0533	27°00'	70°51'	0552	26°59'	70°51'	354	4,8	208	1	209	99	1
15	02-03-2007	0810	27°30'	70°57'	0845	27°27'	70°57'	5	4					
16	03-03-2007	1620	28°02'	71°10'	1640	28°01'	71°11'	350	4					
17	04-03-2007	2250	28°21'	71°24'	2315	28°19'	71°23'	65	4		1800	1800		100
18	05-03-2007	0448	28°22'	71°14'	0506	28°21'	71°14'	8	4,5		633	633		100
19	06-03-2007	0851	29°00'	71°41'	0916	29°00'	71°39'	70	3,5		5	5		100
20	07-03-2007	0913	29°13'	71°32'	0943	29°11'	71°32'	360	3,5	69	3	72	96	4
21	08-03-2007	0628	29°22'	71°36'	0658	29°19'	71°36'	360	4,1	2	942	944	0	100
22	08-03-2007	0735	29°31'	71°23'	0805	29°29'	71°23'	2	4,6	369	2	371	99	1
23	09-03-2007	0648	29°50'	71°25'	0706	29°51'	71°25'	188	4,4	1126	756	1883	60	40
24	10-03-2007	0535	30°09'	71°28'	0559	30°07'	71°28'	5	4	319		319	100	
25	13-03-2007	2132	31°36'	71°37'	2205	31°38'	71°36'	180	4,2	5	0,3	5	95	5
Captura Total (kg)										12275	12380	24655		
Proporción (%) respecto captura total										49,8	50,2			



Tabla 8

Resumen de lances de pesca por subzona, pesos y tallas promedio para anchoveta.
Incluye los lances de pesca realizados por las embarcaciones artesanales con participación directa e indirecta y los lances realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.

Zona	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 3	Subzona 4	Subzona 5	Zona total
Lances totales	3	29	7	4	3	46
Lances exitosos	2	17	7	4	3	33
% lances exitosos	66,7	58,6	100,0	100,0	100,0	71,7
% de reclutas en N°		6,9	42,4	10,6	75,7	27,7
% de reclutas en peso		2,6	31,5	4,3	56,9	12,5
Peso Prom. (g)	30,9	21,7	13,5	22,7	9,6	18,7
L. Prom. (cm)	16,2	14,5	12,6	14,8	11,1	13,7
P. Prom. Recl (g)		8,1	10,0	9,3	7,2	8,5
L. Prom. Recl (cm)		10,8	11,5	11,4	10,2	10,8



Tabla 9
Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua.
Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

Lance	Anchoveta	Jurel	Caballa	Jibia	Pejerray	Calamar	Sardina Española	Agujilla	Sierra	Total (kg)
1		5								5
2	113	10								123
3	1206	3	1							1210
4	8147									8147
5		2033	1							2034
6								28		28
7		608		35						643
8	100				65		2			166
9	612				7			7		626
10										
11		4500	500							5000
12		15						61		76
13		359								359
14	208						1			209
15										
16										
17		1754	46							1800
18		612	21							633
19		5								5
20	69				1	1		1		72
21	2	942								944
22	369	2								371
23	1126	756								1883
24	319									319
25	5					0,1			0,1	5
Total captura (kg)	12275	11603	569	35	72	1	3	97	0	24655
% del total	49,8	47,1	2,3	0,1	0,3	0,0	0,0	0,4	0,0	



Tabla 10

Límite de las subzonas establecidas según la estratificación de tallas para anchoveta y lances de pesca asignados, incluye embarcaciones artesanales con participación directa e indirecta. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

Subzona	Límite		Lances de pesca asignados										
	Norte	Sur	Abate Molina	La Raquel I	Don Pancracio	Xolot	Don José Edgardo	Trinidad	Don José Miguel	Don Benito II	Chelita I	Garota I	Jepe I
1	29°55'	25°15'	2,3										
2	25°15'	26°45'	4,8,9	1,14,16	4,3,9	7,13,18	5,17	6	15,12				
3	26°45'	29°18'	4,8,9	11,2						8	10	19	
4	29°18'	29°57'	21,22,23									21	20
5	29°57'	31°55'	24,25										



Tabla 11

Comparación de la estructura de talla entre las subzonas establecidas para anchoveta, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$).
Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

Parámetros del análisis	X^2 crítico=	38
	N° de categorías=	26
	Z=	1,64485
	Grupos=	5
	np=	1035
Zona	X² calculado	Ho
1	133,65	R
2	103,77	R
3	162,64	R
4	47,66	R
5	515,91	R
% APROBACIÓN		0,00

Tabla 12

Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

Parámetros del análisis	X^2 crítico=	18
	N° de categorías=	10
	Z=	1,64485
	Grupos=	2
	np=	211
Lance	X² calculado	Ho
2	1,39	NR
3	3,19	NR
% APROBACIÓN		100,00

Lances 2 y 3 realizados por el B/C abate molina



Tabla 13

Comparaci3n de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 2, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3^o y 4^o Regiones.

Parámetros del análisis	X²crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	32 21 1,64485 17 241
Lance	X² calculado	Ho
4	5,89	NR
8	11,44	NR
9	2,64	NR
La Raquel I	101,66	R
Don Pancraccio	1,56	NR
Don Pancraccio	3,88	NR
Don José Edgardo	9,96	NR
Trinidad	3,3	NR
Xolot	3,85	NR
Don Pancraccio	10,75	NR
Don José Miguel	0,95	NR
Xolot	1,2	NR
La Raquel I	2,94	NR
Don José Miguel	1,77	NR
La Raquel I	0,85	NR
Don José Edgardo	0,85	NR
Xolot	0,87	NR
% APROBACI3N		94,12

Lances 4, 8 y 9 realizados por el B/C abate molina



Tabla 14

Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

Parámetros del análisis	X^2 crítico=	26
	N° de categorías=	16
	Z=	1,64485
	Grupos=	7
	np=	180
Lance	X² calculado	Ho
14	4,07	NR
20	2,81	NR
La Raquel I	3,95	NR
Don Benito II	27,07	R
Chelita I	2,71	NR
La Raquel I	14,11	NR
Garota I	9,66	NR
% APROBACIÓN		85,71

Lances 14 y 20 realizados por el B/C Abate Molina

Tabla 15

Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 4, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

Parámetros del análisis	X^2 crítico=	28
	N° de categorías=	18
	Z=	1,64485
	Grupos=	4
	np=	183
Lance	X² calculado	Ho
21	1,69	NR
22	39,45	R
23	23,35	NR
Jepe I	11,45	NR
% APROBACIÓN		75,00

Lance 21, 22 y 23 realizados por el B/C Abate Molina



Tabla 16

Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, subzona 5, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$). Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

Parámetros del análisis	X^2 crítico=	35
	N° de categorías=	23
	Z=	1,64485
	Grupos=	3
	np=	220
Lance	X² calculado	Ho
24	20,7	R
25	9,91	R
Garota I	51,88	NR
% APROBACIÓN		66,67

Lance 24 y 25 realizados por el B/C Abate Molina

Tabla 17

Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelo lineal y no lineal. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.

Parámetros Modelo lineal	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 3	Subzona 4	Subzona 5	Total	Parámetros Modelo no lineal
a	0,014483	0,003589	0,004505	0,002464	0,005960	0,003772	0,003938
b	2,748410	3,243504	3,135877	3,370091	3,024485	3,219690	3,205422
R²	0,829376	0,942089	0,933580	0,973504	0,967247	0,975765	0,981880
N	400	1040	849	546	614	3449	3449



Tabla 18
Análisis de varianza (Andeva) para anchoveta. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
Subzona 1	1,099103	3,025661	9,941768	1,612589	398
Subzona 2	12,632518	40,924257	140,716901	8,138833	1038
Subzona 3	7,853278	24,626911	82,721336	5,494381	847
Subzona 4	8,659301	29,274490	101,346157	2,377922	544
Subzona 5	23,759801	71,861159	224,702749	7,359756	612
Regresión pool (p)				24,983481	3439
Regresión Común (c)	54,004001	169,712478	559,428910	26,092030	3443
Regresión total (t)	657,712747	2129,639706	7016,143597	120,480864	8379

k=	5
GLp=	3439
Fc =	38,14821745
F 0.05(1) =	3,12
Ho=	Es rechazada



Tabla 19
Análisis de varianza para anchoveta por subzona y total. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.

Zona		GL	Sc	Pc	F	Valor crítico de F
Subzona 1	Regresión	1	1,566	1,566	1934,611	0
	Residuos	398	0,322	0,001		
	Total	399	1,888			
Subzona 2	Regresión	1	25,066	25,066	16885,944	0
	Residuos	1038	1,541	0,001		
	Total	1039	26,607			
Subzona 3	Regresión	1	14,566	14,566	11905,114	0
	Residuos	847	1,036	0,001		
	Total	848	15,602			
Subzona 4	Regresión	1	18,550	18,550	19987,281	0
	Residuos	544	0,505	0,001		
	Total	545	19,054			
Subzona 5	Regresión	1	40,993	40,993	18073,141	0
	Residuos	612	1,388	0,002		
	Total	613	42,382			
Total	Regresión	1	211,801	211,801	138787,517	0
	Residuos	3447	5,260	0,002		
	Total	3448	217,062			



Tabla 20
Comparaci3n de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN
0703, 3° y 4° regiones.

Longitud (cm)	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 3	Subzona 4	Subzona 5	Total	Parámetros Modelo no lineal
a	0,014483	0,003589	0,004505	0,002464	0,005960	0,003772	0,003938
b	2,748410	3,243504	3,135877	3,370091	3,024485	3,219690	3,205422
R²	0,829376	0,942089	0,933580	0,973504	0,967247	0,975765	0,981880
3							
3,5							
4							
4,5							
5							
5,5							
6					1,35	1,21	1,23
6,5					1,71	1,56	1,59
7					2,14	1,98	2,01
7,5					2,64	2,48	2,51
8					3,21	3,05	3,09
8,5				3,34	3,86	3,71	3,75
9		4,47		4,05	4,58	4,46	4,51
9,5		5,32		4,86	5,40	5,30	5,36
10		6,29	6,16	5,78	6,31	6,26	6,32
10,5		7,37	7,18	6,81	7,31	7,32	7,39
11		8,57	8,31	7,97	8,41	8,50	8,58
11,5		9,89	9,55	9,25	9,62	9,81	9,89
12		11,36	10,91	10,68	10,94	11,25	11,34
12,5		12,97	12,40	12,26	12,38	12,83	12,92
13		14,72	14,02	13,99	13,94	14,56	14,65
13,5		16,64	15,79	15,88	15,63	16,44	16,54
14	20,46	18,73	17,69	17,96	17,45	18,48	18,58
14,5	22,53	20,98	19,75	20,21	19,40	20,69	20,79
15	24,73	23,42	21,97	22,66	21,49	23,08	23,18
15,5	27,06	26,05	24,35	25,30	23,73	25,65	25,75
16	29,53	28,88	26,89	28,16	26,13	28,41	28,51
16,5	32,14	31,91	29,62	31,24	28,68	31,37	31,46
17	34,88	35,15	32,53	34,54	31,38	34,53	34,62
17,5	37,78	38,62	35,62	38,09	34,26	37,91	38,00
18	40,82	42,31				41,51	41,59
18,5	44,01					45,34	45,40
19							
19,5							
20							



Tabla 21
 Comparaci3n de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluaci3n y m3todos de regresiones lineales y no lineales. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.

Longitud (cm)	Modelo lineal		% peso relativo	Longitud (cm)	Modelo no lineal		% peso relativo
	RECLAN 0703	RECLAN 0603			RECLAN 0703	RECLAN 0603	
a	0,003772	0,004699	RECLAN 0703	a	0,003938	0,004946	RECLAN 0703
b	3,219690	3,1231019	RECLAN 0603	b	3,205422	3,097306	RECLAN 0603
3,0				3,0			
3,5				3,5			
4,0				4,0			
4,5				4,5			
5,0				5,0			
5,5				5,5			
6,0	1,21	1,27	-4,56	6,0	1,23	1,27	-3,36
6,5	1,56	1,62	-3,82	6,5	1,59	1,63	-2,52
7,0	1,98	2,05	-3,13	7,0	2,01	2,05	-1,74
7,5	2,48	2,54	-2,48	7,5	2,51	2,54	-1,00
8,0	3,05	3,11	-1,87	8,0	3,09	3,10	-0,31
8,5	3,71	3,76	-1,30	8,5	3,75	3,74	0,35
9,0	4,46	4,49	-0,75	9,0	4,51	4,47	0,97
9,5	5,30	5,32	-0,23	9,5	5,36	5,28	1,56
10,0	6,26	6,24	0,27	10,0	6,32	6,19	2,13
10,5	7,32	7,27	0,74	10,5	7,39	7,20	2,67
11,0	8,50	8,40	1,19	11,0	8,58	8,31	3,18
11,5	9,81	9,65	1,63	11,5	9,89	9,54	3,68
12,0	11,25	11,03	2,05	12,0	11,34	10,88	4,16
12,5	12,83	12,52	2,45	12,5	12,92	12,35	4,62
13,0	14,56	14,16	2,84	13,0	14,65	13,95	5,06
13,5	16,44	15,93	3,22	13,5	16,54	15,68	5,49
14,0	18,48	17,84	3,58	14,0	18,58	17,55	5,91
14,5	20,69	19,91	3,93	14,5	20,79	19,56	6,31
15,0	23,08	22,13	4,27	15,0	23,18	21,73	6,70
15,5	25,65	24,52	4,60	15,5	25,75	24,05	7,08
16,0	28,41	27,08	4,92	16,0	28,51	26,53	7,45
16,5	31,37	29,81	5,24	16,5	31,46	29,19	7,81
17,0	34,53	32,72	5,54	17,0	34,62	32,01	8,16
17,5	37,91	35,82	5,83	17,5	38,00	35,02	8,50
18,0	41,51	39,12	6,12	18,0	41,59	38,21	8,83
18,5	45,3	42,61	6,40	18,5	45,4	41,60	9,15
19,0				19,0			
19,5				19,5			
20,0				20,0			



Tabla 22

Test Tukey para la comparaci3n de las pendientes, obtenidas por subzona, de la relaci3n longitud – peso de anchoveta. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° regiones.

SZ1 - SZ2		SZ1 - SZ3		SZ1 - SZ4		SZ1 - SZ5		SZ2 - SZ3	
k=	3								
GLp=	3439								
q=	8,3998	q=	7,0399	q=	13,4727	q=	4,1775	q=	3,7956
q0.05,GLp,k	3,314								
Ho=	rechazada								

SZ2 - SZ4		SZ2 - SZ5		SZ3 - SZ4		SZ3 - SZ5		SZ4 - SZ5	
k=	3								
GLp=	3439								
q=	5,5474	q=	9,0144	q=	9,3398	q=	4,0774	q=	13,8274
q0.05,GLp,k	3,314								
Ho=	rechazada								



TABLA 23
Clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Región. Crucero hidroacústico 2007.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		0	I	II	III	IV	V
3,0							
3,5							
4,0							
4,5							
5,0							
5,5							
6,0	1		1				
6,5	1		1				
7,0	1		1				
7,5	1		1				
8,0	2		2				
8,5	1		1				
9,0	1		1				
9,5	1		1				
10,0	4		4				
10,5	2		2				
11,0	8		8				
11,5	12		11	1			
12,0	12		9	3			
12,5	9		7	2			
13,0	8		5	3			
13,5	10		5	5			
14,0	11		2	9			
14,5	13		3	10			
15,0	9			9			
15,5	7			5		2	
16,0	10			4		6	
16,5	14			7		7	
17,0	8			3		5	
17,5	2			1		1	
18,0	2					2	
18,5						1	
19,0							
TOTAL	150		65	62	24		
%	100,7		43,3	41,3	16,0		



Tabla 24
 Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Regi3n crucero hidroacustico 2007.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		0	I	II	III	IV	V
3,0							
3,5							
4,0							
4,5							
5,0							
5,5							
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	0,0000		0,0000				
10,5	0,0000		0,0000				
11,0	0,0000		0,0000				
11,5	0,0139		0,0069	0,0069			
12,0	0,0341		0,0170	0,0170			
12,5	0,0432		0,0216	0,0216			
13,0	0,0670		0,0335	0,0335			
13,5	0,0556		0,0278	0,0278			
14,0	0,0298		0,0149	0,0149			
14,5	0,0296		0,0148	0,0148			
15,0	0,0000			0,0000			
15,5	0,0680			0,0340	0,0340		
16,0	0,0533			0,0267	0,0267		
16,5	0,0385			0,0192	0,0192		
17,0	0,0670			0,0335	0,0335		
17,5	0,5000			0,2500	0,2500		
18,0	0,0000				0,0000		
18,5	0,0000				0,0000		



Tabla 25

Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.

Fecha	Lugar	TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
		Corto (0,3ms)	Medio (1,0ms)	Largo (3,0ms)	Corto (0,3ms)	Medio (1,0ms)	Largo (3,0ms)
01.10.92	Quintero	26.9	27.9	28.1	27.0	27.5	27.9
20.06.93	Valparaíso	26.8	27.9	27.9	26.9	27.5	27.6
09.11.93	Valparaíso	26.5	27.2	27.4	26.9	27.2	27.6
27.02.94	Mejillones	26.0	27.0	27.0	26.1	26.7	27.0
15.05.94	Mejillones	26.1	27.1	27.1	26.2	27.0	27.2
06.01.95	Mejillones	27.0	27.6	27.8	27.1	27.7	28.1
12.07.95	Valparaíso	27.1	28.1	28.0	27.2	28.0	28.1
04.09.96	Pto. Yates	26.8	27.9	27.9	26.9	27.6	28.1
19.11.96	Mejillones	26.7	27.9	27.9	26.9	27.7	28.0
18.04.97	Valparaíso	26.8	27.5	27.6	27.3	27.7	27.8
29.12.97	Valparaíso	26.8	27.7	27.7	27.2	27.5	27.9
21.11.98	Valparaíso	26.9	27.4	27.2	27.1	27.2	27.3
21.12.99	Valparaíso	26.34	27.52		27.02	27.32	
13.01.00	Valparaíso	26.82	27.43	29.09	26.47	27.64	27.40
28.12..00	Valparaíso	26.47	27.64	27.40	26.82	27.43	27.09
23.12.01	Valparaíso	26,57	27,67	28,35	26,97	27,53	25,27
02.01.03	Valparaíso	26,52	27,23	27,63	25,98	27,30	28,01
03.01.05	Valparaíso	26.35	27.7	28.04	26.76	27.38	27.77
03.01.06	Valparaíso	26,42	27,23	27,50	26,81	27,06	27,29
29.12.06	Valparaíso	26.27	27.61	28.37	26.87	27.58	28.13

Tabla 26

Resultados de la calibración hidroacústica del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 120 Khz, por longitudes de pulso.

Fecha	Lugar	TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
		Corto (0,1ms)	Medio (0,3s)	Largo (1,0ms)	Corto (0,1ms)	Medio (0,3s)	Largo (1,0ms)
03.01.06	Valparaíso	23,97	25,04	25,42	24,91	24,87	25,16
29.12.06	Valparaíso	22,42	23,45	23,40	23,10	23,30	24,41



Tabla 27

Valores de la intensidad de blanco (TS_{mo}) y tallas modales (L_{mo}) de anchoveta filtrados en los cruceros RECLAN12 0702 y RECLAN34 0703.

CRUCERO	Experimento	L_{mo} (cm)	TS_{mo} (dB)
RECLAN12 0702	Lance008	11,5	-51,2
	Lance008	12,5	-50,2
	Lance025	12,0	-52,4
	TS025C	12,0	-50,8
	TS030C	12,5	-52,2
	TS043C	15,5	-51,2
	TS043M	14,5	-51,8
RECLAN34 0703	TS043M	15,5	-49,8
	TS002C	17,0	-48,2
	Lance024	11,5	-53,2
	Lance024	12,5	-52,6
	Lance025	8,0	-56,4
	Lance025	11,0	-54,4

Tabla 28

Resumen información acústica obtenida en la zona común del sesgo de orilla norte por el B/I Abate Molina y L/M Pancracio.

Embarcación	UBM totales	UBM+ anchoveta	Sa Max	Sa Min	Suma Sa total
Abate Molina	335	33	168000	117	312613
Pancracio	428	38	46303	8	299115

Tabla 29

Resumen información acústica obtenida en la zona común del sesgo de orilla sur por el B/I Abate Molina y L/M San Jorge.

Embarcación	UBM totales	UBM+ anchoveta	Sa Max	Sa Min	Suma Sa total
Abate Molina	351	77	16136	70	96754
San Jorge	370	76	13938	3	94302



Tabla 30.

Estadísticos de la estimaci3n de la densidad media, varianzas y transectas segun los métodos de los Conglomerados, Estratos Agrupados y Bootstrap, consideradas en los procesos para cada subzona. Crucero RECLAN34 0703.

		Zonas											
		1	2	2A	2A PAN	3	3.1 PAN	3 PAN	3A	3B	4	4 SJ	5
Conglomerados Aleatorios (Método de la Raz3n)	Σ S_A	59 664,00	52 403,00	285 207,00	44 305,50	26 873,00	125 663,80	2 128,10	2 437,00	36 822,00	71 375,00	5 794,10	17 734,00
	S_A prom	1 356,00	1 218,67	2 769,00	2 606,21	358,31	2 327,11	125,18	128,26	504,41	373,69	263,37	257,01
	Nº UBM	44,00	43,00	103,00	17,00	75,00	54,00	17,00	19,00	73,00	191,00	22,00	69,00
	Nº TR	1-2-101	3-4-104-502	9-10-11-110-708-710	102-104	13-14-114-116	16-17-115-116-117	111-113	19-20	26-126-726	27-28-29-30-128-130-726-730	11-109-111	31-32-132-730-732-
	Var(S_A)	1 373 973,13	1 003 011,94	6 426 435,50	9 196 803,00	115 022,20	5 877 392,50	18 033,38	27 987,57	139 432,86	43 418,75	48 711,65	29 558,64
Conglomerados Agrupados (método de la Raz3n)	Σ S_A	59 664,00	52 403,00	285 207,00	44 305,50	26 873,00	125 663,80	2 128,10	2 437,00	36 822,00	71 375,00	5 794,10	17 734,00
	S_A prom	1 356,00	1 218,67	2 769,00	2 606,21	358,31	2 327,11	125,18	128,26	504,41	373,69	263,37	257,01
	Nº UBM	44,00	43,00	103,00	17,00	75,00	54,00	17,00	19,00	73,00	191,00	22,00	69,00
	Nº TR	1-2-101	3-4-104-502	9-10-11-110-708-710	102-104	13-14-114-116	16-17-115-116-117	111-113	19-20	26-126-726	27-28-29-30-128-130-726-730	11-109-111	31-32-132-730-732-
	Var(S_A)	121 960,66	250 060,75	5 097 209,5	6 939 789,00	29 851,66	2 415 524,00	8 083,94	14 765,28	11 747,22	12 061,75	10 707,96	6 005,88
Botstrap	Σ S_A	53 935,64	48 312,22	280 905,72	46 670,61	25 701,00	118 919,34	2 100,01	2 257,39	35 577,28	72 473,04	5 730,78	18 672,09
	S_A prom	1 225,81	1 123,54	2 727,24	2 745,33	342,68	2 202,21	123,53	118,81	487,36	379,44	260,49	270,61
	Nº UBM	44,00	43,00	103,00	17,00	75,00	54,00	17,00	19,00	73,00	191,00	22,00	69,00
	Nº TR	1-2-101	3-4-104-502	9-10-11-110-708-710	102-104	13-14-114-116	16-17-115-116-117	111-113	19-20	26-126-726	27-28-29-30-128-130-726-730	11-109-111	31-32-132-730-732-
	Var(S_A)	200 884,64	272 421,66	3 183 854,3	3 898 401,3	40 305,23	3 301 532,5	4 207,92	7 512,61	17 322,36	8 552,48	5 465,30	8 346,03

PAN : L/M Pancraccio, estudio sesgo de orilla III Regi3n
 SJ : L/M San Jorge, estudio sesgo de orilla IV Regi3n.



Tabla 31

Estadísticos y parámetros de los modelos geoestadísticos de la densidad de anchoveta por zona, datos transformados Log (Sa+1).
Crucero RECLAN34 0703

	N° obs	SA promedio(*)	Direccion	Nuggett	Modelo	Sill 1	Range 1	Modelo	Sill 2	Range 2	% de contribuci3n				
											nugget	model 1	model 2		
Zona 1	54	1048,3	0°	0,5	Sph	12	0,029	Sph	3	0,1	1,8	72,9	25,3		
Zona 2	42	1236,6	0°	8	Exp	5	0,05				39,7	60,3			
Zona 2a	111	2304,3	0°	7	Sph	1	0,03	Sph	4,5	0,1	24,2	6,9	68,9		
Zona 3	136	288,88	0°	0	Sph	1,9	0,01	Sph	1,6	0,12	0	17,1	82,9		
Zona 3a	30	78,039	0°	2,5	Exp	1,3	0,03				50,9	49,1	0		
Zona 3b	72	321,67	0°	8,8	Efecto aleatorio										
Zona 4	193	397,17	0°	5,7	Sph	0,5	0,07	Sph	2,5	0,17	23,9	9	67,1		
Zona 5	70	145,95	0°	4,8	Sph	4,5	0,05				27	73			



Tabla 32
Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y método Hansen & Kish (Wolter) en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Región		III Región				IV Región		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								0.1					0.1
6.5								0.1					0.1
7.0								0.2					0.2
7.5								0.3					0.3
8.0		1.2	5.2					0.3	0.4				7.0
8.5		7.9	33.4				16.0	4.4	2.5			0.3	64.6
9.0		8.6	36.4					15.3	2.7				63.1
9.5		4.9	20.5				12.7	45.2	1.5			0.2	85.1
10.0		2.1	8.7	6.2	1.0	7.6	11.3	96.6	0.6	0.2	17.5	0.2	151.8
10.5		3.5	14.7	11.4	1.8	14.1	10.2	168.5	1.1	0.3	32.4	0.2	258.2
11.0		5.1	21.4	23.8	3.7	29.4	21.8	96.3	1.6	0.7	67.6	0.4	271.7
11.5		13.6	57.5	17.1	2.6	21.1	63.0	85.8	4.3	0.5	48.5	1.2	315.0
12.0		15.7	66.1	55.5	8.6	68.5	69.8	33.2	4.9	1.6	157.6	1.3	482.9
12.5		26.7	112.8	147.7	22.8	182.2	84.4	24.3	8.4	4.1	419.0	1.6	1 034.1
13.0		53.7	226.5	197.7	30.5	244.0	92.4	5.4	16.9	5.5	561.1	1.7	1 435.5
13.5		110.6	466.6	198.6	30.7	245.0	101.9	5.0	34.8	5.5	563.5	1.9	1 764.1
14.0	38.9	173.6	732.6	78.9	12.2	97.4	67.1	3.0	54.6	2.2	223.9	1.3	1 485.6
14.5	66.0	287.9	1 215.1	41.0	6.3	50.6	109.3	0.2	90.6	1.1	116.4	2.0	1 986.7
15.0	93.9	226.8	957.0	21.8	3.4	26.9	53.0	0.4	71.3	0.6	61.8	1.0	1 517.8
15.5	96.8	104.4	440.6	11.1	1.7	13.7	134.0		32.8	0.3	31.5	2.5	869.6
16.0	185.5	41.8	176.4	7.2	1.1	8.8	208.6	0.4	13.1	0.2	20.3	3.9	667.3
16.5	240.4	46.4	195.8	3.9	0.6	4.8	236.0	0.3	14.6	0.1	11.0	4.4	758.3
17.0	143.1	27.8	117.2	0.1	0.0	0.1	82.2	0.2	8.7	0.0	0.3	1.5	381.2
17.5	40.3	10.4	43.9	1.1	0.2	1.3	31.7	0.2	3.3	0.0	3.0	0.6	136.0
18.0	1.2	0.9	3.8						0.3				6.3
18.5	0.3												0.3
19.0													
Total	906.34	1 173.52	4 952.22	822.94	127.15	1 015.49	1 405.57	585.66	369.13	22.98	2 335.37	26.24	13 742.60
Reclutas	0.0	62.5	263.9	114.0	17.6	140.7	204.8	546.2	19.7	3.2	323.5	3.8	1 700.0
%Reclutas	0.0	5.3	5.3	13.9	13.9	13.9	14.6	93.3	5.3	13.9	13.9	14.6	12.4
Area (mn ²)	98.4	114.9	213.4	225.2	97.2	197.4	464.4	148.7	16.9	18.0	98.4	12.3	1 705.2
p (n ^o /mn ²)	9.2	10.2	23.2	3.7	1.3	5.1	3.0	3.9	21.8	1.3	23.7	2.1	8.1
% Total	6.6	8.5	36.0	6.0	0.9	7.4	10.2	4.3	2.7	0.2	17.0	0.2	100.0



Tabla 33
Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Región		III Región				IV Región		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								0.07					0.07
6.5								0.12					0.12
7.0								0.22					0.22
7.5								0.30					0.30
8.0		1.13	4.99					0.28	0.41				6.81
8.5		7.33	32.32				16.27	4.68	2.62			0.30	63.51
9.0		8.00	35.25					16.13	2.86				62.24
9.5		4.50	19.86					12.93	47.61	1.61		0.24	86.75
10.0		1.91	8.41	5.89	0.88	7.34	11.45	101.67	0.68	0.17	16.36	0.21	154.96
10.5		3.23	14.25	10.92	1.63	13.61	10.35	177.37	1.16	0.31	30.33	0.19	263.36
11.0		4.70	20.73	22.77	3.41	28.38	22.10	101.44	1.68	0.66	63.23	0.40	269.50
11.5		12.61	55.60	16.33	2.44	20.36	63.95	90.29	4.51	0.47	45.36	1.16	313.08
12.0		14.50	63.93	53.13	7.95	66.23	70.92	34.94	5.19	1.53	147.55	1.29	467.16
12.5		24.76	109.17	141.21	21.13	176.04	85.73	25.64	8.86	4.07	392.21	1.56	990.36
13.0		49.71	219.18	189.09	28.30	235.73	93.85	5.67	17.79	5.45	525.20	1.71	1 371.66
13.5		102.38	451.44	189.91	28.42	236.74	103.45	5.32	36.63	5.47	527.45	1.88	1 689.08
14.0	35.15	160.75	708.81	75.47	11.29	94.08	68.11	3.14	57.52	2.17	209.60	1.24	1 427.34
14.5	59.63	266.63	1 175.67	39.24	5.87	48.91	111.01	0.24	95.41	1.13	108.97	2.02	1 914.72
15.0	84.89	209.99	925.92	20.82	3.12	25.95	53.81	0.44	75.14	0.60	57.82	0.98	1 459.47
15.5	87.49	96.68	426.29	10.63	1.59	13.25	136.11		34.59	0.31	29.51	2.47	838.92
16.0	167.67	38.70	170.66	6.85	1.03	8.54	211.81	0.39	13.85	0.20	19.03	3.85	642.58
16.5	217.28	42.97	189.46	3.70	0.55	4.61	239.66	0.36	15.37	0.11	10.27	4.36	728.69
17.0	129.38	25.71	113.38	0.09	0.01	0.11	83.47	0.17	9.20	0.00	0.24	1.52	363.28
17.5	36.46	9.63	42.47	1.02	0.15	1.28	32.22	0.16	3.45	0.03	2.84	0.59	130.31
18.0	1.10	0.84	3.72						0.30				5.96
18.5	0.26												0.26
19.0													
Total	819.32	1 086.65	4 791.51	787.05	117.78	981.16	1 427.20	616.64	388.83	22.68	2 185.96	25.95	13 250.73
Reclutas	0.00	57.91	255.35	109.03	16.32	135.92	207.97	575.11	20.72	3.14	302.83	3.78	1 688.08
%Reclutas	0.00	5.33	5.33	13.85	13.85	13.85	14.57	93.27	5.33	13.85	13.85	14.57	12.74
Area (mn²)	98.40	114.90	213.40	225.20	97.20	197.40	464.40	148.70	16.90	18.00	98.40	12.30	1 705.20
p (n°/mn²)	8.33	9.46	22.45	3.49	1.21	4.97	3.07	4.15	23.01	1.26	22.22	2.11	7.77
% Total	6.18	8.20	36.16	5.94	0.89	7.40	10.77	4.65	2.93	0.17	16.50	0.20	100.00



Tabla 34
Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								0.0					0.0
6.5								0.1					0.1
7.0								0.1					0.1
7.5								0.2					0.2
8.0		1.2	4.3					0.2	0.4				6.1
8.5		8.1	27.7				17.0	2.5	2.5			0.3	58.0
9.0		8.8	30.2					8.7	2.7				50.3
9.5		4.9	17.0				13.5	25.5	1.5			0.2	62.8
10.0		2.1	7.2	5.0	0.6	4.9	12.0	54.5	0.6	0.2	17.5	0.2	104.8
10.5		3.6	12.2	9.3	1.1	9.0	10.8	95.1	1.1	0.3	32.4	0.2	175.1
11.0		5.2	17.7	19.3	2.2	18.8	23.1	54.4	1.6	0.7	67.6	0.4	211.0
11.5		13.9	47.6	13.9	1.6	13.5	66.9	48.4	4.3	0.5	48.5	1.2	260.2
12.0		15.9	54.7	45.1	5.2	43.8	74.2	18.7	4.9	1.6	157.6	1.3	423.2
12.5		27.2	93.5	119.9	13.9	116.5	89.7	13.8	8.4	4.1	419.0	1.6	907.6
13.0		54.6	187.6	160.5	18.6	156.1	98.2	3.0	16.9	5.5	561.1	1.7	1 263.9
13.5		112.5	386.4	161.2	18.7	156.7	108.3	2.9	34.8	5.5	563.5	1.9	1 552.4
14.0	29.7	176.6	606.8	64.1	7.4	62.3	71.3	1.7	54.6	2.2	223.9	1.3	1 301.8
14.5	50.4	292.9	1 006.4	33.3	3.9	32.4	116.2	0.1	90.6	1.1	116.4	2.0	1 745.8
15.0	71.7	230.7	792.6	17.7	2.0	17.2	56.3	0.2	71.3	0.6	61.8	1.0	1 323.2
15.5	73.9	106.2	364.9	9.0	1.0	8.8	142.5		32.8	0.3	31.5	2.5	773.5
16.0	141.6	42.5	146.1	5.8	0.7	5.7	221.7	0.2	13.1	0.2	20.3	3.9	601.9
16.5	183.5	47.2	162.2	3.1	0.4	3.1	250.9	0.2	14.6	0.1	11.0	4.4	680.6
17.0	109.3	28.2	97.1	0.1	0.0	0.1	87.4	0.1	8.7	0.0	0.3	1.5	332.7
17.5	30.8	10.6	36.4	0.9	0.1	0.8	33.7	0.1	3.3	0.0	3.0	0.6	120.3
18.0	0.9	0.9	3.2						0.3				5.3
18.5	0.2												0.2
19.0													
Total	692.1	1 193.8	4 101.7	668.2	77.4	649.6	1 493.9	330.8	369.1	23.0	2 335.4	26.2	11 961.2
Reclutas	0.0	63.6	218.6	92.6	10.7	90.0	217.7	308.5	19.7	3.2	323.5	3.8	1 351.9
%Reclutas	0.0	5.3	5.3	13.9	13.9	13.9	14.6	93.3	5.3	13.9	13.9	14.6	11.3
Area (mn²)	97.2	115.2	212.4	226.8	97.2	198.0	464.4	147.9	16.9	18.0	98.4	12.3	1 704.7
ρ (n^o/mn²)	7.1	10.4	19.3	2.9	0.8	3.3	3.2	2.2	21.8	1.3	23.7	2.1	7.0
% Total	5.8	10.0	34.3	5.6	0.6	5.4	12.5	2.8	3.1	0.2	19.5	0.2	100.0



Tabla 35
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y método Hansen
en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								0.1					0.1
6.5								0.2					0.2
7.0								0.4					0.4
7.5								0.7					0.7
8.0		3.7	15.7					0.8	1.2				21.4
8.5		29.3	123.8				59.4	16.5	9.2			1.1	239.3
9.0		38.5	162.3					68.2	12.1				281.2
9.5		25.8	108.8				67.6	239.8	8.1			1.3	451.3
10.0		12.9	54.3	38.5	6.0	47.5	70.5	604.0	4.1	1.1	109.3	1.3	949.5
10.5		25.6	107.8	83.6	12.9	103.1	74.6	1232.9	8.0	2.3	237.2	1.4	1889.4
11.0		43.2	182.2	202.4	31.3	249.7	185.1	819.1	13.6	5.7	574.3	3.5	2309.9
11.5		133.6	563.7	167.5	25.9	206.7	617.8	841.3	42.0	4.7	475.3	11.5	3090.0
12.0		176.2	743.4	624.9	96.6	771.2	785.7	373.4	55.4	17.5	1773.5	14.7	5432.4
12.5		343.1	1447.7	1894.5	292.7	2337.7	1083.2	312.4	107.9	52.9	5376.2	20.2	13268.5
13.0		781.5	3297.7	2878.3	444.7	3551.8	1345.5	78.3	245.8	80.4	8168.2	25.1	20897.3
13.5		1817.5	7669.8	3264.1	504.3	4027.8	1674.8	83.0	571.7	91.2	9263.0	31.3	28998.6
14.0	718.6	3208.2	13538.6	1458.3	225.3	1799.5	1239.6	55.1	1009.1	40.7	4138.3	23.1	27454.6
14.5	1364.8	5957.8	25141.8	848.8	131.2	1047.5	2262.1	4.7	1874.0	23.7	2408.9	42.2	41107.5
15.0	2167.1	5233.3	22084.5	502.3	77.6	619.8	1223.0	9.7	1646.1	14.0	1425.5	22.8	35025.9
15.5	2482.3	2677.7	11299.8	284.9	44.0	351.6	3437.9		842.3	8.0	808.6	64.2	22301.3
16.0	5268.8	1187.4	5010.6	203.5	31.4	251.1	5925.9	10.5	373.5	5.7	577.5	110.6	18956.4
16.5	7538.9	1455.4	6141.7	121.2	18.7	149.6	7403.3	10.9	457.8	3.4	344.1	138.2	23783.2
17.0	4942.0	958.8	4046.3	3.1	0.5	3.9	2838.4	5.6	301.6	0.1	8.9	53.0	13162.2
17.5	1529.0	394.3	1664.1	40.6	6.3	50.1	1202.9	5.8	124.0	1.1	115.1	22.5	5155.8
18.0	50.7	37.8	159.4						11.9				259.8
18.5	13.1												13.1
19.0													
Total	26 075.36	24 541.44	103 564.19	12 616.58	1 949.34	15 568.62	31 497.44	4 773.37	7 719.47	352.32	35 803.87	587.95	265 049.94
Reclutas	0.00	488.67	2 062.17	1 116.92	172.57	1 378.26	1 860.67	4 197.30	153.71	31.19	3 169.64	34.73	14 665.83
% eclutas	0.00	1.99	1.99	8.85	8.85	8.85	5.91	87.93	1.99	8.85	8.85	5.91	5.53
Area (mn²)	98.4	114.9	213.4	225.2	97.2	197.4	464.4	148.7	16.9	18.0	98.4	12.3	1 705.20
p (n^o/mn²)	265.0	213.6	485.3	56.0	20.1	78.9	67.8	32.1	456.8	19.6	363.9	47.8	155.4
% Total	9.8	9.3	39.1	4.8	0.7	5.9	11.9	1.8	2.9	0.1	13.5	0.2	100.0



Tabla 36
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap
en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								0.08					0.08
6.5								0.18					0.18
7.0								0.43					0.43
7.5								0.76					0.76
8.0		3.45	15.23					0.85	1.24				20.77
8.5		27.17	119.79				60.30	17.34	9.72			1.10	235.41
9.0		35.62	157.08					71.85	12.75				277.30
9.5		23.88	105.29				68.59	252.46	8.54			1.25	460.01
10.0		11.93	52.58	36.85	5.51	45.93	71.60	635.94	4.27	1.06	102.33	1.30	969.31
10.5		23.66	104.33	79.92	11.96	99.63	75.76	1 298.15	8.47	2.30	221.98	1.38	1 927.55
11.0		39.97	176.26	193.55	28.96	241.29	187.90	862.41	14.30	5.58	537.57	3.42	2 291.22
11.5		123.69	545.38	160.20	23.97	199.71	627.31	885.76	44.26	4.62	444.93	11.41	3 071.24
12.0		163.13	719.29	597.69	89.44	745.10	797.83	393.11	58.37	17.22	1 660.04	14.51	5 255.74
12.5		317.66	1 400.70	1 811.84	271.13	2 258.71	1 099.91	328.93	113.67	52.20	5 032.25	20.00	12 707.02
13.0		723.61	3 190.72	2 752.77	411.94	3 431.71	1 366.23	82.48	258.93	79.32	7 645.60	24.84	19 968.15
13.5		1 682.96	7 420.93	3 121.75	467.15	3 891.69	1 700.61	87.39	602.21	89.95	8 670.42	30.92	27 765.99
14.0	649.63	2 970.73	13 099.26	1 394.66	208.70	1 738.64	1 258.68	58.04	1 063.01	40.18	3 873.56	22.89	26 377.99
14.5	1 233.76	5 516.77	24 325.87	811.82	121.49	1 012.05	2 296.92	4.93	1 974.06	23.39	2 254.77	41.76	39 617.59
15.0	1 959.05	4 845.91	21 367.77	480.40	71.89	598.88	1 241.85	10.25	1 734.01	13.84	1 334.27	22.58	33 680.70
15.5	2 243.93	2 479.48	10 933.13	272.52	40.78	339.73	3 490.79		887.23	7.85	756.90	63.47	21 515.82
16.0	4 762.93	1 099.46	4 847.99	194.62	29.12	242.62	6 017.06	11.04	393.42	5.61	540.54	109.41	18 253.81
16.5	6 815.11	1 347.66	5 942.42	115.95	17.35	144.55	7 517.16	11.44	482.23	3.34	322.04	136.68	22 855.94
17.0	4 467.56	887.86	3 914.95	3.00	0.45	3.74	2 882.07	5.92	317.70	0.09	8.33	52.40	12 544.07
17.5	1 382.24	365.14	1 610.09	38.79	5.80	48.36	1 221.42	6.13	130.66	1.12	107.74	22.21	4 939.70
18.0	45.82	34.98	154.23						12.52				247.55
18.5	11.83												11.83
19.0													
Total	23 571.86	22 724.72	100 203.31	12 066.34	1 805.67	15 042.34	31 982.00	5 025.87	8 131.55	347.67	33 513.30	581.52	254 996.15
Reclutas	0.00	452.49	1 995.25	1 068.21	159.85	1 331.67	1 889.30	4 419.33	161.92	30.78	2 966.86	34.35	14 510.00
%Reclutas	0.00	1.99	1.99	8.85	8.85	8.85	5.91	87.93	1.99	8.85	8.85	5.91	5.69
Area (mn²)	98.40	114.90	213.40	225.20	97.20	197.40	464.40	148.70	16.90	18.00	98.40	12.30	1 705.20
ρ (n^o/mn²)	239.55	197.78	469.56	53.58	18.58	76.20	68.87	33.80	481.16	19.31	340.58	47.28	149.54
% Total	9.24	8.91	39.30	4.73	0.71	5.90	12.54	1.97	3.19	0.14	13.14	0.23	100.00



Tabla 37
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								0.0					0.0
6.5								0.1					0.1
7.0								0.2					0.2
7.5								0.4					0.4
8.0		3.8	13.0					0.5	1.2				18.5
8.5		29.8	102.5				63.1	9.3	9.2			1.1	215.1
9.0		39.1	134.5					38.5	12.1				224.2
9.5		26.2	90.1				71.8	135.4	8.1			1.3	333.0
10.0		13.1	45.0	31.3	3.6	30.4	74.9	341.1	4.1	1.1	109.3	1.3	655.3
10.5		26.0	89.3	67.9	7.9	66.0	79.3	696.4	8.0	2.3	237.2	1.4	1 281.6
11.0		43.9	150.9	164.3	19.0	159.7	196.7	462.6	13.6	5.7	574.3	3.5	1 794.2
11.5		135.9	466.9	136.0	15.7	132.2	656.6	475.1	42.0	4.7	475.3	11.5	2 552.1
12.0		179.2	615.7	507.4	58.7	493.3	835.1	210.9	55.4	17.5	1 773.5	14.7	4 761.5
12.5		349.0	1 199.1	1 538.3	178.1	1 495.4	1 151.3	176.4	107.9	52.9	5 376.2	20.2	11 644.8
13.0		795.0	2 731.4	2 337.1	270.6	2 271.9	1 430.0	44.2	245.8	80.4	8 168.2	25.1	18 399.8
13.5		1 849.0	6 352.6	2 650.4	306.8	2 576.5	1 780.1	46.9	571.7	91.1	9 263.0	31.3	25 519.4
14.0	548.8	3 263.8	11 213.5	1 184.1	137.1	1 151.0	1 317.5	31.1	1 009.1	40.7	4 138.3	23.1	24 058.2
14.5	1 042.2	6 061.0	20 824.0	689.3	79.8	670.0	2 404.2	2.6	1 874.0	23.7	2 408.9	42.2	36 121.9
15.0	1 654.9	5 324.0	18 291.7	407.9	47.2	396.5	1 299.9	5.5	1 646.1	14.0	1 425.5	22.8	30 536.0
15.5	1 895.6	2 724.1	9 359.2	231.4	26.8	224.9	3 653.9		842.3	8.0	808.6	64.2	19 838.8
16.0	4 023.5	1 207.9	4 150.1	165.2	19.1	160.6	6 298.1	5.9	373.5	5.7	577.5	110.6	17 097.8
16.5	5 757.1	1 480.6	5 087.0	98.4	11.4	95.7	7 868.3	6.1	457.8	3.4	344.1	138.2	21 348.0
17.0	3 774.0	975.4	3 351.4	2.5	0.3	2.5	3 016.7	3.2	301.6	0.1	8.9	53.0	11 489.5
17.5	1 167.6	401.2	1 378.3	32.9	3.8	32.0	1 278.5	3.3	124.0	1.1	115.1	22.5	4 560.4
18.0	38.7	38.4	132.0						11.9				221.1
18.5	10.0												10.0
19.0													
Total	19 912.3	24 966.6	85 778.2	10 244.5	1 186.0	9 958.6	33 476.0	2 696.0	7 719.5	352.3	35 803.9	587.9	232 681.8
Reclutas	0.0	497.1	1 708.0	906.9	105.0	881.6	1 977.6	2 370.6	153.7	31.2	3 169.6	34.7	11 836.1
%Reclutas	0.0	2.0	2.0	8.9	8.9	8.9	5.9	87.9	2.0	8.9	8.9	5.9	5.1
Area (mn²)	97.2	115.2	212.4	226.8	97.2	198.0	464.4	147.9	16.9	18.0	98.4	12.3	1 704.7
p (n^o/mn²)	204.9	216.7	403.9	45.2	12.2	50.3	72.1	18.2	456.8	19.6	363.9	47.8	136.5
% Total	8.6	10.7	36.9	4.4	0.5	4.3	14.4	1.2	3.3	0.2	15.4	0.3	100.0



Tabla 38
 Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Hansen e
 n la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0									3.014E+09				3.014E+09
6.5									7.068E+09				7.068E+09
7.0									2.147E+10				2.147E+10
7.5									4.024E+10				4.024E+10
8.0		1.061E+12	2.278E+13						3.373E+10	1.949E+11			2.407E+13
8.5		4.257E+13	9.374E+14						1.897E+13	8.364E+12		1.255E+11	1.007E+15
9.0		5.060E+13	1.115E+15						1.365E+14	9.960E+12			1.312E+15
9.5		1.611E+13	3.542E+14						9.933E+14	3.154E+12		7.934E+10	1.367E+15
10.0		2.916E+12	6.375E+13	3.531E+13	1.328E+12	4.039E+13	4.039E+13	4.309E+15	5.622E+11	3.255E+10	3.228E+14	3.385E+10	4.816E+15
10.5		8.310E+12	1.826E+14	1.189E+14	4.956E+12	1.227E+14	1.227E+14	1.288E+16	1.624E+12	1.146E+11	1.126E+15	2.768E+10	1.456E+16
11.0		1.751E+13	3.857E+14	5.118E+14	2.235E+13	5.001E+14	5.001E+14	4.253E+15	3.444E+12	5.038E+11	4.925E+15	1.401E+11	1.112E+16
11.5		1.276E+14	2.788E+15	2.638E+14	1.142E+13	2.604E+14	2.604E+14	3.368E+15	2.459E+13	2.587E+11	2.531E+15	9.810E+11	9.637E+15
12.0		1.697E+14	3.696E+15	2.780E+15	1.229E+14	2.674E+15	2.674E+15	5.218E+14	3.241E+13	2.752E+12	2.687E+16	1.204E+12	3.955E+16
12.5		4.909E+14	1.074E+16	1.957E+16	8.793E+14	1.844E+16	1.844E+16	2.825E+14	9.489E+13	1.952E+13	1.903E+17	1.779E+12	2.593E+17
13.0		1.962E+15	4.315E+16	3.507E+16	1.580E+15	3.292E+16	3.292E+16	1.368E+13	3.844E+14	3.503E+13	3.414E+17	2.112E+12	4.894E+17
13.5		8.284E+15	1.827E+17	3.537E+16	1.594E+15	3.318E+16	3.318E+16	1.335E+13	1.635E+15	3.533E+13	3.443E+17	2.552E+12	6.403E+17
14.0	1.182E+15	2.040E+16	4.502E+17	5.595E+15	2.501E+14	5.309E+15	5.309E+15	5.457E+12	4.033E+15	5.568E+12	5.431E+16	1.116E+12	5.466E+17
14.5	3.327E+15	5.607E+16	1.238E+18	1.516E+15	6.712E+13	1.455E+15	1.455E+15	4.944E+10	1.110E+16	1.502E+12	1.466E+16	2.978E+12	1.328E+18
15.0	6.690E+15	3.479E+16	7.681E+17	4.279E+14	1.869E+13	4.178E+14	4.178E+14	1.256E+11	6.883E+15	4.213E+11	4.118E+15	6.976E+11	8.218E+17
15.5	7.093E+15	7.387E+15	1.629E+17	1.121E+14	4.768E+12	1.131E+14	1.131E+14		1.458E+15	1.090E+11	1.069E+15	4.449E+12	1.803E+17
16.0	2.586E+16	1.189E+15	2.616E+16	4.715E+13	1.894E+12	5.063E+13	5.063E+13	9.627E+10	2.331E+14	4.471E+10	4.407E+14	1.074E+13	5.404E+16
16.5	4.335E+16	1.464E+15	3.222E+16	1.406E+13	4.977E+11	1.695E+13	1.695E+13	8.482E+10	2.874E+14	1.264E+10	1.261E+14	1.374E+13	7.751E+16
17.0	1.541E+16	5.256E+14	1.155E+16	7.672E+09	2.912E+08	8.704E+09	8.704E+09	2.566E+10	1.028E+14	7.100E+06	7.036E+10	1.696E+12	2.760E+16
17.5	1.248E+15	7.497E+13	1.632E+15	1.147E+12	2.691E+10	1.761E+12	1.761E+12	2.277E+10	1.429E+13	8.898E+08	9.202E+12	2.705E+11	2.984E+15
18.0	1.208E+12	7.150E+11	1.374E+13						9.416E+10				1.576E+13
18.5													
19.0													
Total	1.042E+17	1.331E+17	2.937E+18	1.014E+17	4.560E+15	9.550E+16	9.550E+16	2.679E+16	2.631E+16	1.012E+14	9.865E+17	4.472E+13	4.511E+18
Reclutas	0.000E+00	4.363E+14	9.546E+15	3.709E+15	1.630E+14	3.598E+15	3.598E+15	2.648E+16	8.430E+13	3.662E+12	3.578E+16	2.591E+12	8.339E+16
CV	0.3561	0.3108	0.3461	0.3870	0.5311	0.3043	0.2199	0.2795	0.4394	0.4378	0.4253	0.2549	0.1546
Error	58.6	51.2	57.0	63.7	87.4	50.1	36.2	46.0	72.3	72.1	70.0	42.0	25.4



Tabla 39
 Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Wolter
 en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total	
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE		
5.0														
5.5														
6.0														
6.5														
7.0														
7.5														
8.0		3.823E+11	1.864E+13											
8.5		1.123E+13	7.465E+14											
9.0		1.320E+13	8.872E+14											
9.5		4.323E+12	2.824E+14											
10.0		8.494E+11	5.116E+13	1.856E+13	8.438E+11	2.110E+13	3.519E+13	1.072E+15	4.282E+11	2.005E+10	1.929E+14	1.465E+10	1.393E+15	
10.5		2.254E+12	1.457E+14	4.584E+13	2.843E+12	3.855E+13	2.878E+13	2.872E+15	1.232E+12	6.008E+10	5.586E+14	1.198E+10	3.696E+15	
11.0		4.597E+12	3.071E+14	1.622E+14	1.224E+13	9.741E+13	2.534E+14	1.007E+15	2.606E+12	2.429E+11	2.212E+15	9.400E+10	4.059E+15	
11.5		3.722E+13	2.238E+15	8.692E+13	6.308E+12	5.669E+13	4.346E+14	7.959E+14	1.873E+13	1.267E+11	1.158E+15	2.430E+11	4.833E+15	
12.0		5.171E+13	2.978E+15	8.282E+14	6.646E+13	4.265E+14	5.135E+14	1.479E+14	2.476E+13	1.296E+12	1.173E+16	2.921E+11	1.677E+16	
12.5		1.412E+14	8.613E+15	5.346E+15	4.680E+14	2.057E+15	9.239E+14	8.224E+13	7.221E+13	8.906E+12	7.992E+16	4.828E+11	9.763E+16	
13.0		5.247E+14	3.440E+16	9.418E+15	8.386E+14	3.369E+15	9.280E+14	3.825E+12	2.912E+14	1.589E+13	1.423E+17	5.208E+11	1.921E+17	
13.5		2.130E+15	1.452E+17	9.479E+15	8.458E+14	3.361E+15	9.987E+14	5.518E+12	1.236E+15	1.601E+13	1.434E+17	5.913E+11	3.068E+17	
14.0	2.916E+14	5.182E+15	3.576E+17	1.574E+15	1.338E+14	6.757E+14	5.182E+14	3.238E+12	3.046E+15	2.567E+12	2.310E+16	2.838E+11	3.921E+17	
14.5	5.683E+14	1.415E+16	9.829E+17	4.477E+14	3.624E+13	2.250E+14	1.500E+15	4.834E+10	8.381E+15	7.048E+11	6.373E+15	7.937E+11	1.015E+18	
15.0	9.578E+14	8.803E+15	6.099E+17	1.352E+14	1.023E+13	8.077E+13	3.330E+14	9.185E+10	5.198E+15	2.029E+11	1.848E+15	1.802E+11	6.272E+17	
15.5	9.667E+14	1.899E+15	1.295E+17	3.995E+13	2.681E+12	2.997E+13	2.012E+15		1.102E+15	5.519E+10	5.088E+14	1.115E+12	1.361E+17	
16.0	2.859E+15	3.172E+14	2.085E+16	2.064E+13	1.127E+12	2.009E+13	4.560E+15	7.043E+10	1.765E+14	2.493E+10	2.349E+14	2.599E+12	2.904E+16	
16.5	4.504E+15	3.867E+14	2.566E+16	8.475E+12	3.361E+11	1.051E+13	5.774E+15	6.206E+10	2.176E+14	8.470E+09	8.274E+13	3.307E+12	3.665E+16	
17.0	1.758E+15	1.422E+14	9.217E+15	3.942E+09	1.834E+08	4.408E+09	9.554E+14	2.510E+10	7.791E+13	4.316E+06	4.142E+10	4.834E+11	1.215E+16	
17.5	2.289E+14	2.306E+13	1.316E+15	1.164E+12	2.739E+10	1.780E+12	2.996E+14	2.227E+10	1.093E+13	9.023E+08	9.332E+12	1.227E+11	1.891E+15	
18.0	4.449E+11	5.382E+11	1.267E+13						8.269E+10				1.373E+13	
18.5	8.326E+10												8.326E+10	
19.0														
Total	1.213E+16	3.382E+16	2.333E+18	2.761E+16	2.425E+15	1.047E+16	2.100E+16	6.397E+15	1.987E+16	4.612E+13	4.137E+17	1.145E+13	2.880E+18	
Reclutas	0.000E+00	1.258E+14	7.655E+15	1.142E+15	8.870E+13	6.403E+14	2.203E+15	6.302E+15	6.416E+13	1.746E+12	1.585E+16	9.689E+11	3.407E+16	
CV	0.1215	0.1567	0.3084	0.2019	0.3873	0.1008	0.1031	0.1366	0.3819	0.2955	0.2754	0.1290	0.1235	
Error	20.0	25.8	50.8	33.2	63.8	16.6	17.0	22.5	62.9	48.6	45.3	21.2	20.3	



Tabla 40
Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap
en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total	
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE		
5.0														
5.5														
6.0								2.484E+09						2.484E+09
6.5								4.301E+09						4.301E+09
7.0								9.580E+09						9.580E+09
7.5								1.541E+10						1.541E+10
8.0		3.730E+11	1.200E+13					1.276E+10	9.325E+10					1.248E+13
8.5		1.172E+13	4.469E+14				6.017E+14	2.051E+13	3.601E+12			1.964E+11		1.085E+15
9.0		1.381E+13	5.299E+14					8.569E+13	4.275E+12					6.336E+14
9.5		4.491E+12	1.697E+14				3.804E+14	3.978E+14	1.365E+12			1.242E+11		9.539E+14
10.0		8.659E+11	3.128E+13	1.953E+13	5.351E+11	2.065E+13	3.349E+13	1.421E+15	2.494E+11	1.492E+10	2.189E+14	1.180E+10		1.746E+15
10.5		2.336E+12	8.775E+13	5.308E+13	1.615E+12	4.018E+13	2.739E+13	3.901E+15	7.050E+11	3.842E+10	7.071E+14	9.648E+09		4.821E+15
11.0		4.802E+12	1.836E+14	2.017E+14	6.557E+12	1.110E+14	2.545E+14	1.349E+15	1.480E+12	1.405E+11	2.980E+15	8.588E+10		5.093E+15
11.5		3.793E+13	1.369E+15	1.065E+14	3.417E+12	6.306E+13	3.405E+14	1.067E+15	1.091E+13	7.475E+10	1.542E+15	1.404E+11		4.540E+15
12.0		5.219E+13	1.839E+15	1.055E+15	3.502E+13	5.101E+14	3.966E+14	1.907E+14	1.459E+13	7.255E+11	1.609E+16	1.655E+11		2.018E+16
12.5		1.443E+14	5.251E+15	7.061E+15	2.411E+14	2.736E+15	7.637E+14	1.055E+14	4.192E+13	4.763E+12	1.124E+17	3.014E+11		1.288E+17
13.0		5.455E+14	2.065E+16	1.253E+16	4.303E+14	4.616E+15	7.250E+14	4.946E+12	1.662E+14	8.421E+12	2.011E+17	2.997E+11		2.408E+17
13.5		2.236E+15	8.649E+16	1.262E+16	4.337E+14	4.622E+15	7.441E+14	6.679E+12	6.987E+14	8.479E+12	2.028E+17	3.200E+11		3.107E+17
14.0	3.103E+14	5.457E+15	2.124E+17	2.053E+15	6.945E+13	8.614E+14	4.131E+14	3.749E+12	1.718E+15	1.394E+12	3.222E+16	1.680E+11		2.555E+17
14.5	6.875E+14	1.492E+16	5.831E+17	5.725E+14	1.905E+13	2.713E+14	1.228E+15	5.367E+10	4.720E+15	3.928E+11	8.765E+15	4.885E+11		6.143E+17
15.0	1.246E+15	9.278E+15	3.620E+17	1.684E+14	5.478E+12	9.218E+13	2.679E+14	1.042E+11	2.930E+15	1.172E+11	2.491E+15	1.081E+11		3.785E+17
15.5	1.285E+15	1.994E+15	7.712E+16	4.756E+13	1.486E+12	3.211E+13	1.588E+15		6.231E+14	3.391E+10	6.608E+14	6.510E+11		8.335E+16
16.0	4.196E+15	3.300E+14	1.251E+16	2.293E+13	6.681E+11	2.027E+13	3.516E+15	7.993E+10	1.007E+14	1.698E+10	2.848E+14	1.470E+12		2.098E+16
16.5	6.821E+15	4.033E+14	1.537E+16	8.605E+12	2.253E+11	1.014E+13	4.433E+15	7.043E+10	1.238E+14	6.712E+09	8.914E+13	1.859E+12		2.726E+16
17.0	2.541E+15	1.475E+14	5.547E+15	4.175E+09	1.153E+08	4.329E+09	8.084E+14	2.786E+10	4.458E+13	3.178E+06	4.740E+10	3.130E+11		9.089E+15
17.5	2.695E+14	2.323E+13	8.145E+14	1.062E+12	2.369E+10	1.661E+12	2.874E+14	2.473E+10	6.453E+12	8.832E+08	8.127E+12	1.006E+11		1.412E+15
18.0	4.253E+11	4.733E+11	1.044E+13						7.245E+10					1.141E+13
18.5	6.804E+10													6.804E+10
19.0														
Total	1.736E+16	3.561E+16	1.386E+18	3.652E+16	1.249E+15	1.401E+16	1.681E+16	8.553E+15	1.121E+16	2.462E+13	5.824E+17	6.813E+12		2.110E+18
Reclutas	0.000E+00	1.285E+14	4.669E+15	1.436E+15	4.714E+13	7.450E+14	2.035E+15	8.432E+15	3.727E+13	9.940E+11	2.154E+16	7.339E+11		3.907E+16
CV	0.161	0.174	0.246	0.243	0.300	0.121	0.091	0.150	0.272	0.219	0.349	0.101		0.110
Error	26.47	28.58	40.44	39.97	49.38	19.86	14.95	24.69	44.82	36.02	57.46	16.56		18.04



Tabla 41
 Varianzas de la abundancia de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico en la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0									9.182E+08				9.182E+08
6.5									2.076E+09				2.076E+09
7.0									6.131E+09				6.131E+09
7.5									1.136E+10				1.136E+10
8.0		5.227E+11	2.481E+13						9.517E+09	1.949E+11			2.553E+13
8.5		1.749E+13	1.067E+15				5.777E+14	6.025E+12	8.364E+12			1.255E+11	1.677E+15
9.0		2.066E+13	1.271E+15					4.023E+13	9.960E+12				1.342E+15
9.5		6.679E+12	4.023E+14				3.653E+14	2.814E+14	3.154E+12			7.934E+10	1.059E+15
10.0		1.266E+12	7.168E+13	2.067E+13	6.520E+11	1.361E+13	6.026E+13	1.205E+15	5.622E+11	3.255E+10	3.228E+14	3.385E+10	1.697E+15
10.5		3.466E+12	2.072E+14	6.702E+13	2.534E+12	3.747E+13	4.929E+13	3.584E+15	1.624E+12	1.146E+11	1.126E+15	2.768E+10	5.078E+15
11.0		7.174E+12	4.394E+14	2.830E+14	1.162E+13	1.437E+14	3.354E+14	1.187E+15	3.444E+12	5.038E+11	4.925E+15	1.401E+11	7.337E+15
11.5		5.542E+13	3.135E+15	1.464E+14	5.922E+12	7.573E+13	1.279E+15	9.399E+14	2.459E+13	2.587E+11	2.531E+15	9.810E+11	8.194E+15
12.0		7.559E+13	4.131E+15	1.529E+15	6.418E+13	7.541E+14	1.554E+15	1.469E+14	3.241E+13	2.752E+12	2.687E+16	1.204E+12	3.516E+16
12.5		2.115E+14	1.210E+16	1.069E+16	4.617E+14	5.066E+15	2.428E+15	7.964E+13	9.489E+13	1.952E+13	1.903E+17	1.779E+12	2.215E+17
13.0		8.118E+14	4.904E+16	1.913E+16	8.306E+14	8.997E+15	2.748E+15	3.848E+12	3.844E+14	3.503E+13	3.414E+17	2.112E+12	4.234E+17
13.5		3.356E+15	2.086E+17	1.929E+16	8.381E+14	9.064E+15	3.222E+15	3.849E+12	1.635E+15	3.533E+13	3.443E+17	2.552E+12	5.904E+17
14.0	4.213E+14	8.210E+15	5.146E+17	3.063E+15	1.311E+14	1.471E+15	1.474E+15	1.625E+12	4.033E+15	5.568E+12	5.431E+16	1.116E+12	5.877E+17
14.5	1.110E+15	2.248E+16	1.416E+18	8.329E+14	3.507E+13	4.092E+14	4.027E+15	1.571E+10	1.110E+16	1.502E+12	1.466E+16	2.978E+12	1.471E+18
15.0	2.177E+15	1.397E+16	8.784E+17	2.365E+14	9.721E+12	1.200E+14	9.287E+14	3.830E+10	6.883E+15	4.213E+11	4.118E+15	6.976E+11	9.068E+17
15.5	2.293E+15	2.992E+15	1.860E+17	6.268E+13	2.456E+12	3.369E+13	5.834E+15		1.458E+15	1.090E+11	1.069E+15	4.449E+12	1.997E+17
16.0	8.159E+15	4.914E+14	2.973E+16	2.696E+13	9.550E+11	1.609E+13	1.385E+16	2.936E+10	2.331E+14	4.471E+10	4.407E+14	1.074E+13	5.296E+16
16.5	1.359E+16	6.017E+14	3.667E+16	8.402E+12	2.377E+11	5.962E+12	1.767E+16	2.587E+10	2.874E+14	1.264E+10	1.261E+14	1.374E+13	6.897E+16
17.0	4.880E+15	2.189E+14	1.311E+16	4.477E+09	1.435E+08	2.911E+09	2.374E+15	8.157E+09	1.028E+14	7.099E+06	7.036E+10	1.696E+12	2.069E+16
17.5	4.212E+14	3.358E+13	1.822E+15	7.592E+11	9.800E+09	7.233E+11	4.963E+14	7.239E+09	1.429E+13	8.897E+08	9.202E+12	2.705E+11	2.798E+15
18.0	4.749E+11	5.901E+11	1.182E+13						9.416E+10				1.298E+13
18.5	4.856E+10												4.856E+10
19.0													
Total	3.305E+16	5.357E+16	3.357E+18	5.538E+16	2.395E+15	2.621E+16	5.927E+16	7.479E+15	2.631E+16	1.012E+14	9.865E+17	4.472E+13	4.608E+18
Reclutas	0.000E+00	1.883E+14	1.075E+16	2.046E+15	8.490E+13	1.025E+15	4.221E+15	7.390E+15	8.430E+13	3.662E+12	3.578E+16	2.591E+12	6.157E+16
CV	0.263	0.194	0.447	0.352	0.633	0.249	0.163	0.261	0.439	0.438	0.425	0.255	0.179
Error	43.2	31.9	73.5	58.0	104.1	41.0	26.8	43.0	72.3	72.1	70.0	42.0	29.5



Tabla 42
 Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y m3todo Hansen
 la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0								4.396E-03					4.396E-03
6.5								1.691E-02					1.691E-02
7.0								8.346E-02					8.346E-02
7.5								2.460E-01					2.460E-01
8.0		9.845E+00	2.113E+02					3.102E-01	1.808E+00				2.233E+02
8.5		5.730E+02	1.262E+04				6.817E+03	2.551E+02	1.126E+02			1.724E+00	2.038E+04
9.0		9.982E+02	2.200E+04					2.688E+03	1.965E+02				2.588E+04
9.5		4.516E+02	9.931E+03				8.821E+03	2.704E+04	8.844E+01			2.231E+00	4.634E+04
10.0		1.131E+02	2.473E+03	1.356E+03	5.100E+01	1.551E+03	2.256E+03	1.670E+05	2.181E+01	1.250E+00	1.240E+04	1.322E+00	1.872E+05
10.5		4.406E+02	9.683E+03	6.345E+03	2.645E+02	6.548E+03	2.520E+03	6.694E+05	8.613E+01	6.116E+00	6.006E+04	1.476E+00	7.553E+05
11.0		1.258E+03	2.770E+04	3.677E+04	1.606E+03	3.593E+04	2.219E+04	3.058E+05	2.473E+02	3.620E+01	3.539E+05	1.011E+01	7.854E+05
11.5		1.215E+04	2.657E+05	2.523E+04	1.093E+03	2.491E+04	1.249E+05	3.219E+05	2.343E+03	2.474E+01	2.421E+05	9.410E+01	1.020E+06
12.0		2.123E+04	4.624E+05	3.494E+05	1.545E+04	3.362E+05	2.000E+05	6.576E+04	4.055E+03	3.460E+02	3.378E+06	1.518E+02	4.833E+06
12.5		8.049E+04	1.761E+06	3.205E+06	1.440E+05	3.020E+06	4.005E+05	4.618E+04	1.556E+04	3.197E+03	3.116E+07	2.910E+02	3.984E+07
13.0		4.127E+05	9.078E+06	7.391E+06	3.331E+05	6.937E+06	5.922E+05	2.890E+03	8.087E+04	7.383E+03	7.195E+07	4.467E+02	9.678E+07
13.5		2.225E+06	4.908E+07	9.486E+06	4.277E+05	8.900E+06	8.902E+05	3.600E+03	4.391E+05	9.478E+03	9.236E+07	6.874E+02	1.638E+08
14.0	4.021E+05	6.931E+06	1.530E+08	1.902E+06	8.501E+04	1.804E+06	5.099E+05	1.850E+03	1.370E+06	1.893E+03	1.846E+07	3.801E+02	1.845E+08
14.5	1.420E+06	2.389E+07	5.276E+08	6.455E+05	2.859E+04	6.197E+05	1.733E+06	2.117E+01	4.730E+06	6.396E+02	6.244E+06	1.268E+03	5.669E+08
15.0	3.548E+06	1.840E+07	4.063E+08	2.262E+05	9.882E+03	2.209E+05	4.993E+05	6.506E+01	3.641E+06	2.227E+02	2.177E+06	3.699E+02	4.350E+08
15.5	4.643E+06	4.809E+06	1.061E+08	7.366E+04	3.132E+03	7.430E+04	3.888E+06		9.489E+05	7.164E+01	7.022E+05	2.916E+03	1.212E+08
16.0	2.078E+07	9.461E+05	2.082E+07	3.778E+04	1.517E+03	4.056E+04	1.135E+07	7.726E+01	1.855E+05	3.582E+01	3.530E+05	8.627E+03	5.452E+07
16.5	4.247E+07	1.428E+06	3.144E+07	1.374E+04	4.864E+02	1.657E+04	1.764E+07	8.318E+01	2.805E+05	1.235E+01	1.232E+05	1.343E+04	9.343E+07
17.0	1.829E+07	6.237E+05	1.371E+07	9.136E+00	3.468E-01	1.037E+01	2.832E+06	3.060E+01	1.220E+05	8.455E-03	8.379E+01	2.016E+03	3.558E+07
17.5	1.785E+06	1.069E+05	2.326E+06	1.649E+03	3.866E+01	2.530E+03	6.788E+05	3.273E+01	2.038E+04	1.279E+00	1.322E+04	3.879E+02	4.935E+06
18.0	2.072E+03	1.197E+03	2.301E+04						1.576E+02				2.643E+04
18.5	1.711E+02												1.711E+02
19.0													
Total	9.334E+07	5.989E+07	1.322E+09	2.340E+07	1.052E+06	2.204E+07	4.139E+07	1.615E+06	1.184E+07	2.335E+04	2.276E+08	3.109E+04	1.804E+09
Reclutas	0.000E+00	3.723E+04	8.127E+05	4.191E+05	1.846E+04	4.051E+05	3.675E+05	1.560E+06	7.152E+03	4.143E+02	4.046E+06	2.628E+02	7.674E+06
CV	0.3705	0.3153	0.3511	0.3834	0.5261	0.3016	0.2043	0.2662	0.4458	0.4337	0.4214	0.2999	0.1603
Error	61.0	51.9	57.8	63.1	86.6	49.6	33.6	43.8	73.4	71.4	69.4	49.4	26.4



Tabla 43
 Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Wolter
 la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0									3.190E-03				3.190E-03
6.5									8.753E-03				8.753E-03
7.0									3.015E-02				3.015E-02
7.5									7.386E-02				7.386E-02
8.0		3.547E+00	1.730E+02						9.168E-02	1.400E+00			1.780E+02
8.5		1.511E+02	1.005E+04				7.889E+03	2.483E+02	8.522E+01			2.636E+00	1.843E+04
9.0		2.603E+02	1.750E+04					1.442E+03	1.486E+02				1.935E+04
9.5		1.212E+02	7.919E+03				1.021E+04	8.575E+03	6.701E+01			3.411E+00	2.689E+04
10.0		3.295E+01	1.985E+03	7.126E+02	3.240E+01	8.100E+02	1.374E+03	4.157E+04	1.661E+01	7.699E-01	7.406E+03	5.718E-01	5.394E+04
10.5		1.195E+02	7.727E+03	2.446E+03	1.517E+02	2.057E+03	1.535E+03	1.493E+05	6.530E+01	3.206E+00	2.981E+04	6.387E-01	1.932E+05
11.0		3.301E+02	2.205E+04	1.165E+04	8.792E+02	6.998E+03	1.828E+04	7.242E+04	1.871E+02	1.745E+01	1.589E+05	6.782E+00	2.918E+05
11.5		3.546E+03	2.133E+05	8.313E+03	6.033E+02	5.422E+03	4.168E+04	7.606E+04	1.784E+03	1.212E+01	1.108E+05	2.331E+01	4.615E+05
12.0		6.470E+03	3.726E+05	1.041E+05	8.355E+03	5.362E+04	6.475E+04	1.863E+04	3.098E+03	1.629E+02	1.474E+06	3.683E+01	2.106E+06
12.5		2.315E+04	1.412E+06	8.754E+05	7.663E+04	3.368E+05	1.511E+05	1.344E+04	1.184E+04	1.458E+03	1.309E+07	7.898E+01	1.599E+07
13.0		1.104E+05	7.237E+06	1.985E+06	1.767E+05	7.101E+05	1.963E+05	8.080E+02	6.127E+04	3.348E+03	3.000E+07	1.102E+02	4.048E+07
13.5		5.721E+05	3.901E+07	2.543E+06	2.269E+05	9.016E+05	2.690E+05	1.488E+03	3.319E+05	4.295E+03	3.848E+07	1.593E+02	8.234E+07
14.0	9.924E+04	1.761E+06	1.215E+08	5.348E+05	4.548E+04	2.297E+05	1.766E+05	1.098E+03	1.035E+06	8.724E+02	7.850E+06	9.669E+01	1.332E+08
14.5	2.426E+05	6.028E+06	4.188E+08	1.907E+05	1.543E+04	9.583E+04	6.386E+05	2.070E+01	3.571E+06	3.002E+02	2.715E+06	3.380E+02	4.323E+08
15.0	5.079E+05	4.657E+06	3.226E+08	7.149E+04	5.408E+03	4.270E+04	1.766E+05	4.758E+01	2.750E+06	1.073E+02	9.767E+05	9.558E+01	3.318E+08
15.5	6.328E+05	1.236E+06	8.431E+07	2.625E+04	1.761E+03	1.969E+04	1.318E+06		7.173E+05	3.626E+01	3.343E+05	7.305E+02	8.860E+07
16.0	2.297E+06	2.524E+05	1.659E+07	1.653E+04	9.030E+02	1.609E+04	3.663E+06	5.652E+01	1.405E+05	1.997E+01	1.882E+05	2.088E+03	2.317E+07
16.5	4.412E+06	3.774E+05	2.504E+07	8.283E+03	3.284E+02	1.028E+04	5.645E+06	6.086E+01	2.123E+05	8.278E+00	8.086E+04	3.233E+03	3.579E+07
17.0	2.086E+06	1.688E+05	1.094E+07	4.695E+00	2.184E-01	5.250E+00	1.136E+06	2.992E+01	9.245E+04	5.140E-03	4.932E+01	5.748E+02	1.442E+07
17.5	3.272E+05	3.287E+04	1.876E+06	1.673E+03	3.936E+01	2.558E+03	4.296E+05	3.200E+01	1.558E+04	1.297E+00	1.341E+04	1.760E+02	2.699E+06
18.0	7.632E+02	9.009E+02	2.120E+04						1.384E+02				2.301E+04
18.5	1.711E+02												1.711E+02
19.0													
Total	1.061E+07	1.523E+07	1.050E+09	6.380E+06	5.596E+05	2.434E+06	1.395E+07	3.853E+05	8.945E+06	1.064E+04	9.550E+07	7.755E+03	1.204E+09
Reclutas	0.000E+00	1.104E+04	6.532E+05	1.272E+05	1.002E+04	6.891E+04	1.457E+05	3.683E+05	5.454E+03	1.964E+02	1.781E+06	7.418E+01	3.171E+06
CV	0.1249	0.1590	0.3129	0.2002	0.3838	0.1002	0.1186	0.1300	0.3874	0.2928	0.2729	0.1498	0.1309
Error	20.6	26.2	51.5	33.0	63.2	16.5	19.5	21.4	63.8	48.2	44.9	24.7	21.5



Tabla 44
 Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Bootstrap
 la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region			IV Rgion			sesgo III			sesgo IV	Total
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE	
5.0													
5.5													
6.0									3.623E-03				3.623E-03
6.5									1.029E-02				1.029E-02
7.0									3.724E-02				3.724E-02
7.5									9.421E-02				9.421E-02
8.0		3.461E+00	1.113E+02						1.173E-01	8.652E-01			1.158E+02
8.5		1.577E+02	6.015E+03				8.267E+03		2.758E+02	4.847E+01		2.699E+00	1.477E+04
9.0		2.724E+02	1.045E+04						1.688E+03	8.433E+01			1.250E+04
9.5		1.259E+02	4.758E+03					1.070E+04	1.083E+04	3.827E+01			2.645E+04
10.0		3.359E+01	1.213E+03	7.499E+02	2.055E+01	7.930E+02	1.307E+03	5.508E+04	9.673E+00	5.729E-01	8.404E+03	4.606E-01	6.761E+04
10.5		1.238E+02	4.652E+03	2.833E+03	8.618E+01	2.144E+03	1.460E+03	2.028E+05	3.738E+01	2.050E+00	3.773E+04	5.144E-01	2.519E+05
11.0		3.448E+02	1.319E+04	1.449E+04	4.711E+02	7.974E+03	1.836E+04	9.701E+04	1.063E+02	1.009E+01	2.141E+05	6.197E+00	3.661E+05
11.5		3.614E+03	1.304E+05	1.019E+04	3.268E+02	6.031E+03	3.266E+04	1.019E+05	1.040E+03	7.150E+00	1.475E+05	1.347E+01	4.337E+05
12.0		6.530E+03	2.301E+05	1.327E+05	4.402E+03	6.412E+04	5.000E+04	2.403E+04	1.825E+03	9.120E+01	2.023E+06	2.087E+01	2.536E+06
12.5		2.367E+04	8.609E+05	1.156E+06	3.948E+04	4.479E+05	1.249E+05	1.725E+04	6.873E+03	7.800E+02	1.841E+07	4.931E+01	2.108E+07
13.0		1.148E+05	4.345E+06	2.641E+06	9.067E+04	9.728E+05	1.533E+05	1.045E+03	3.496E+04	1.775E+03	4.239E+07	6.340E+01	5.074E+07
13.5		6.006E+05	2.323E+07	3.386E+06	1.163E+05	1.240E+06	2.004E+05	1.801E+03	1.877E+05	2.274E+03	5.440E+07	8.620E+01	8.337E+07
14.0	1.056E+05	1.854E+06	7.219E+07	6.979E+05	2.360E+04	2.928E+05	1.408E+05	1.271E+03	5.839E+05	4.738E+02	1.095E+07	5.723E+01	8.684E+07
14.5	2.934E+05	6.358E+06	2.485E+08	2.438E+05	8.114E+03	1.155E+05	5.229E+05	2.298E+01	2.011E+06	1.673E+02	3.733E+06	2.080E+02	2.618E+08
15.0	6.609E+05	4.908E+06	1.915E+08	8.900E+04	2.896E+03	4.873E+04	1.421E+05	5.400E+01	1.550E+06	6.194E+01	1.317E+06	5.734E+01	2.002E+08
15.5	8.414E+05	1.298E+06	5.021E+07	3.124E+04	9.763E+02	2.110E+04	1.041E+06		4.056E+05	2.228E+01	4.341E+05	4.266E+02	5.428E+07
16.0	3.372E+06	2.626E+05	9.955E+06	1.837E+04	5.352E+02	1.624E+04	2.824E+06	6.414E+01	8.012E+04	1.361E+01	2.282E+05	1.180E+03	1.676E+07
16.5	6.682E+06	3.935E+05	1.500E+07	8.410E+03	2.202E+02	9.906E+03	4.334E+06	6.907E+01	1.208E+05	6.560E+00	8.712E+04	1.818E+03	2.663E+07
17.0	3.015E+06	1.750E+05	6.582E+06	4.972E+00	1.373E-01	5.155E+00	9.613E+05	3.322E+01	5.290E+04	3.785E-03	5.645E+01	3.722E+02	1.079E+07
17.5	3.852E+05	3.311E+04	1.161E+06	1.527E+03	3.405E+01	2.386E+03	4.120E+05	3.553E+01	9.199E+03	1.269E+00	1.168E+04	1.442E+02	2.016E+06
18.0	7.295E+02	7.922E+02	1.747E+04						1.213E+02				1.911E+04
18.5	1.398E+02												1.398E+02
19.0													
Total	1.536E+07	1.603E+07	6.239E+08	8.434E+06	2.882E+05	3.248E+06	1.098E+07	5.153E+05	5.046E+06	5.687E+03	1.344E+08	4.511E+03	8.182E+08
Reclutas	0.000E+00	1.121E+04	4.010E+05	1.609E+05	5.307E+03	8.106E+04	1.228E+05	4.936E+05	3.190E+03	1.111E+02	2.430E+06	4.771E+01	3.710E+06
CV	0.166	0.176	0.249	0.241	0.297	0.120	0.104	0.143	0.276	0.217	0.346	0.115	0.112
Error	27.36	29.00	41.03	39.62	48.94	19.72	17.05	23.51	45.47	35.70	56.94	19.01	18.46



Tabla 45
 Varianzas de la biomasa de anchoveta por talla, zona y método Geoestadístico
 la zona centro-norte durante el verano del 2007. Crucero RECLAN34 0703.

Talla	II Region		III Region				IV Rgion		sesgo III			sesgo IV	Total	
	Zona 1	Zona 2	Zona 2A	Zona 3	Zona 3A	Zona 3B	Zona 4	Zona 5	Zona 2A PANCR	Zona 3 PANCR	Zona 3.1PANCR	Zona 4 SNJORGE		
5.0														
5.5														
6.0														
6.5								1.339E-03						1.339E-03
7.0								4.967E-03						4.967E-03
7.5								2.383E-02						2.383E-02
8.0		4.850E+00	2.302E+02					6.946E-02						6.946E-02
8.5		2.354E+02	1.436E+04					8.752E-02	1.808E+00					2.369E+02
9.0		4.075E+02	2.507E+04				7.938E+03	8.102E+01	1.126E+02			1.724E+00		2.273E+04
9.5		1.873E+02	1.128E+04					7.924E+02	1.965E+02					2.647E+04
10.0		4.910E+01	2.781E+03	7.937E+02	2.503E+01	5.224E+02	1.027E+04	7.660E+03	8.844E+01			2.231E+00		2.949E+04
10.5		1.838E+02	1.099E+04	3.576E+03	1.352E+02	2.000E+03	2.353E+03	4.672E+04	2.181E+01	1.250E+00	1.240E+04	1.322E+00		6.566E+04
11.0		5.152E+02	3.155E+04	2.033E+04	8.349E+02	1.032E+04	2.628E+03	1.863E+05	8.613E+01	6.116E+00	6.006E+04	1.476E+00		2.660E+05
11.5		5.281E+03	2.987E+05	1.400E+04	5.664E+02	7.243E+03	2.420E+04	8.534E+04	2.473E+02	3.620E+01	3.539E+05	1.011E+01		5.273E+05
12.0		9.458E+03	5.169E+05	1.922E+05	8.068E+03	9.479E+04	1.227E+05	8.982E+04	2.343E+03	2.474E+01	2.421E+05	9.410E+01		7.829E+05
12.5		3.469E+04	1.984E+06	1.750E+06	7.560E+04	8.295E+05	1.960E+05	1.851E+04	4.055E+03	3.460E+02	3.378E+06	1.518E+02		4.418E+06
13.0		1.708E+05	1.032E+07	4.031E+06	1.751E+05	1.896E+06	3.972E+05	1.302E+04	1.556E+04	3.197E+03	3.116E+07	2.910E+02		3.627E+07
13.5		9.014E+05	5.603E+07	5.173E+06	2.248E+05	2.431E+06	5.812E+05	8.131E+02	8.087E+04	7.383E+03	7.195E+07	4.467E+02		8.921E+07
14.0	1.434E+05	2.790E+06	1.749E+08	1.041E+06	4.456E+04	5.000E+05	8.680E+05	1.038E+03	4.391E+05	9.478E+03	9.236E+07	6.874E+02		1.584E+08
14.5	4.738E+05	9.581E+06	6.036E+08	3.548E+05	1.494E+04	1.743E+05	5.022E+05	5.507E+02	1.370E+06	1.893E+03	1.846E+07	3.801E+02		1.997E+08
15.0	1.154E+06	7.391E+06	4.646E+08	1.250E+05	5.139E+03	6.341E+04	1.715E+06	6.727E+00	4.730E+06	6.396E+02	6.244E+06	1.268E+03		6.269E+08
15.5	1.501E+06	1.948E+06	1.211E+08	4.118E+04	1.613E+03	2.214E+04	1.743E+05	4.925E+05	1.984E+01	3.641E+06	2.227E+02	2.177E+06		4.797E+08
16.0	6.557E+06	3.910E+05	2.366E+07	2.160E+04	7.650E+02	1.289E+04	4.925E+05	3.823E+06		9.489E+05	7.164E+01	7.022E+05		1.301E+08
16.5	1.331E+07	5.872E+05	3.578E+07	8.212E+03	2.324E+02	5.827E+03	1.112E+07	2.356E+01	1.855E+05	3.582E+01	3.530E+05	8.627E+03		4.231E+07
17.0	5.790E+06	2.598E+05	1.556E+07	5.332E+00	1.709E-01	3.467E+00	2.537E+01	2.537E+01	2.805E+05	1.235E+01	1.232E+05	1.343E+04		6.739E+07
17.5	6.022E+05	4.786E+04	2.597E+06	1.091E+03	1.408E+01	1.039E+03	2.823E+06	9.726E+00	1.220E+05	8.455E-03	8.379E+01	2.016E+03		2.455E+07
18.0	8.146E+02	9.877E+02	1.978E+04				7.116E+05	1.040E+01	2.038E+04	1.279E+00	1.322E+04	3.879E+02		3.995E+06
18.5									1.576E+02					2.174E+04
19.0														9.979E+01
Total	2.954E+07	2.412E+07	1.511E+09	1.278E+07	5.523E+05	6.051E+06	4.067E+07	4.507E+05	1.184E+07	2.335E+04	2.276E+08	3.109E+04		1.865E+09
Reclutas	0.000E+00	1.632E+04	9.118E+05	2.309E+05	9.629E+03	1.149E+05	3.660E+05	4.352E+05	7.152E+03	4.143E+02	4.046E+06	2.628E+02		6.139E+06
CV	0.273	0.197	0.453	0.349	0.627	0.247	0.191	0.249	0.446	0.434	0.421	0.300		0.186
Error	44.9	32.4	74.6	57.4	103.1	40.7	31.4	41.0	73.4	71.4	69.4	49.4		30.5



Tabla 46
Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV región. Método Bootstrap.
Crucero Reclan III y IV 2007.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0	69.001			69.001	2,4842E+09						
6,5	117.015			117.015	4,3008E+09						
7,0	217.621			217.621	9,5796E+09						
7,5	304.946			304.946	1,5415E+10						
8,0	6.810.634			6.810.634	1,2475E+13						
8,5	63.509.512			63.509.512	1,0846E+15						
9,0	62.235.646			62.235.646	6,3364E+14						
9,5	86.748.564			86.748.564	9,5388E+14						
10,0	154.963.675			154.963.675	1,7463E+15						
10,5	263.361.051			263.361.051	4,8210E+15						
11,0	269.503.810			269.503.810	5,0931E+15						
11,5	313.079.818			286.989.834	4,4641E+15	26.089.985	6,8069E+14				
12,0	467.160.105			350.370.079	1,4729E+16	116.790.026	4,6374E+15				
12,5	990.363.905			770.283.037	9,6295E+16	220.080.868	2,4767E+16				
13,0	1.371.662.267			857.288.917	1,4900E+17	514.373.350	8,8796E+16				
13,5	1.689.083.301			844.541.650	1,4829E+17	844.541.650	1,4829E+17				
14,0	1.427.339.810			259.516.329	3,4953E+16	1.167.823.481	1,9757E+17				
14,5	1.914.724.172			441.859.424	7,7861E+16	1.472.864.748	4,0865E+17				
15,0	1.459.470.705					1.459.470.705	3,7850E+17				
15,5	838.924.621					599.231.872	6,3631E+16	239.692.749	2,7908E+16		
16,0	642.576.550					257.030.620	1,3808E+16	385.545.930	1,8005E+16		
16,5	728.690.381					364.345.190	1,6502E+16	364.345.190	1,6502E+16		
17,0	363.278.507					136.229.440	5,3925E+15	227.049.067	7,6647E+15		
17,5	130.307.424					65.153.712	4,2450E+15	65.153.712	4,2450E+15		
18,0	5.964.069							5.964.069	1,1408E+13		
18,5	260.850							260.850	6,8043E+10		
TOTAL	13.250.727.958			4.718.690.744		7.244.025.647		1.288.011.567			
PORCENTAJE	100			35,61		54,67		9,72			
LONG. PROM.(cm)	14,0			12,5		14,5		16,3			
PESO PROM. (g)	19,3			13,4		21,1		30,4			
VARIANZA	1,97E+18			5,40E+17		1,36E+18		7,43E+16			
CV	0,1059			0,1557		0,1607		0,2117			

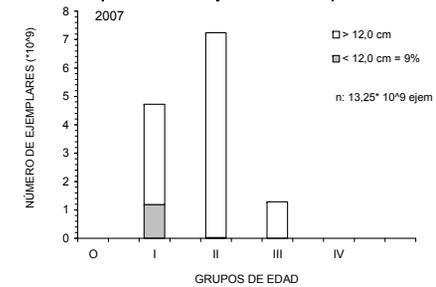




Tabla 47
Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Región. Método HANSEN. CRUCERO RECLAN III y IV, 2007.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0	65.534			65.534	3,0140E+09						
6,5	111.136			111.136	7,0683E+09						
7,0	206.688			206.688	2,1469E+10						
7,5	289.625			289.625	4,0245E+10						
8,0	7.034.058			7.034.058	2,4065E+13						
8,5	64.568.206			64.568.206	1,0074E+15						
9,0	63.102.106			63.102.106	1,3120E+15						
9,5	85.107.686			85.107.686	1,3668E+15						
10,0	151.800.639			151.800.639	4,8163E+15						
10,5	258.154.701			258.154.701	1,4563E+16						
11,0	271.695.707			271.695.707	1,1120E+16						
11,5	314.989.147			314.989.147	8,7199E+15	26.249.096	6,8902E+14				
12,0	482.862.835			482.862.835	2,5544E+16	120.715.709	5,7718E+15				
12,5	1.034.126.882			1.034.126.882	1,7434E+17	229.805.974	3,0306E+16				
13,0	1.435.489.165			1.435.489.165	2,4378E+17	538.308.437	1,2143E+17				
13,5	1.764.066.043			1.764.066.043	2,2874E+17	882.033.021	2,2874E+17				
14,0	1.485.593.785			1.485.593.785	4,2769E+16	1.215.485.824	3,9060E+17				
14,5	1.986.729.629			1.986.729.629	1,0946E+17	1.528.253.560	8,2444E+17				
15,0	1.517.760.088			1.517.760.088		1.517.760.088	8,2185E+17				
15,5	869.551.829			869.551.829		621.108.449	1,1157E+17	248.443.380	3,4303E+16		
16,0	667.310.080			667.310.080		266.924.032	1,9080E+16	400.386.048	2,9889E+16		
16,5	758.252.874			758.252.874		379.126.437	2,8944E+16	379.126.437	2,8944E+16		
17,0	381.180.709			381.180.709		142.942.766	7,8217E+15	238.237.943	1,4721E+16		
17,5	136.008.347			136.008.347		68.004.173	4,6246E+15	68.004.173	4,6246E+15		
18,0	6.258.042			6.258.042				6.258.042	1,5761E+13		
18,5	288.555			288.555				288.555	8,3264E+10		
TOTAL	13.742.604.096			4.865.141.950		7.536.717.567		1.340.744.578			
PORCENTAJE	100,00			35,40		54,84		9,76			
LONG. PROM.(cm)	14,0			12,5		14,5		16,3			
PESO PROM. (g)	19,4			13,5		21,1		30,4			
VARIANZA	3,58E+18			8,68E+17		2,60E+18		1,12E+17			
CV	0,1376			0,1915		0,2138		0,2502			

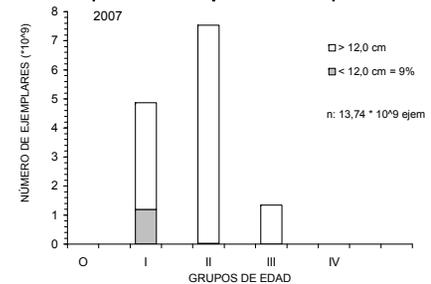




Tabla 48
Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona en la III y IV Región. Metodo KISH.
CRUCERO RECLAN III y IV, 2007.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD											
		O		I		II		III		IV			
		A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR	A ₀ (N°)	VAR		
3,0													
3,5													
4,0													
4,5													
5,0													
5,5													
6,0	65.534			65.534	7,9145E-02								
6,5	111.136			111.136	1,7367E-01								
7,0	206.688			206.688	4,1003E-01								
7,5	289.625			289.625	7,1748E-01								
8,0	7.034.058			7.034.058	2,1450E+01								
8,5	64.568.206			64.568.206	2,3933E+02								
9,0	63.102.106			63.102.106	2,8116E+02								
9,5	85.107.686			85.107.686	4,5131E+02								
10,0	151.800.639			151.800.639	9,4952E+02								
10,5	258.154.701			258.154.701	1,8894E+03								
11,0	271.695.707			271.695.707	2,3099E+03								
11,5	314.989.147			288.740.052	6,8902E+14	26.249.096	6,8902E+14						
12,0	482.862.835			362.147.126	3,9743E+15	120.715.709	3,9743E+15						
12,5	1.034.126.882			804.320.908	2,3105E+16	229.805.974	2,3105E+16						
13,0	1.435.489.165			897.180.728	6,8994E+16	538.308.437	6,8994E+16						
13,5	1.764.066.043			882.033.021	8,6442E+16	882.033.021	8,6442E+16						
14,0	1.485.593.785			270.107.961	3,2831E+16	1.215.485.824	3,2831E+16						
14,5	1.986.729.629			458.476.068	5,8389E+16	1.528.253.560	5,8389E+16						
15,0	1.517.760.088					1.517.760.088	3,5026E+04						
15,5	869.551.829					621.108.449	2,5718E+16	248.443.380	2,5718E+16				
16,0	667.310.080					266.924.032	1,1875E+16	400.386.048	1,1875E+16				
16,5	758.252.874					379.126.437	1,1057E+16	379.126.437	1,1057E+16				
17,0	381.180.709					142.942.766	4,8649E+15	238.237.943	4,8649E+15				
17,5	136.008.347					68.004.173	4,6246E+15	68.004.173	4,6246E+15				
18,0	6.258.042							6.258.042	2,5975E+02				
18,5	288.555							288.555	1,3082E+01				
TOTAL	13.742.604.096			4.865.141.950		7.536.717.567		1.340.744.578					
PORCENTAJE	100,00			35,40		54,84		9,76					
LONG. PROM.(cm)	14,0			12,5		14,5		16,3					
PESO PROM. (g)	19,4			13,5		21,1		30,4					
VARIANZA	6,65E+17			2,74E+17		3,33E+17		5,81E+16					
CV	0,0593			0,1077		0,0765		0,1798					

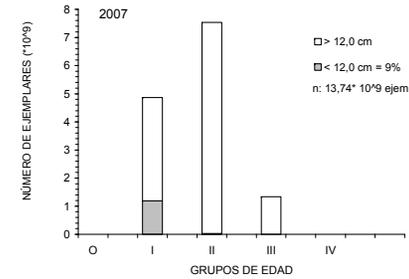




Tabla 49
Índice de ocupación de total, fracciones adulto y recluta de anchoveta.
Crucero RECALN 34.

Categoría (t/mn ²)	Total		Adultos		Recluta	
	Num pixeles	IOC	Num pixeles	IOC	Num pixeles	IOC
< 75	2213	5.1%	1878	4.3%	1247	2.9%
75 - 150	529	1.2%	448	1.0%	46	0.1%
150 - 300	328	0.8%	291	0.7%	13	0.0%
> 300	160	0.4%	126	0.3%	2	0.0%
Total	3230	7.5%	2743	6.4%	1308	3.0%

número pixeles prospectados	43187
-----------------------------	-------

Tabla 50
Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de adultos y reclutas de anchoveta y las variables bio-oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t, oxígeno disuelto, abundancia de flagelados, diatomeas, fitoplancton y biomasa de zooplancton en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada promedio. Crucero RECLAN 34 0703.

Estrato	Variable	Total		Estrato preferencial	
		Sa adultos	Sa reclutas	Sa adultos	Sa reclutas
Superficial	Temperatura	0,274	0,134	0,193	0,072
	Salinidad	0,325	0,082	0,094	0,091
	Sigma-t	0,232	0,07	0,270	0,067
	Oxígeno disuelto	0,162	0,043	0,290	0,017
Mayor frecuencia de cardúmenes	Temperatura	0,188	0,072	0,119	0,114
	Salinidad	0,288	0,091	0,290	0,044
	Sigma-t	0,09	0,668	0,098	0,052
	Oxígeno disuelto	0,271	0,017	0,229	0,077
Hasta 50 m	Clorofila "a" int.	0,182	0,106	0,129	0,107
	Flagelados	0,216	0,076	0,182	0,050
	Diatomeas	0,205	0,132	0,154	0,113
	Fitoplancton	0,200	0,114	0,157	0,119
	Zooplancton	0,165	0,119	0,141	0,062



Tabla 51

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM seleccionadas a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación.

Co-variable	Unidad	G.I. Residuales	Δ_{GI}	Devianza Residual	$\Delta_{Devianza}$	F	Pr(>F)	AIC	Δ_{AIC}	Pseudo R^2
Null		175,00		350,19				624,55		
Longitud	grados	171,43	3,57	296,22	53,97	12,46	3,57E-08	602,22	22,33	0,154
P. media agregación	m	166,10	5,33	244,62	51,61	7,96	5,83E-07	579,19	23,03	0,301
Abun. diatomeas	Cél/ml	160,39	5,71	218,61	26,00	3,74	1,99E-03	570,83	8,36	0,375
Latitud	grados	156,71	3,68	197,74	20,97	4,68	1,85E-03	560,45	10,38	0,435
Densidad	Kg/m ³	152,77	3,93	185,69	11,95	2,49	4,59E-03	557,34	3,11	0,469

Tabla 52

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

Variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	244,4	3,6	25,3	32,1	1,27	300
Alto (m)	12,2	1,2	4,1	2,1	0,53	300
Elongación	107,8	1,0	7,1	11,1	1,57	300
Perímetro (m)	1.158,8	10,6	72,7	107,5	1,48	300
Area (m ²)	1.198,6	5,0	104,5	153,1	1,46	300
Dim. Fractal	1,82	1,01	1,26	0,14	0,11	300
Prof. Card (m)	29,5	4,0	8,6	3,0	0,35	300
Prof. Fondo (m)	550,0	11,7	142,3	100,2	0,70	300
Índice altura (%)	98,9	17,0	90,6	11,3	0,12	300
Sa (m ² /mn ²)	112.236,4	10,0	1.872,9	7.633,7	4,08	300
Densidad (Sa/m ²)	193,7	0,1	13,7	20,7	1,52	300

Tabla 53

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.

Variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	2.496,3	7,6	260,9	484,1	1,86	101
Alto (m)	9,4	1,2	2,9	1,5	0,52	101
Elongación	650,5	4,1	76,2	111,4	1,46	101
Perímetro (m)	8.408,7	19,6	826,1	1.600,2	1,94	101
Area (m ²)	19.823,4	9,3	1.025,4	2.625,6	2,56	101
Dim. Fractal	1,84	1,23	1,58	0,13	0,08	101
Prof. Card (m)	12,8	5,4	7,6	1,7	0,22	101
Prof. Fondo (m)	428,2	42,5	133,7	66,7	0,50	101
Índice altura (%)	97,1	77,4	93,5	2,7	0,03	101
Sa (m ² /mn ²)	78.149,5	16,0	2.337,1	9.302,1	3,98	101
Densidad (Sa/m ²)	12,1	0,3	1,9	1,9	0,99	101



Tabla 54

Valores promedio, m3ximo, m3nimos y desviaci3n estandar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para d3a y noche por zona de estudio.

DIA						
Zona 1	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	52,5	4,4	16,7	11,5	0,69	57
Alto (m)	9,3	1,5	3,4	1,8	0,54	57
Elongaci3n	16,5	1,2	5,3	3,2	0,61	57
Per3metro (m)	155,0	12,8	45,3	30,8	0,68	57
Area (m ²)	284,0	6,8	58,5	67,8	1,16	57
Dim. Fractal	1,56	1,08	1,28	0,13	0,10	57
Prof. Card (m)	11,7	4,4	7,1	1,5	0,21	57
Prof. Fondo (m)	343,4	80,7	125,8	54,1	0,43	57
Indice altura (%)	97,3	89,1	93,8	1,9	0,02	57
Sa (m ² /mn ²)	29.405,1	21,3	1.065,2	3.905,5	3,67	57
Densidad (Sa/m ²)	103,5	1,0	14,8	17,7	1,19	57

Zona 2	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	187,6	4,6	32,0	35,9	1,12	87
Alto (m)	12,2	1,2	4,7	2,5	0,54	87
Elongaci3n	41,9	1,0	7,5	7,9	1,06	87
Per3metro (m)	446,5	11,7	86,3	88,5	1,03	87
Area (m ²)	1.198,6	5,0	160,5	225,3	1,40	87
Dim. Fractal	1,82	1,01	1,26	0,15	0,12	87
Prof. Card (m)	17,9	4,4	9,1	3,0	0,32	87
Prof. Fondo (m)	434,2	11,7	145,1	104,9	0,72	87
Indice altura (%)	98,3	35,1	88,8	13,1	0,15	87
Sa (m ² /mn ²)	112.236,4	19,4	4.160,8	13.229,9	3,18	87
Densidad (Sa/m ²)	112,4	0,7	16,5	22,8	1,38	87

Zona 3	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	66,4	6,6	19,6	13,1	0,67	39
Alto (m)	11,1	1,8	4,4	2,1	0,48	39
Elongaci3n	13,2	1,4	4,7	3,0	0,63	39
Per3metro (m)	208,9	20,2	56,9	38,7	0,68	39
Area (m ²)	605,4	9,3	89,1	107,1	1,20	39
Dim. Fractal	1,47	1,09	1,23	0,09	0,07	39
Prof. Card (m)	29,5	4,0	8,5	4,7	0,55	39
Prof. Fondo (m)	199,2	53,4	93,2	26,9	0,29	39
Indice altura (%)	95,8	64,2	90,4	6,3	0,07	39
Sa (m ² /mn ²)	21.290,5	58,6	1.388,1	3.465,9	2,50	39
Densidad (Sa/m ²)	70,2	0,6	14,5	15,3	1,05	39

Zona 4	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	244,4	3,6	28,5	42,7	1,50	91
Alto (m)	12,0	1,6	3,9	2,0	0,51	91
Elongaci3n	107,8	1,4	9,3	18,0	1,94	91
Per3metro (m)	1.158,8	10,6	90,0	167,2	1,86	91
Area (m ²)	569,7	5,0	97,5	122,6	1,26	91
Dim. Fractal	1,82	1,09	1,27	0,15	0,12	91
Prof. Card (m)	23,0	6,1	9,6	2,6	0,27	91
Prof. Fondo (m)	550,0	14,1	164,8	132,5	0,80	91
Indice altura (%)	98,9	17,0	89,3	14,9	0,17	91
Sa (m ² /mn ²)	15.767,1	10,0	807,6	2.071,0	2,56	91
Densidad (Sa/m ²)	193,7	0,1	11,9	24,4	2,06	91

Zona 5	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	67,3	4,4	19,2	17,2	0,90	26
Alto (m)	6,1	1,6	3,5	1,2	0,33	26
Elongaci3n	18,4	1,6	5,4	3,9	0,73	26
Per3metro (m)	161,0	13,2	50,3	41,3	0,82	26
Area (m ²)	279,1	9,0	65,9	77,9	1,18	26
Dim. Fractal	1,49	1,07	1,24	0,11	0,09	26
Prof. Card (m)	12,6	4,5	7,2	1,8	0,24	26
Prof. Fondo (m)	339,1	56,7	163,8	67,6	0,41	26
Indice altura (%)	97,7	79,6	94,6	3,6	0,04	26
Sa (m ² /mn ²)	3.249,5	11,2	444,0	801,2	1,80	26
Densidad (Sa/m ²)	30,8	0,4	6,8	8,2	1,19	26



NOCHE

Zona 2	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	2.496,3	7,6	232,7	433,4	1,86	83
Alto (m)	9,4	1,4	3,0	1,6	0,52	83
Elongaci3n	472,8	4,1	64,1	84,9	1,32	83
Perímetro (m)	8.408,7	19,6	736,1	1.425,2	1,94	83
Area (m ²)	19.823,4	9,3	998,1	2.703,1	2,71	83
Dim. Fractal	1,77	1,23	1,56	0,14	0,09	83
Prof. Card (m)	12,8	5,4	7,5	1,5	0,20	83
Prof. Fondo (m)	184,0	42,5	120,8	32,8	0,27	83
Indice altura (%)	96,4	77,4	93,2	2,9	0,03	83
Sa (m ² /mn ²)	78.149,5	16,0	2.670,1	10.221,2	3,83	83
Densidad (Sa/m ²)	7,4	0,3	2,0	1,6	0,82	83

Zona 3	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	773,7	11,7	117,0	203,0	1,74	13
Alto (m)	2,8	1,2	1,8	0,4	0,22	13
Elongaci3n	276,4	6,4	53,7	70,8	1,32	13
Perímetro (m)	2.318,2	28,9	335,3	609,1	1,82	13
Area (m ²)	1.941,4	15,1	240,3	521,1	2,17	13
Dim. Fractal	1,84	1,46	1,64	0,09	0,06	13
Prof. Card (m)	7,2	6,2	6,6	0,3	0,04	13
Prof. Fondo (m)	124,5	113,7	117,0	4,3	0,04	13
Indice altura (%)	95,0	93,8	94,3	0,3	0,00	13
Sa (m ² /mn ²)	4.948,1	21,2	541,6	1.374,3	2,54	13
Densidad (Sa/m ²)	12,1	0,3	2,0	3,2	1,61	13

Zona 4	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	2.298,8	138,4	1.103,5	956,5	0,87	5
Alto (m)	4,0	1,6	2,8	1,0	0,35	5
Elongaci3n	650,5	87,1	334,4	243,7	0,73	5
Perímetro (m)	8.103,7	502,8	3.595,8	3.275,0	0,91	5
Area (m ²)	7.599,2	195,0	3.519,0	3.456,2	0,98	5
Dim. Fractal	1,83	1,65	1,71	0,07	0,04	5
Prof. Card (m)	12,7	10,3	11,9	0,9	0,08	5
Prof. Fondo (m)	428,2	359,5	392,5	32,2	0,08	5
Indice altura (%)	97,1	96,7	97,0	0,2	0,00	5
Sa (m ² /mn ²)	3.186,3	75,8	1.476,7	1.464,1	0,99	5
Densidad (Sa/m ²)	0,4	0,4	0,4	0,0	0,04	5



Tabla 55

Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens
Largo	1										
Alto	0,190	1									
Elongaci3n	0,876	-0,142	1								
Perímetro	0,956	0,169	0,914	1							
Area	0,810	0,586	0,456	0,709	1						
Dim. Fractal	0,416	-0,537	0,624	0,427	0,064	1					
Prof. Card	0,063	0,536	-0,051	0,109	0,237	-0,193	1				
Prof. Fondo	-0,123	0,049	-0,076	-0,093	-0,108	-0,056	0,215	1			
Indice altura	-0,234	-0,215	-0,060	-0,176	-0,354	0,057	-0,285	0,420	1		
Sa	0,416	0,298	0,140	0,296	0,602	-0,027	0,056	-0,083	-0,375	1	
Densidad	0,034	0,176	-0,066	0,001	0,140	-0,180	0,103	0,025	-0,388	0,491	1

Tabla 56

Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.

	Com.1	Com.2	Com.3
Valor propio	3,39	1,98	1,79
% variabilidad	37,65	22,00	19,88
% acumulado	37,65	59,65	79,53

Tabla 57

Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,97	0,17	0,09
Alto	0,08	0,21	0,87
Elongaci3n	0,93	-0,06	-0,18
Perímetro	0,97	0,06	0,10
Area	0,71	0,37	0,46
Prof. Card	-0,01	0,02	0,84
Indice altura	-0,11	-0,65	-0,24
Sa	0,29	0,79	0,10
Densidad	-0,12	0,85	-0,02



Tabla 58

Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens
Largo	1										
Alto	0,482	1									
Elongaci3n	0,929	0,266	1								
Perímetro	0,995	0,481	0,922	1							
Area	0,916	0,614	0,710	0,914	1						
Dim. Fractal	0,141	-0,512	0,294	0,146	0,021	1					
Prof. Card	0,483	0,591	0,450	0,493	0,426	-0,261	1				
Prof. Fondo	0,401	-0,117	0,569	0,403	0,174	0,384	0,472	1			
Indice altura	-0,162	-0,620	0,097	-0,168	-0,413	0,550	-0,306	0,582	1		
Sa	0,600	0,610	0,319	0,606	0,847	-0,065	0,240	-0,115	-0,569	1	
Densidad	-0,031	0,211	-0,130	-0,031	0,079	-0,271	-0,040	-0,186	-0,147	0,280	1

Tabla 59

Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.

	Com.1	Com.2
Valor propio	4,44	1,87
% variabilidad	55,45	23,34
% acumulado	55,45	78,79

Tabla 60

Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

Variable	Com.1	Com.2
Largo	0,86	0,44
Alto	0,79	-0,44
Perímetro	0,87	0,44
Area	0,95	0,24
Dim. Fractal	-0,19	0,88
Prof. Card	0,62	-0,18
Indice altura	-0,56	0,65
Sa	0,82	0,00

**Tabla 61**

Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta ajustadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007

Crucero	Ecuaci3n	R²
RECLAN 9601	TS = 19,52 log (L) - 73,42 dB	R ² = 0,833
RECLAN 9611	TS = 20,21 log (L) - 73,95 dB	R ² = 0,790
RECLAN 9801	TS = 18,81 log (L) - 72,23 dB	R ² = 0,942
RECLAN 9811	TS = 18,80 log (L) - 72,64 dB	R ² = 0,925
RECLAN 0001	TS = 22,04 log (L) - 75,72 dB	R ² = 0,8588
RECLAN 0012	TS = 20,74 log (L) - 72,29 dB	R ² = 0,9079
RECLAN 0111	TS = 19,90 log (L) - 73,297 dB	R ² = 0,9612
RECLAN 0702	TS = 5,45 log (L) - 57,297 dB	R ² = 0,0978
RECLAN34 0703	TS= 25,21 Log (L) - 79,85dB	R ² = 0,9543
Global	TS = 20,607 log (L) - 74,14 dB	R ² = 0,9174

Tabla 62

Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta estandarizadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.

Crucero	Ecuaci3n
RECLAN 9601	TS = 20 log (L) - 73,42 dB
RECLAN 9611	TS = 20 log (L) - 73,739 dB
RECLAN 9801	TS = 20 log (L) - 73,55 dB
RECLAN 9811	TS = 20 log (L) - 73,91 dB
RECLAN 0001	TS = 20 log (L) - 73,36 dB
RECLAN 0001	TS = 20 log (L) - 73,44 dB
RECLAN 0111:	TS = 20 log (L) - 73,40 dB
RECLAN 0702	TS= 20 Log (L) -73,51 dB
RECLAN 0703	TS= 20 Log (L) -74,22 dB
Global	TS = 20 log (L) - 73,46 dB

FIGURAS

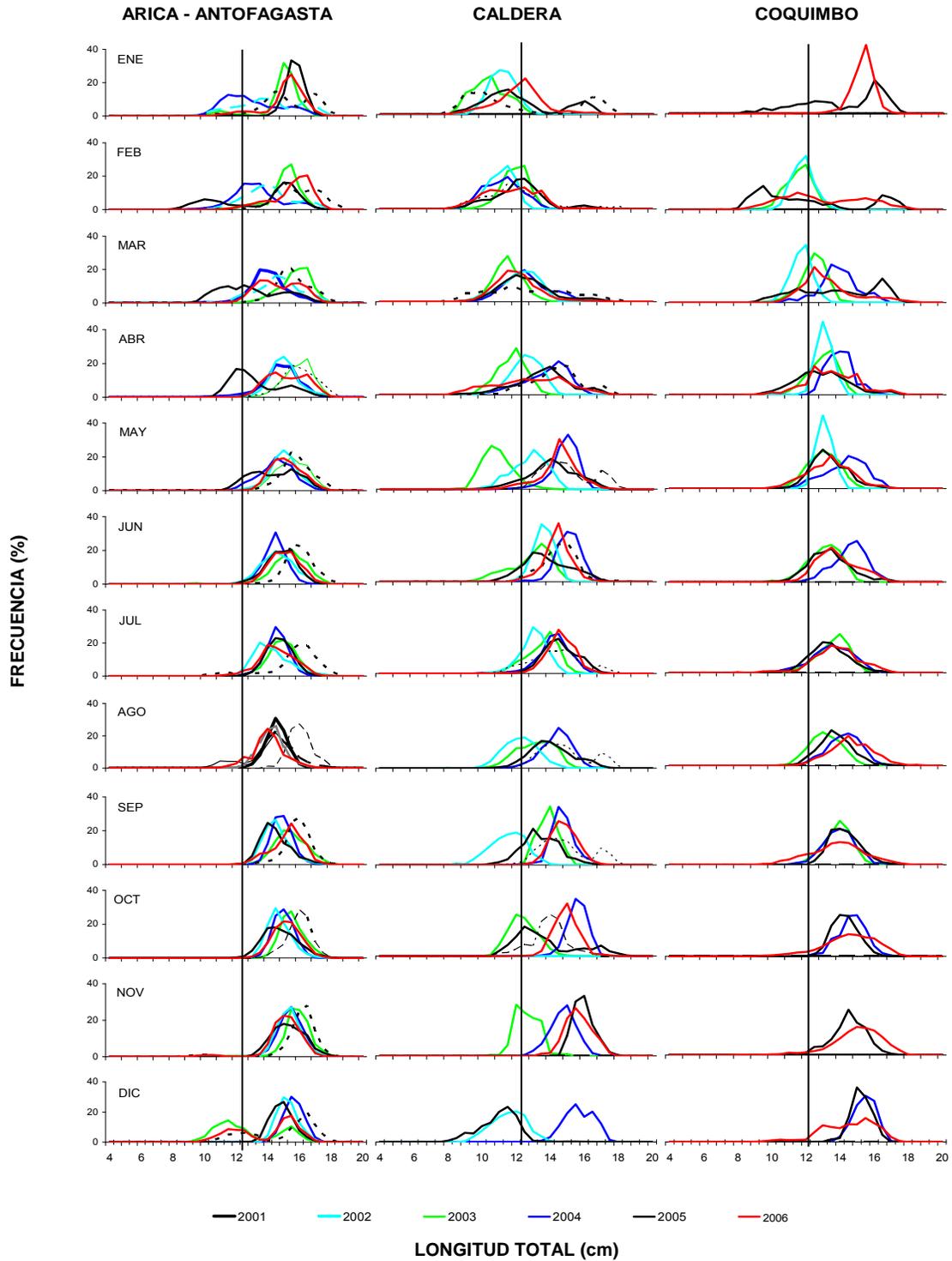


Figura 1. Distribuci3n de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2006.

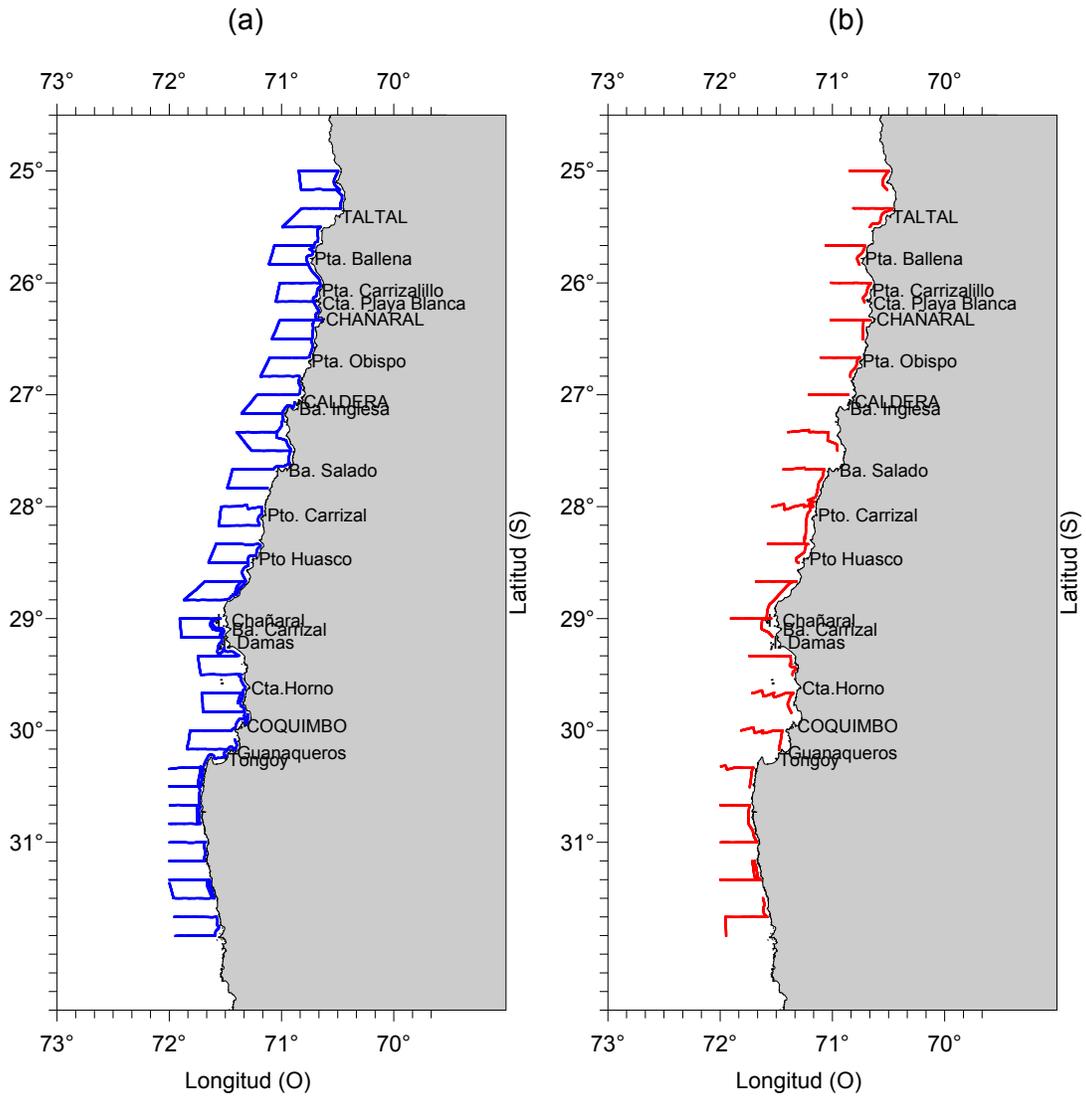


Figura 2. Localizaci3n de transectas de prospecci3n acústica diurnas (a) y nocturnas (b), realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN III Y IV Regiones.

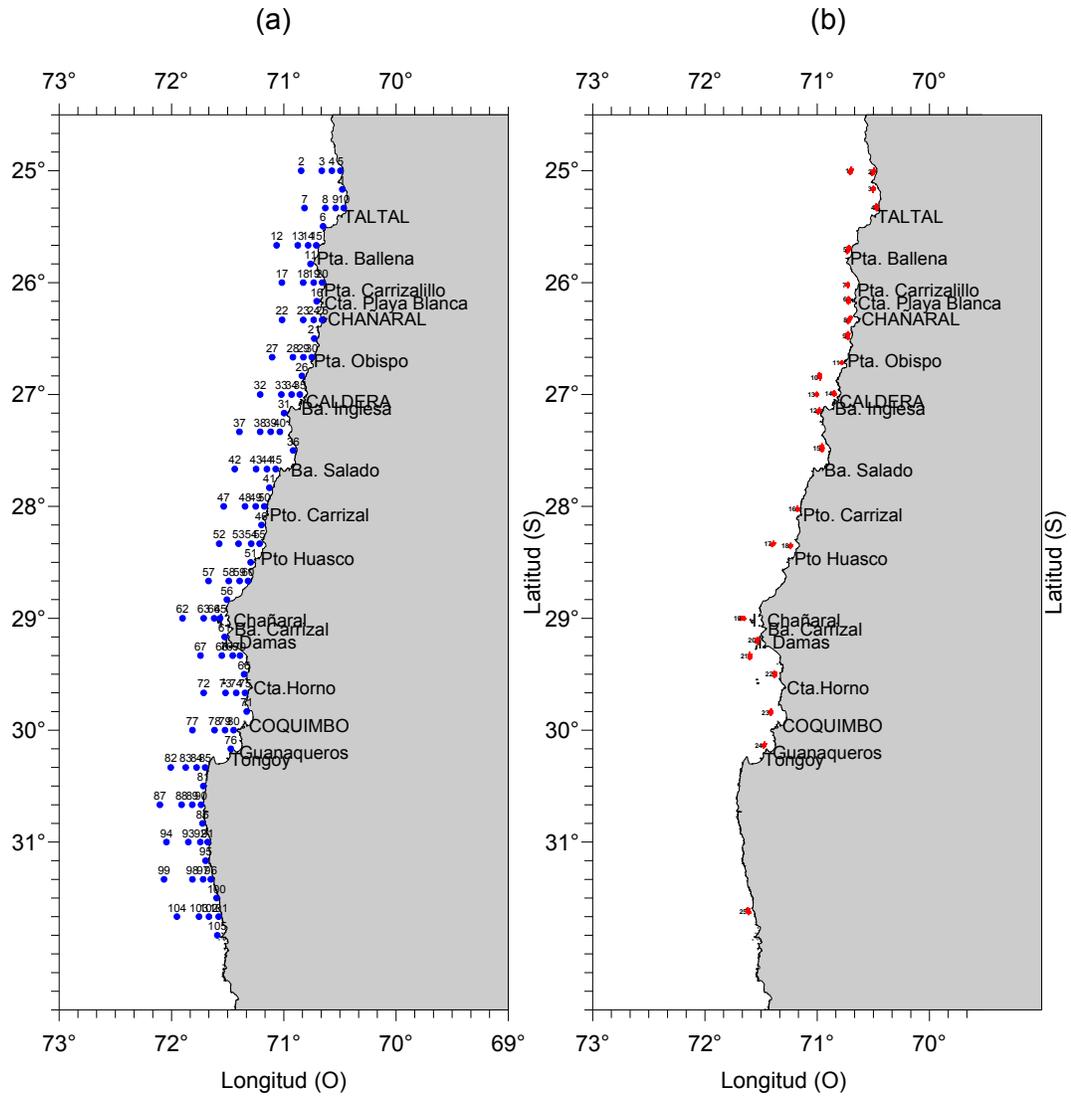


Figura 3. Localizaci3n de los lances de pesca de media agua realizados por B/C Abate Molina (25 lances) (a) y localizaci3n de estaciones bio-oceanogr3ficas (b). Crucero RECLAN III Y VI Regiones.

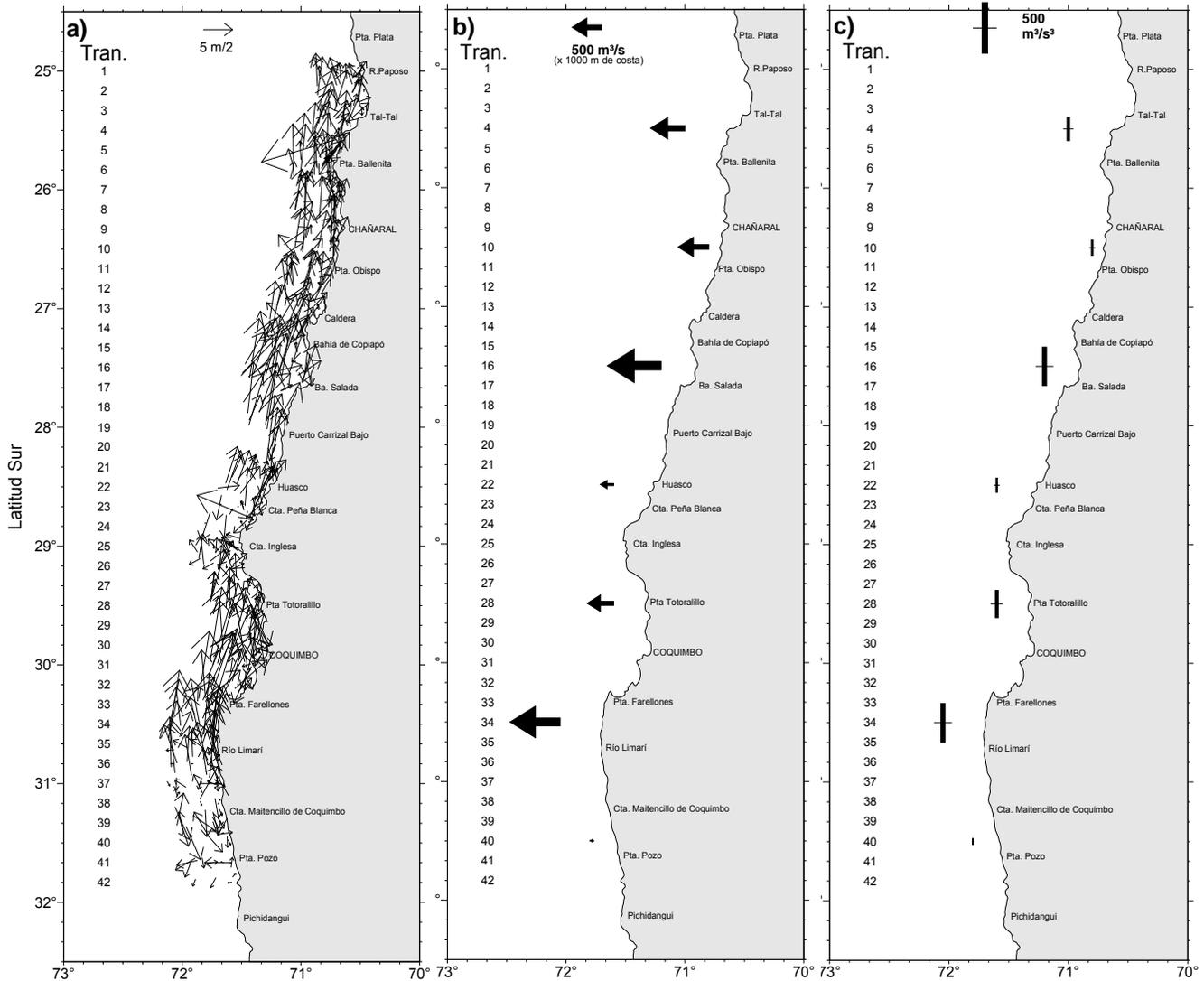


Figura 4. Cartas de a) Direcci3n e intensidad del viento (m/s) registrado cada una hora sobre el track de navegaci3n, b) promedios del índice de surgencia y c) promedios de turbulencia. Los promedios se obtuvieron de mediciones del viento horario dentro de 1° de latitud. Crucero febrero-marzo 2007.

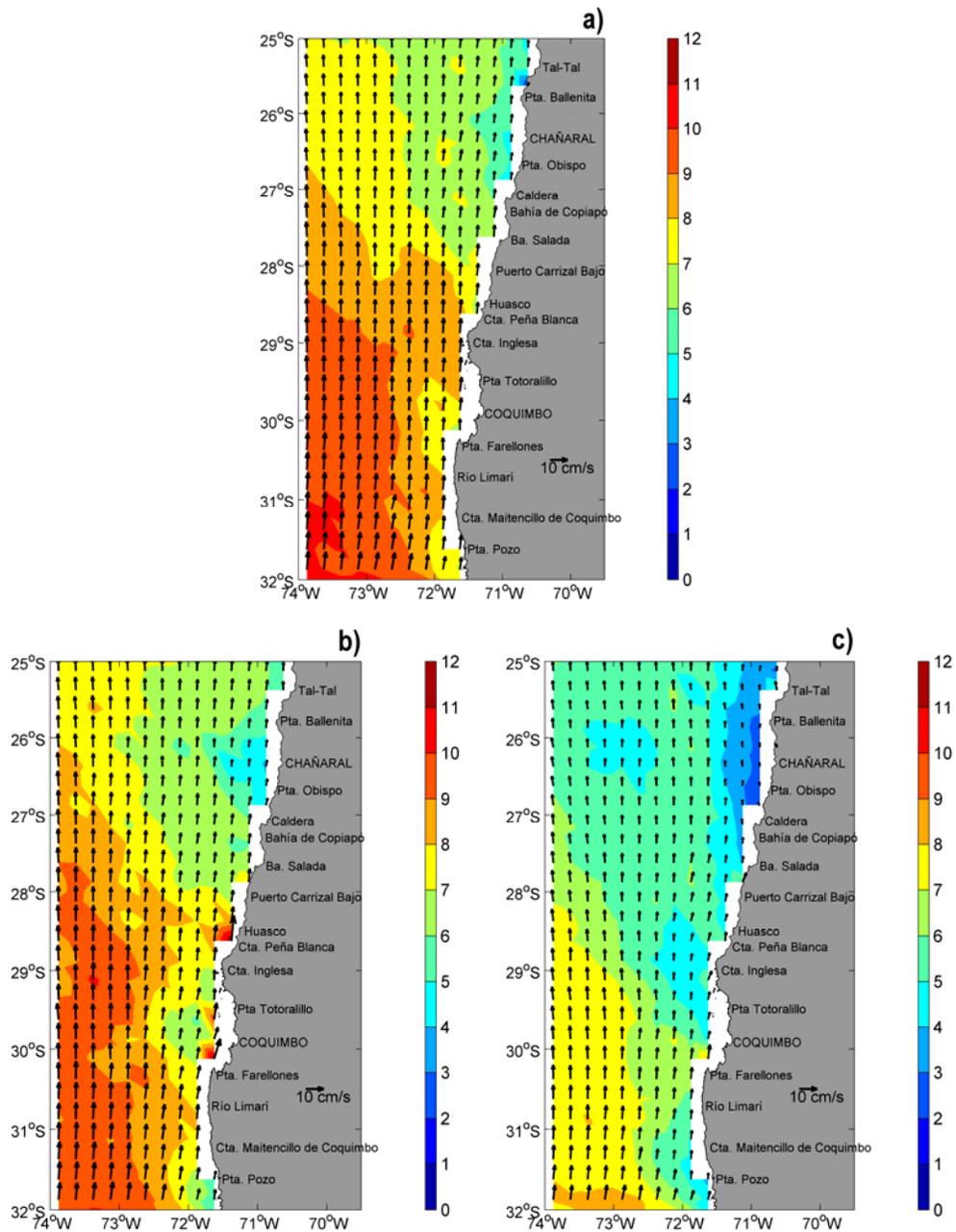


Figura 5. Distribuci3n espacial del viento medido con sat3lite QuickScat y entregada como promedios semanales: a) 22 al 28 de febrero, b) 1 al 7 de marzo y c) 8 al 14 de marzo de 2007.

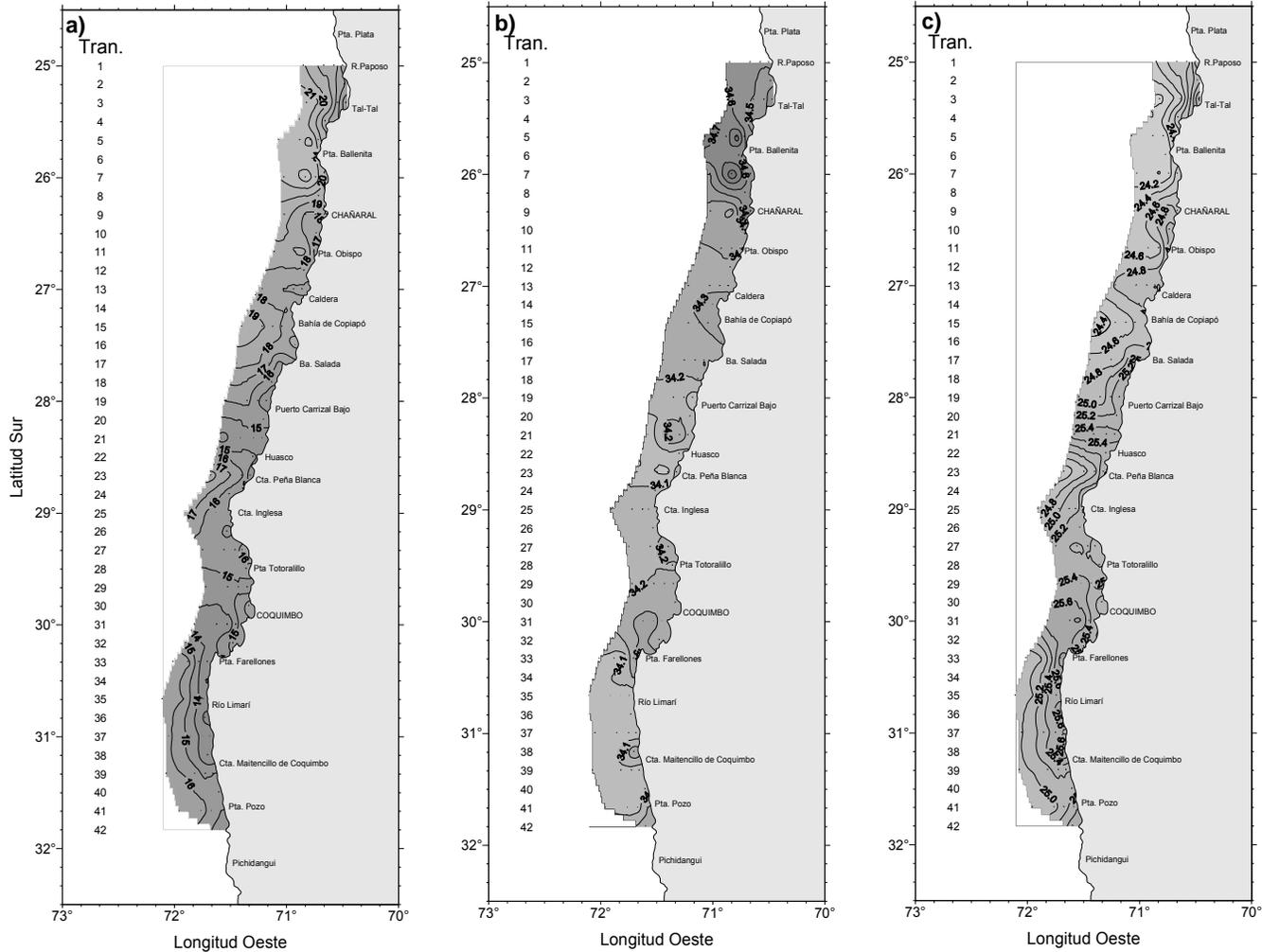


Figura 6. Distribuci3n superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu) y c) densidad del mar (sigma-t) (kg/m^3). Crucero febrero-marzo 2007.

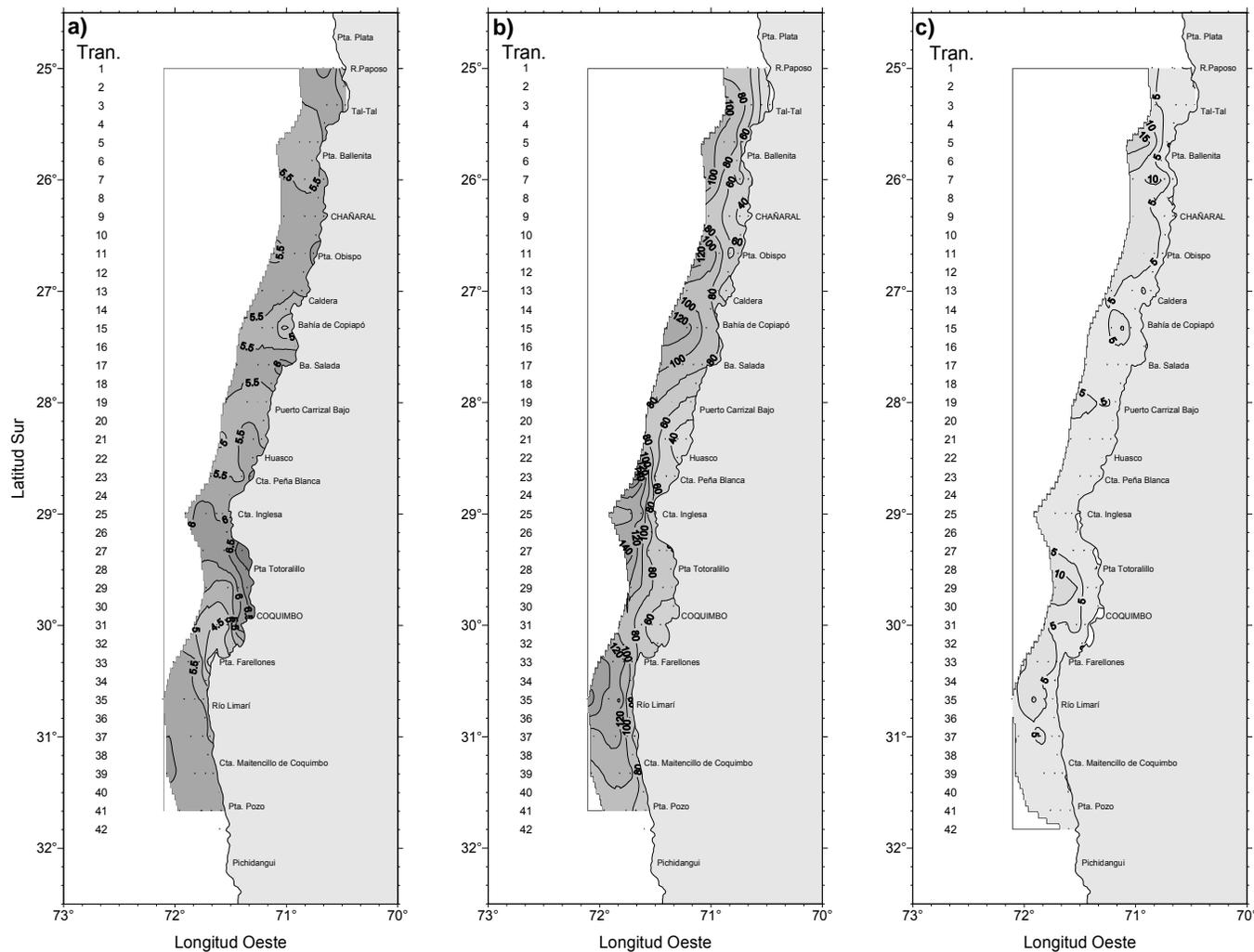


Figura 7. Cartas de a) distribuci3n superficial del contenido de oxígeno disuelto (mL/L), b) profundidad de la isolnea de oxígeno correspondiente a la concentraci3n de 1 mL/L (indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto) y c) espesor de la capa de mezcla (m). Crucero febrero-marzo 2007.

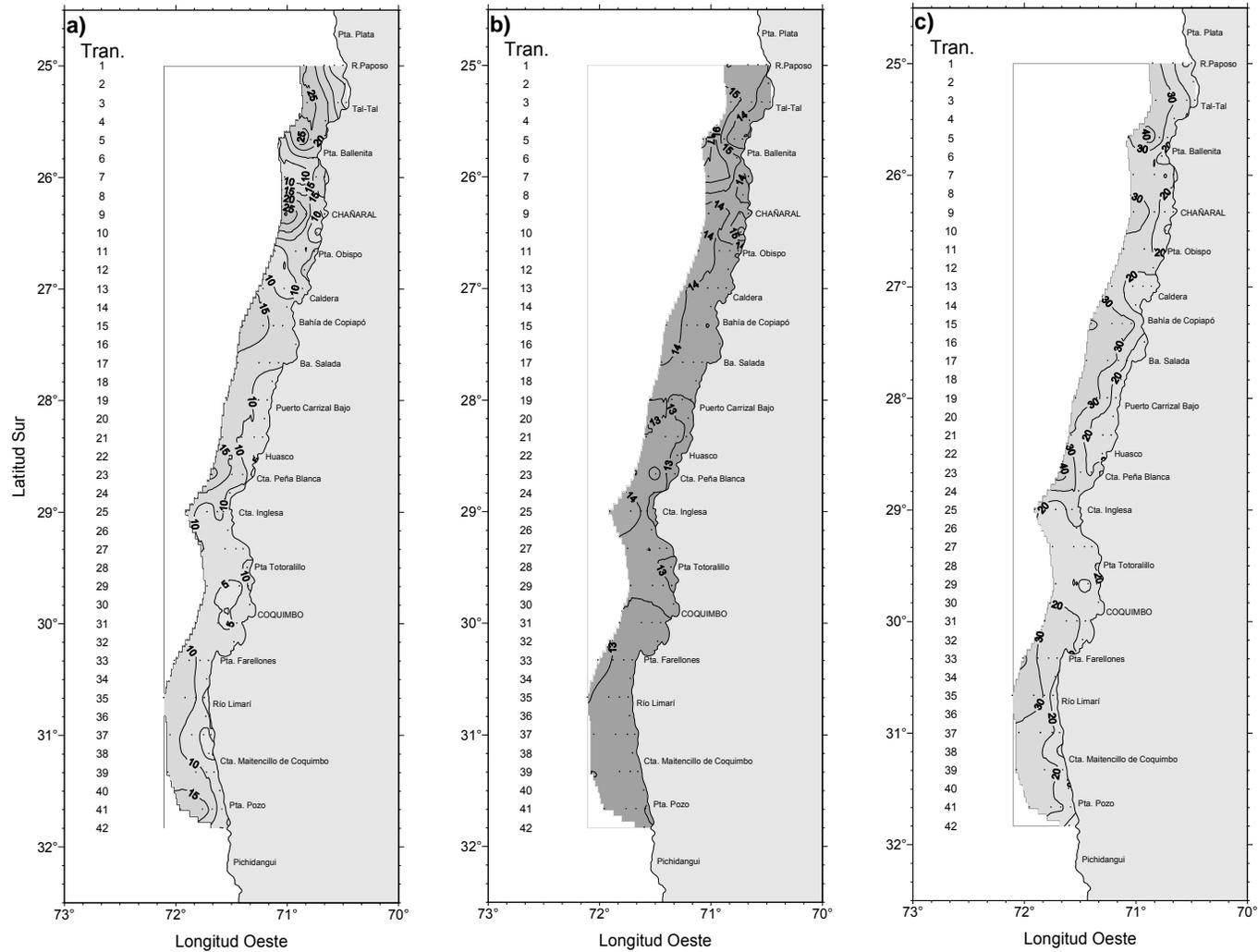


Figura 8. Cartas de a) espesor de la termoclina (m), b) temperatura base de la termoclina (°C) y c) profundidad base de la termoclina (m). Crucero febrero-marzo 2007.

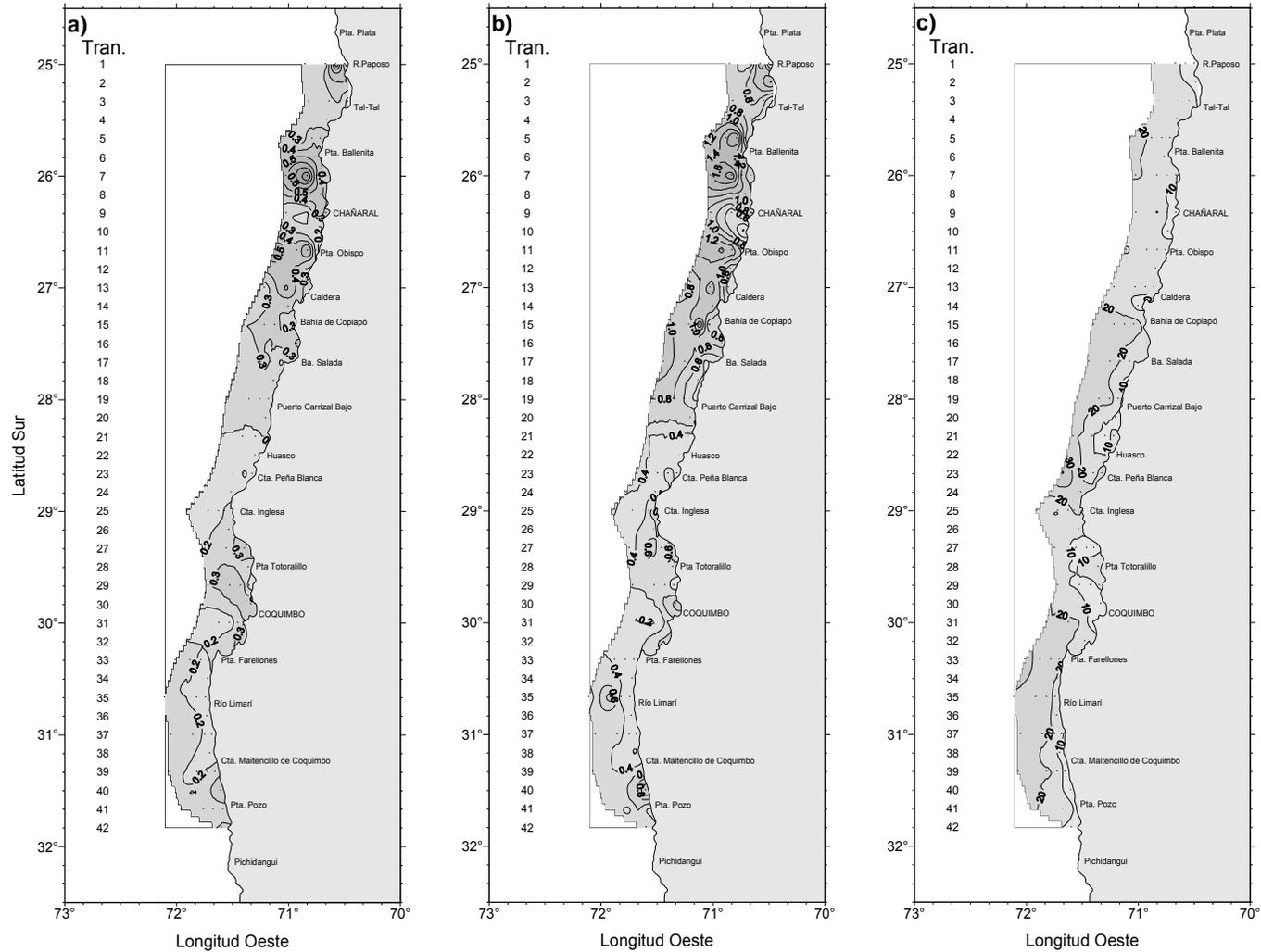


Figura 9. Cartas de a) gradiente de temperatura promedio de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), b) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) y c) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero febrero-marzo 2007.

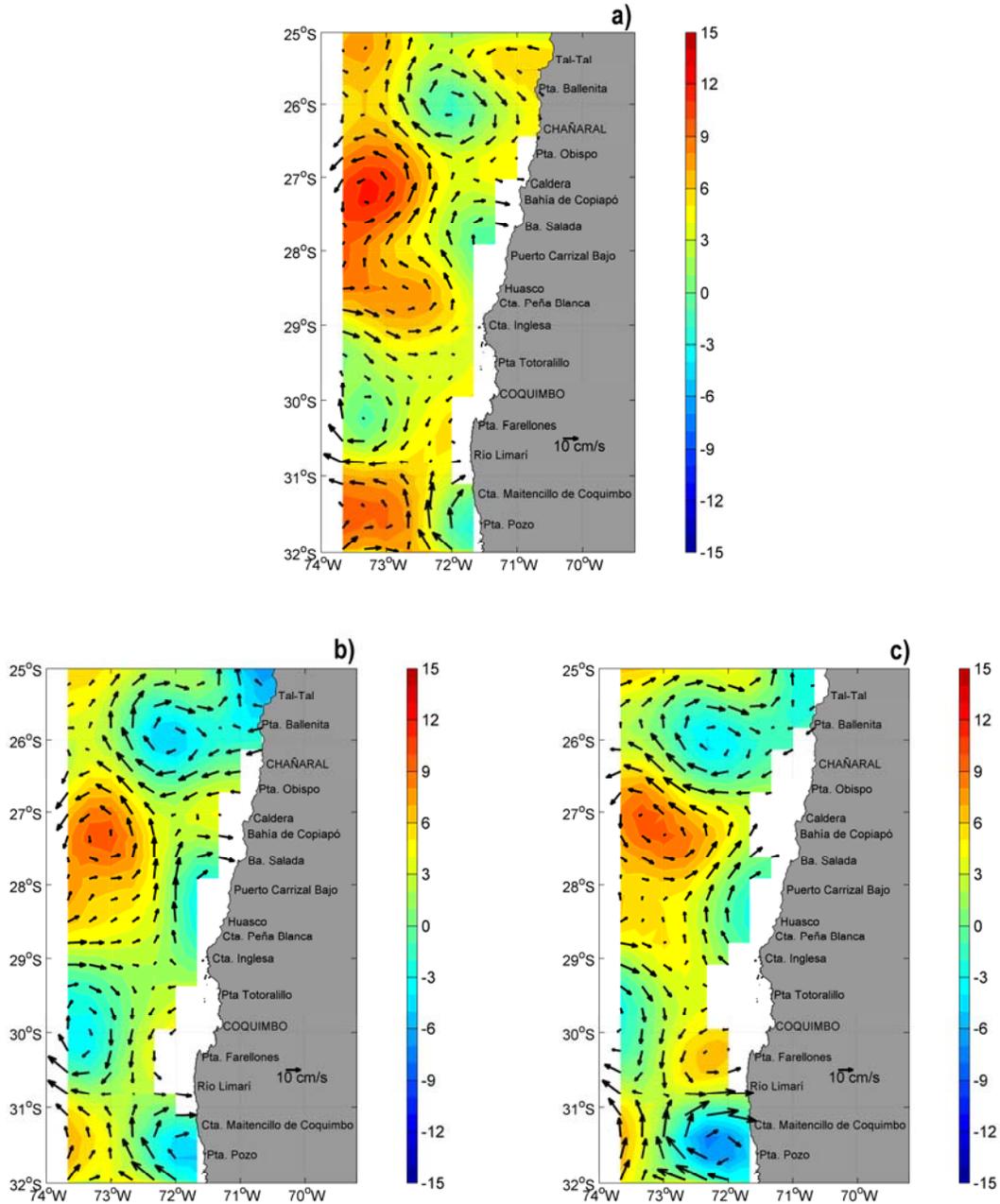


Figura 10. Mapas de anomalía de nivel del mar (cm) y vectores de circulación geostrófica superficial obtenido con satélite los días 25 de febrero, 4 y 11 de marzo de 2007. Las flechas indican la dirección e intensidad de la corriente geostrófica (cm/s) y los colores indican la anomalía de nivel del mar (cm).

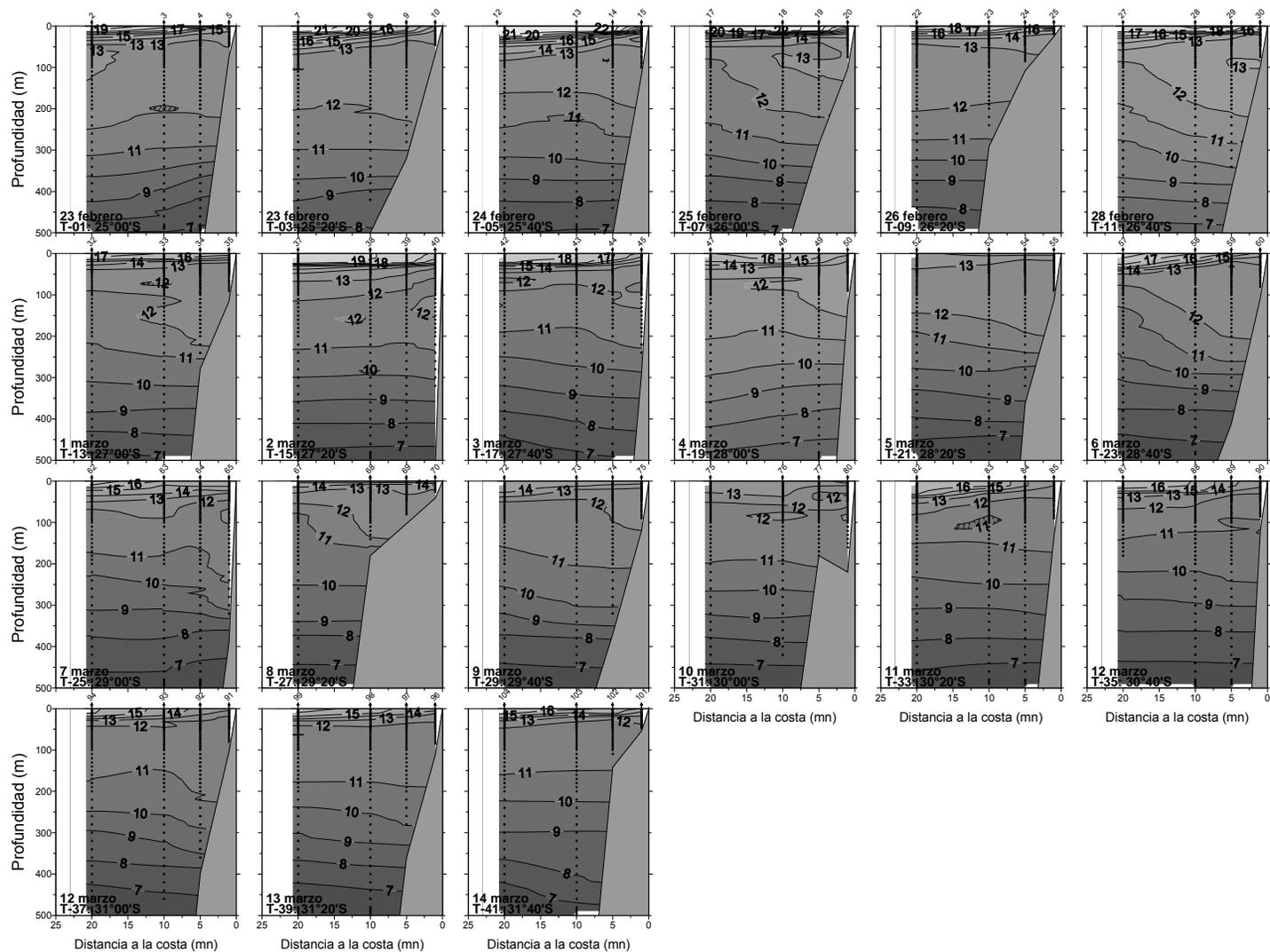


Figura 11. Distribuci3n vertical de temperatura ($^{\circ}$ C) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.

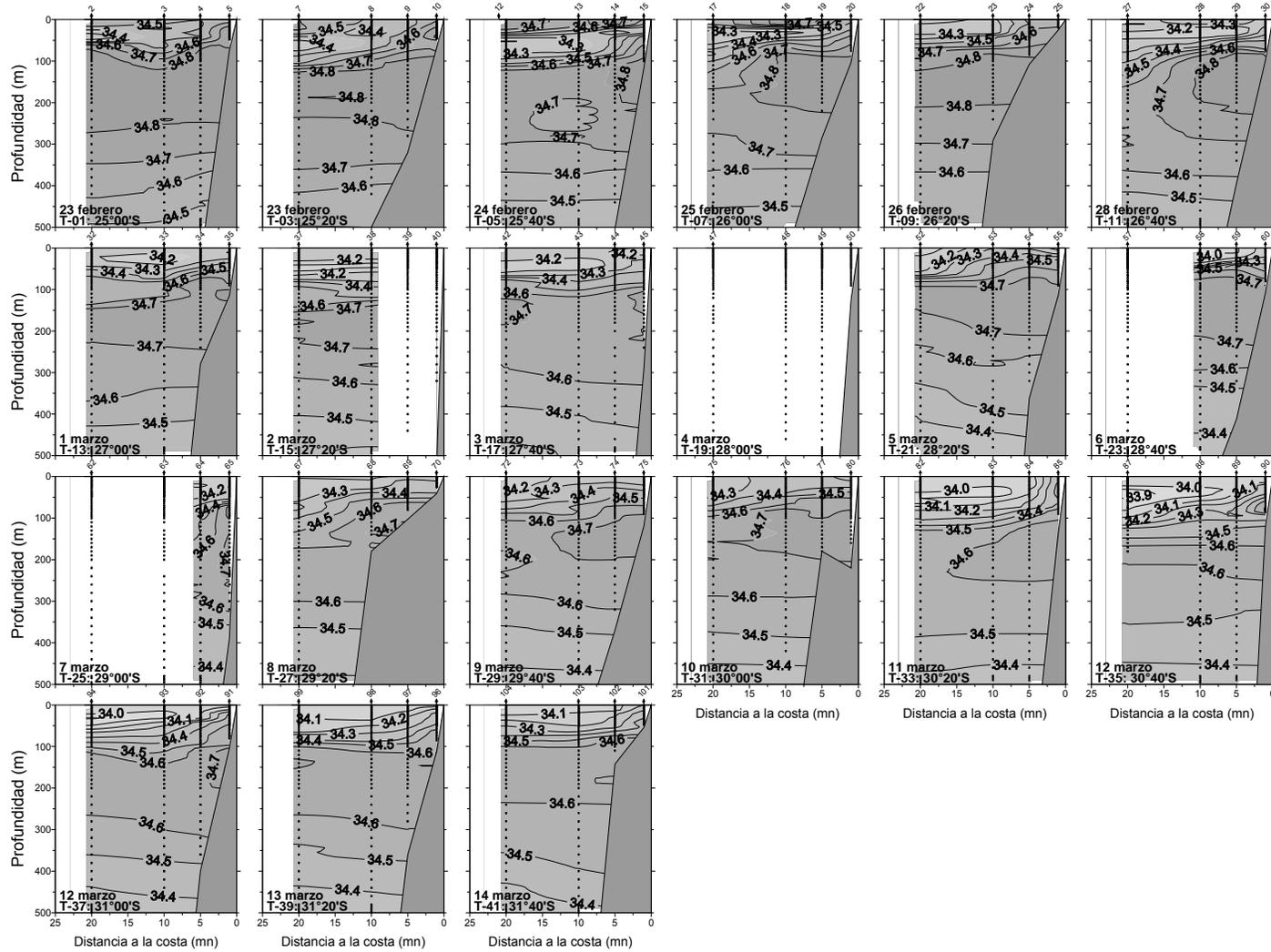


Figura 12. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.

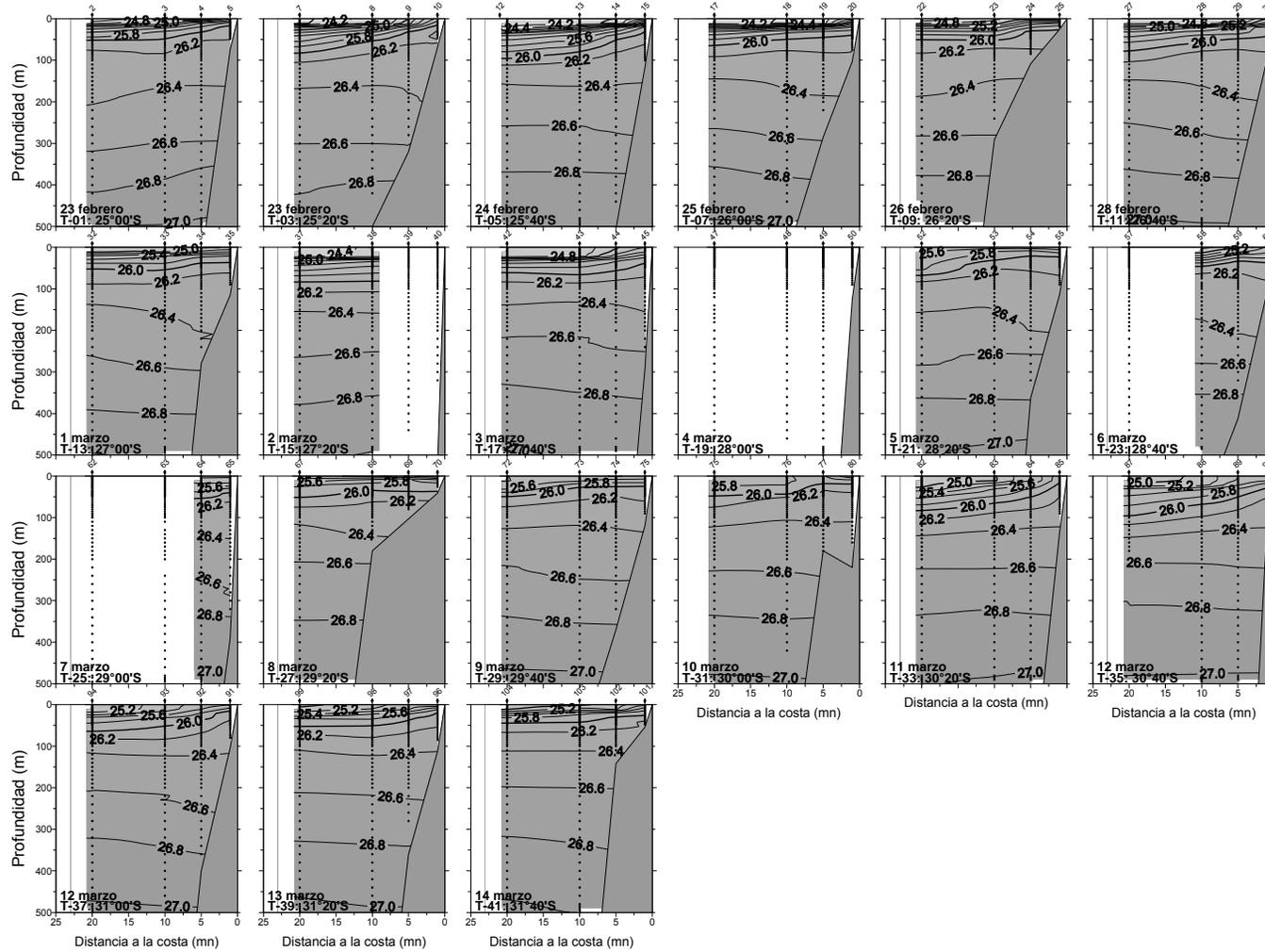


Figura 13. Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m³) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.

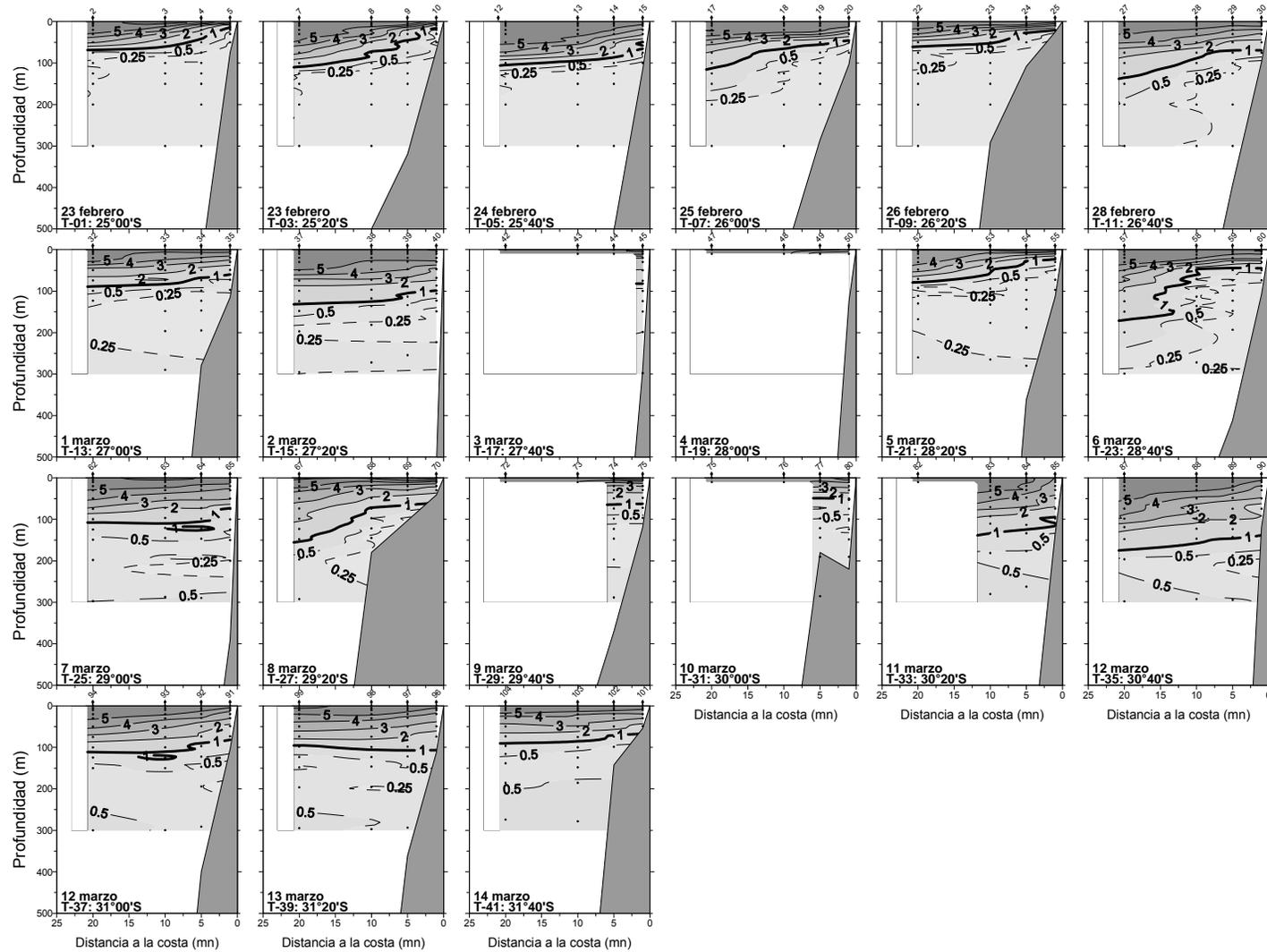


Figura 14. Distribuci3n vertical de ox3geno disuelto (mL/L) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.

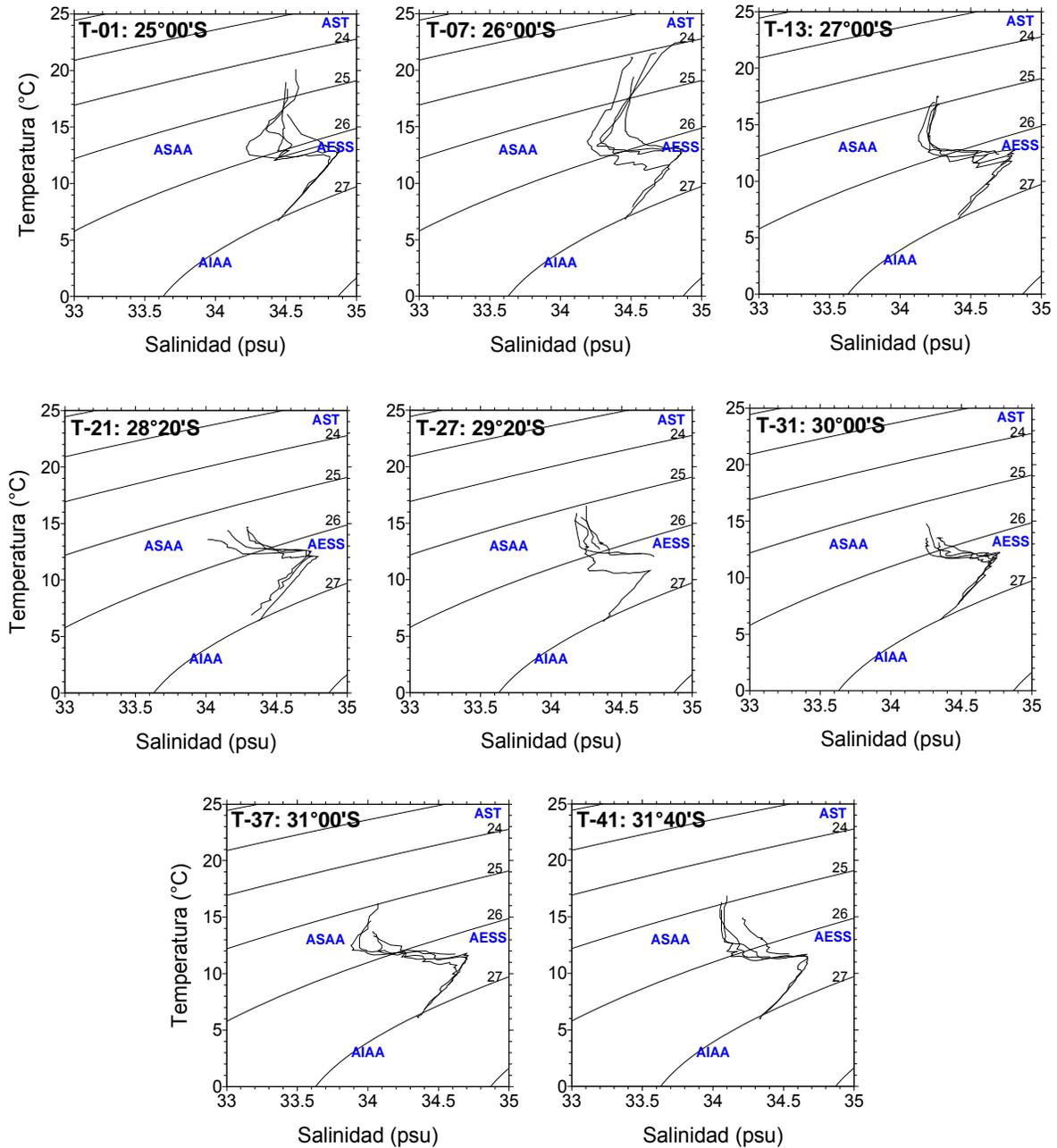


Figura 15. Diagramas T-S de las estaciones de transectas ubicadas cada un grado de latitud. Crucero febrero-marzo 2007.

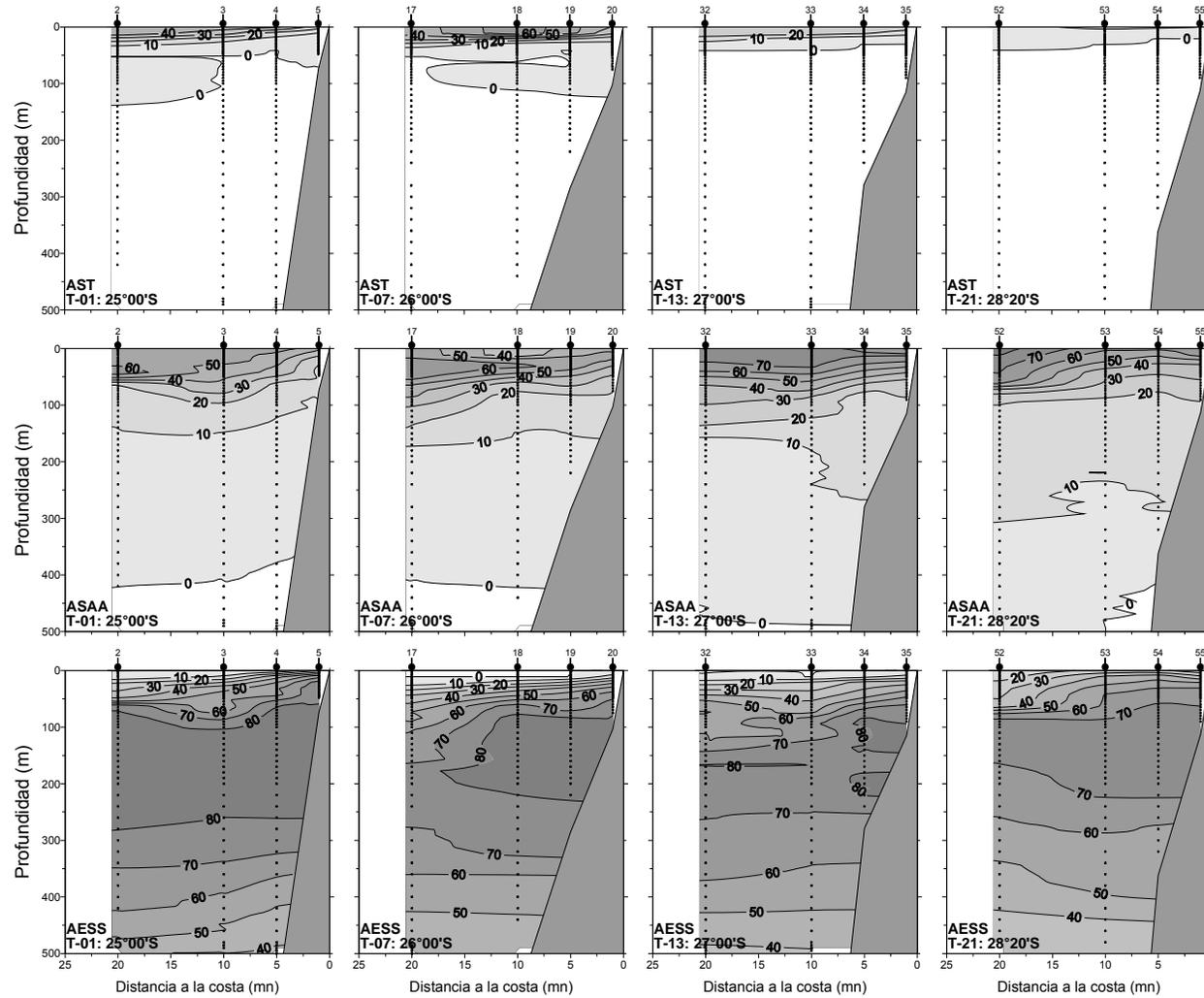


Figura 16. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Subtropical (AST), Subant3rtica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas 1, 7, 13 y 21. Crucero febrero-marzo 2007.

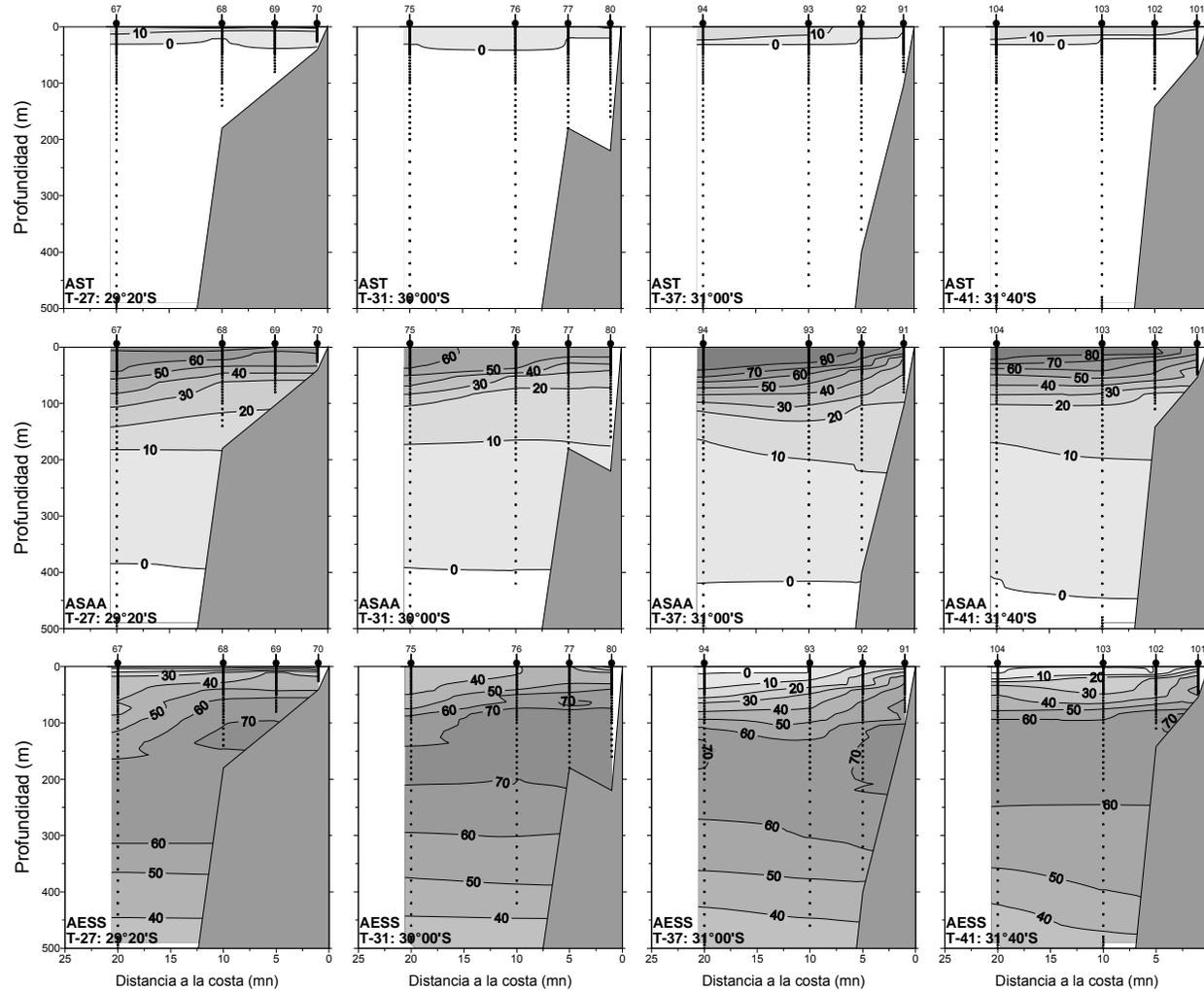


Figura 17. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Subtropical (AST), Subant3rtica (ASAA) y Ecuatorial Subsupsuperficial (AESS) en las transectas 27, 31, 37 y 41. Crucero febrero-marzo 2007.

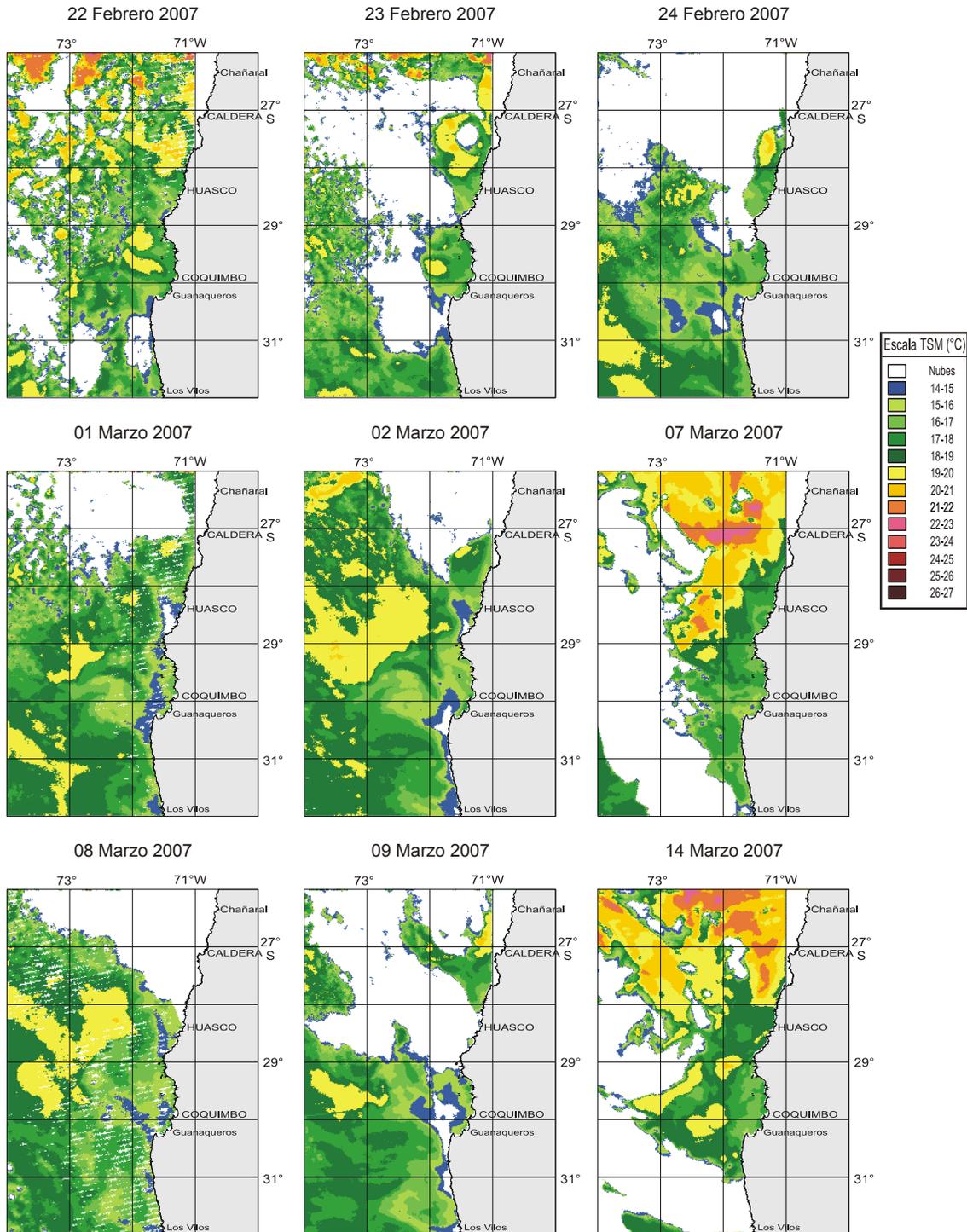


Figura 18. Imágenes satelitales diarias con información de TSM entre el 22 de febrero y 14 de marzo de 2007.

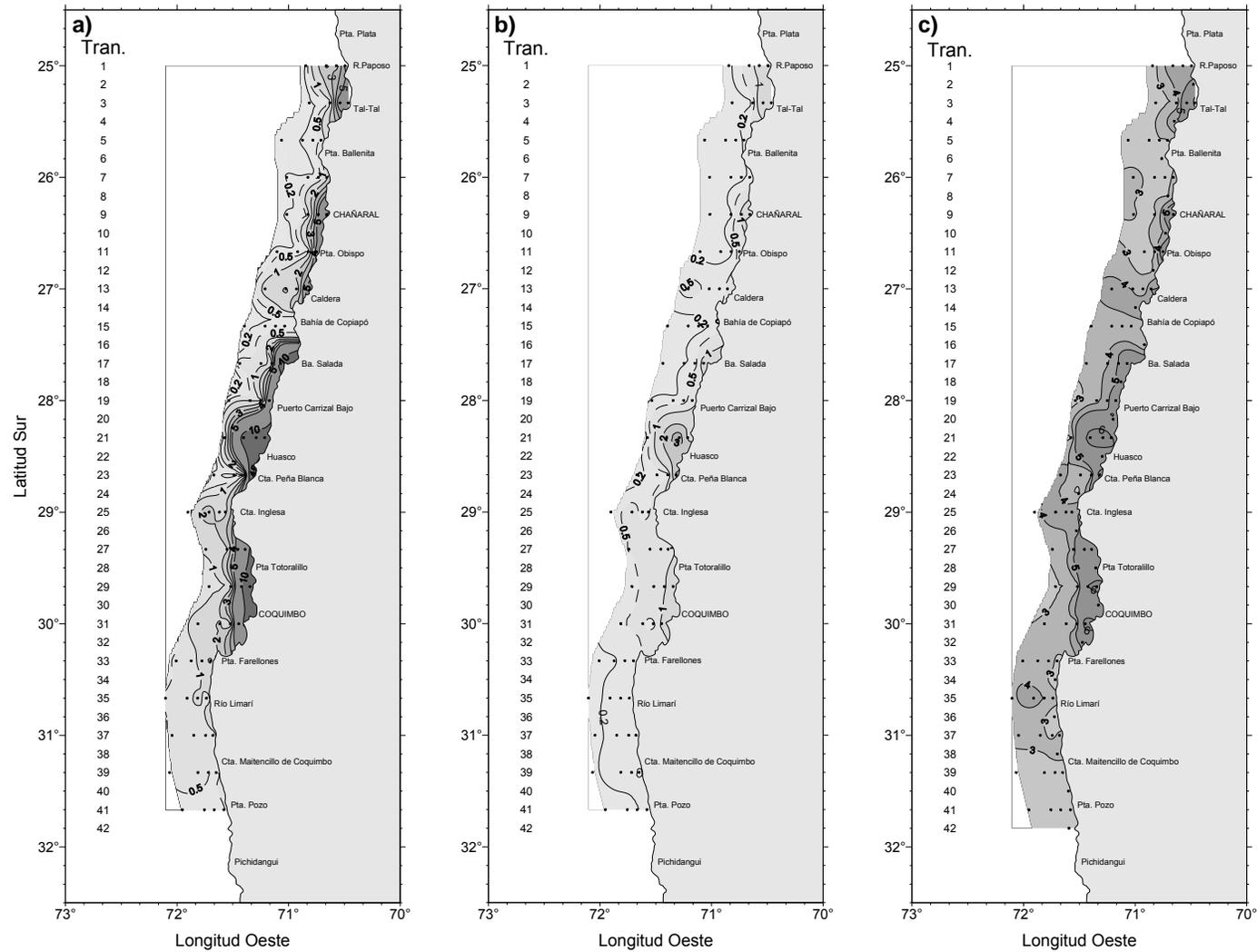


Figura 19. Distribución superficial de a) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), b) feopigmento ($\mu\text{g/L}$) y c) fluorescencia *in vivo* (volt). Crucero febrero-marzo 2007.

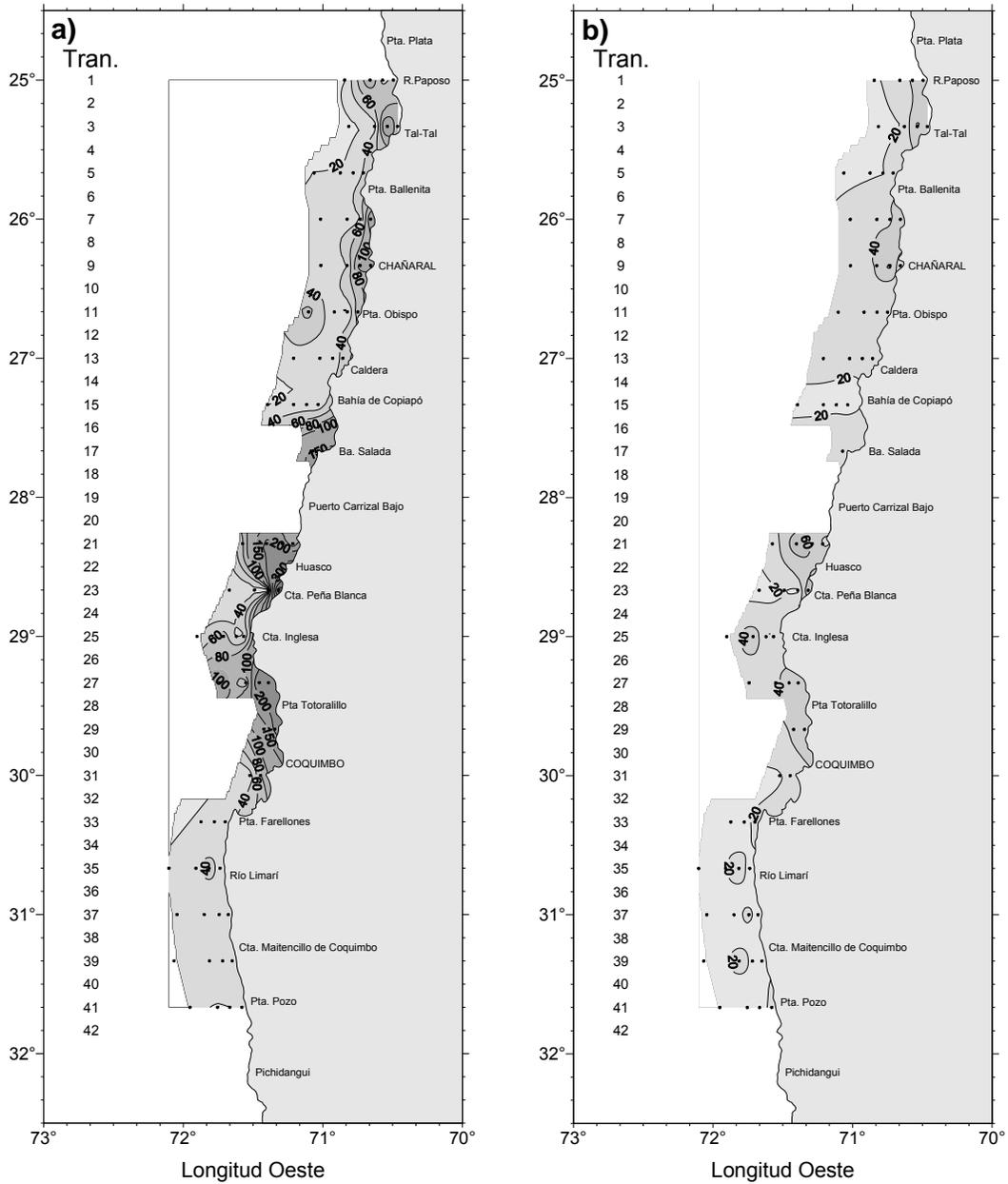


Figura 20. Distribuci3n integrada de a) clorofila-a (mg/m^2) y b) feopigmento (mg/m^2). Crucero febrero-marzo 2007.

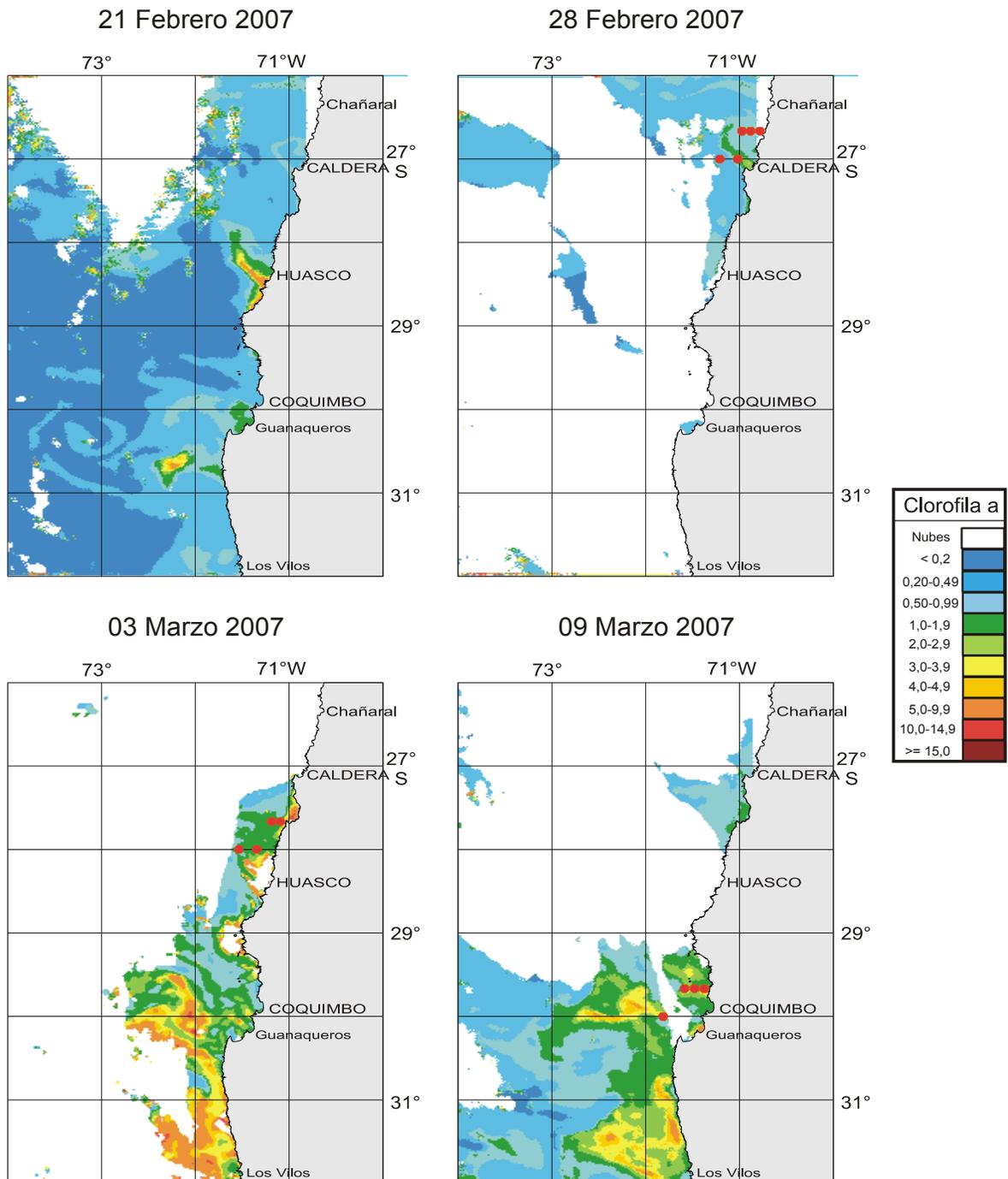


Figura 21. Distribuci3n diaria de la clorofila satelital en la zona centro-norte de Chile para los d1as 21 y 28 de febrero, y 3 y 9 de marzo de 2007. El punto rojo indica la estaci3n realizada en la fecha de la imagen satelital.

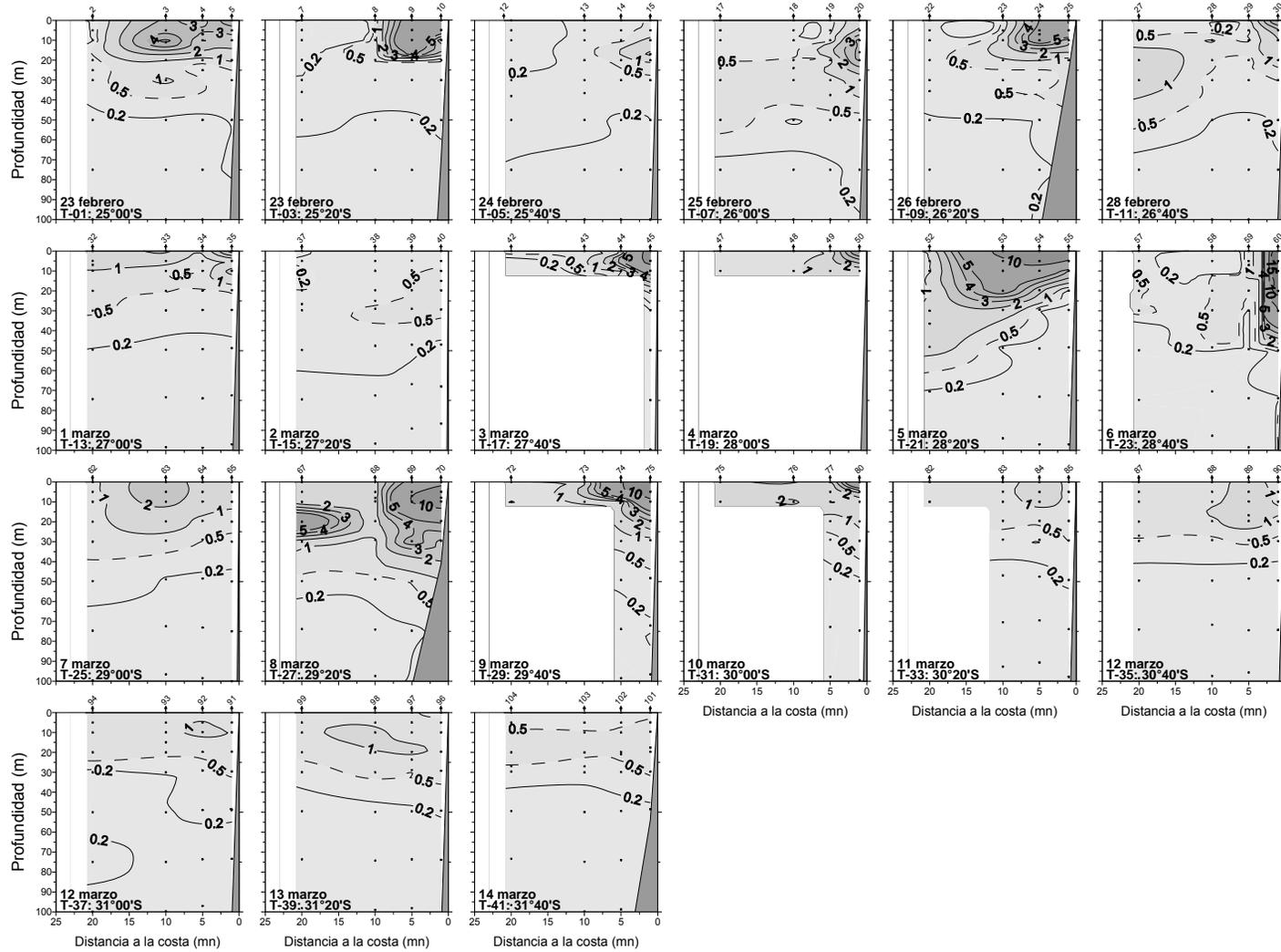


Figura 22. Distribución vertical de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.

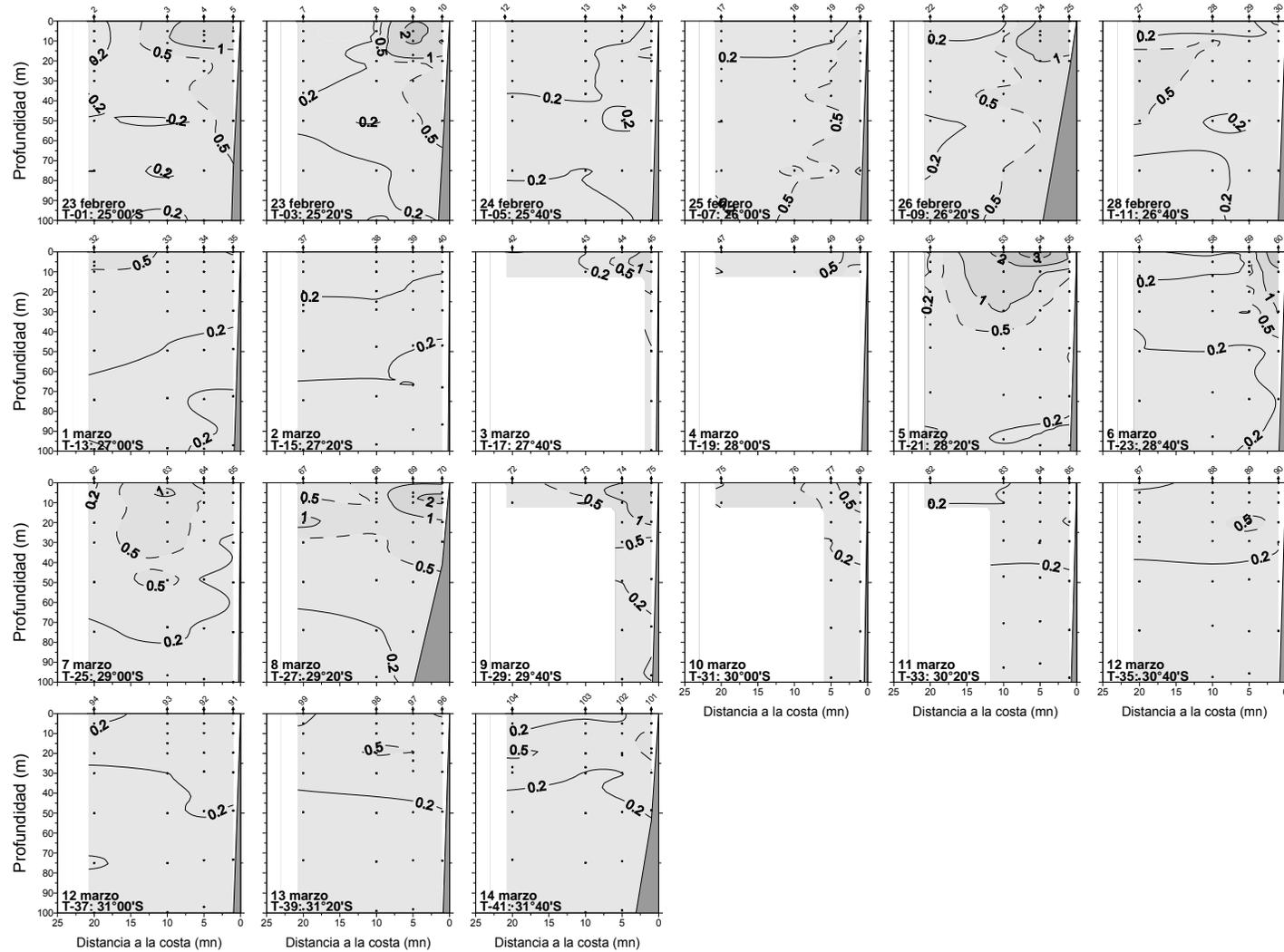


Figura 23. Distribuci3n vertical de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo 2007.

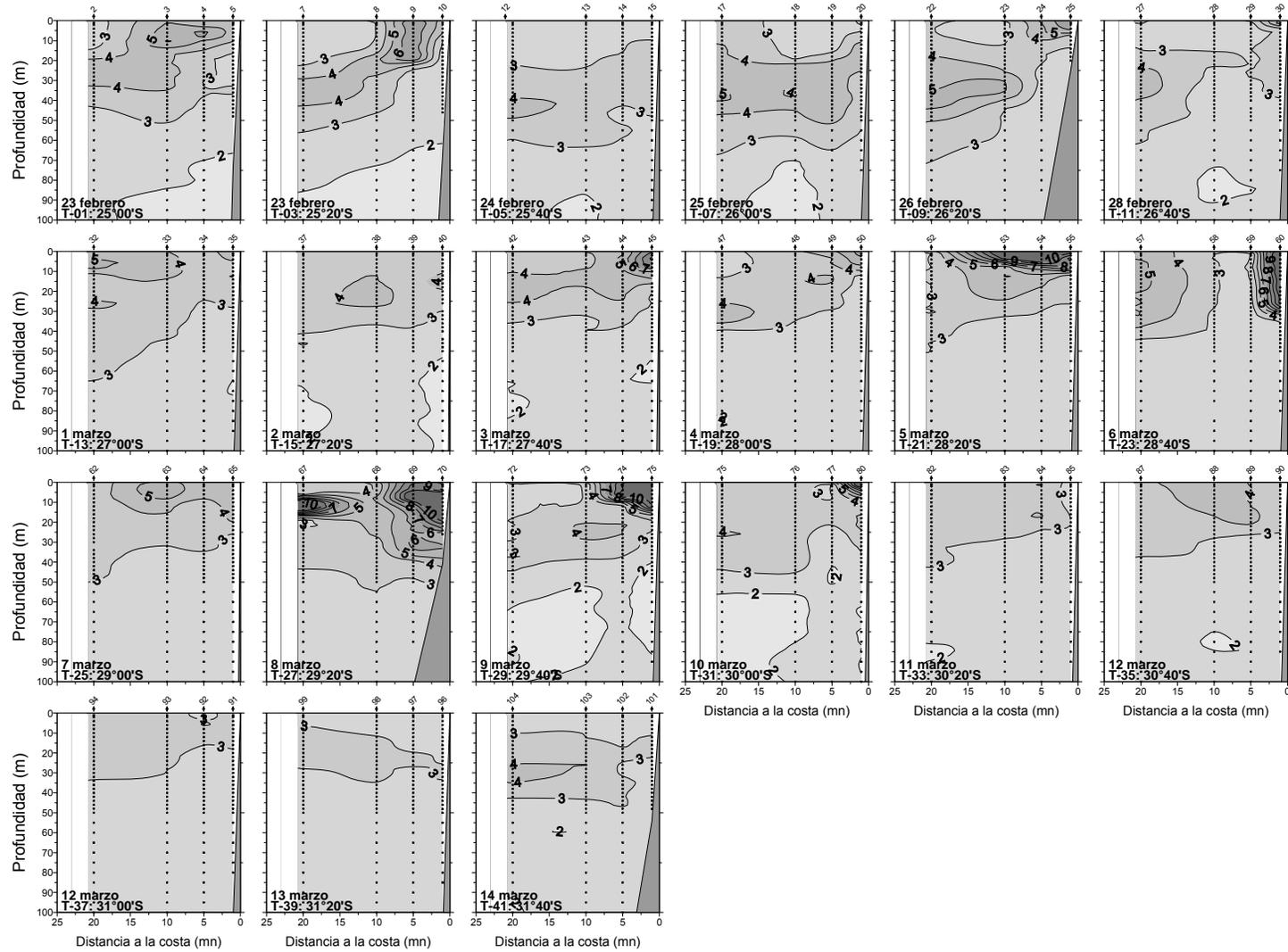


Figura 24. Distribuci3n vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero-marzo

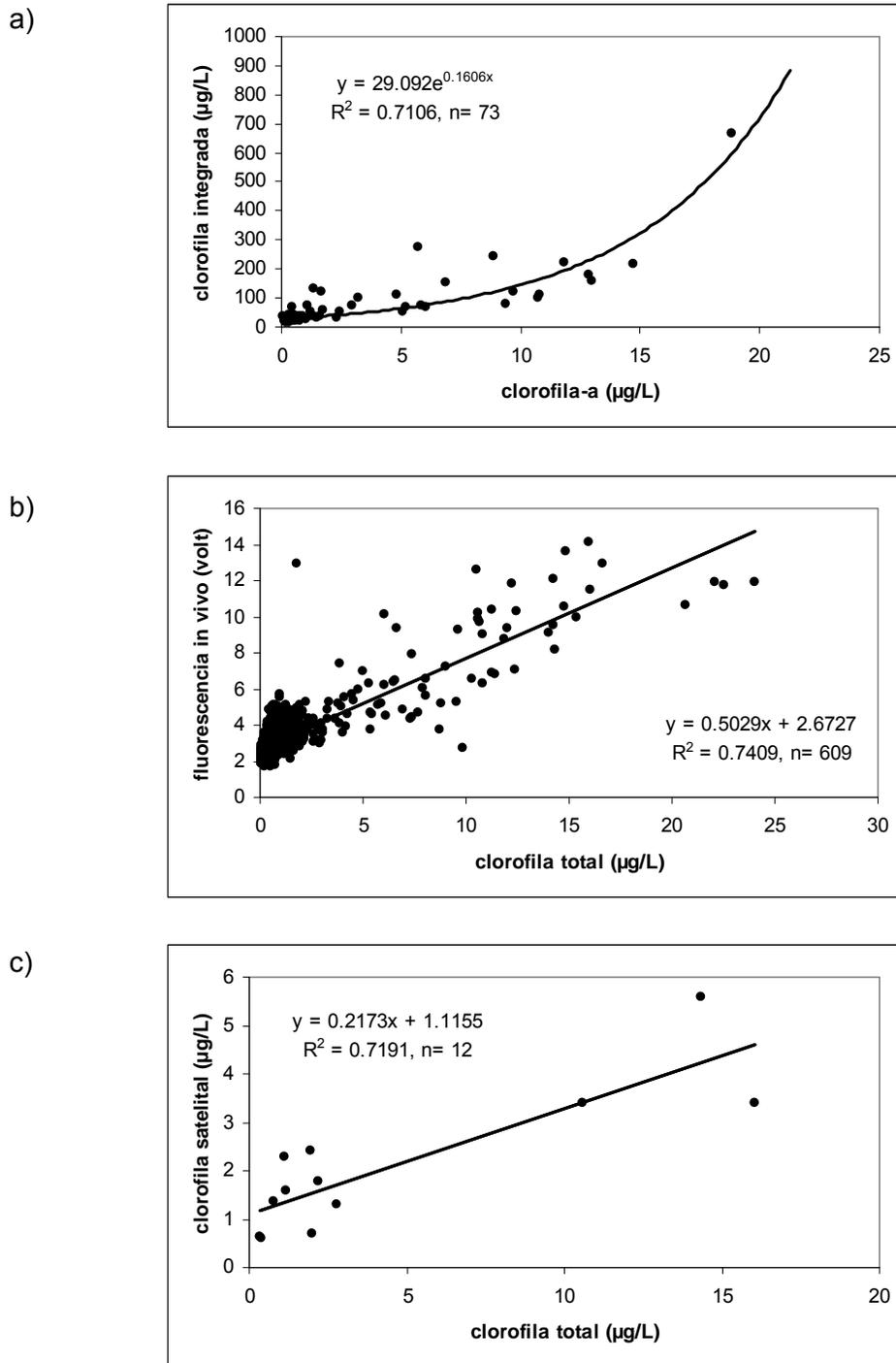


Figura 25. Asociaci3n entre la a) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) y clorofila integrada (mg/m^2), b) clorofila total (clorofila-a + feopigmentos) ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (volt), con todos los datos disponibles, y c) clorofila total ($\mu\text{g/L}$) y clorofila satelital ($\mu\text{g/L}$). Crucero febrero-marzo 2007.

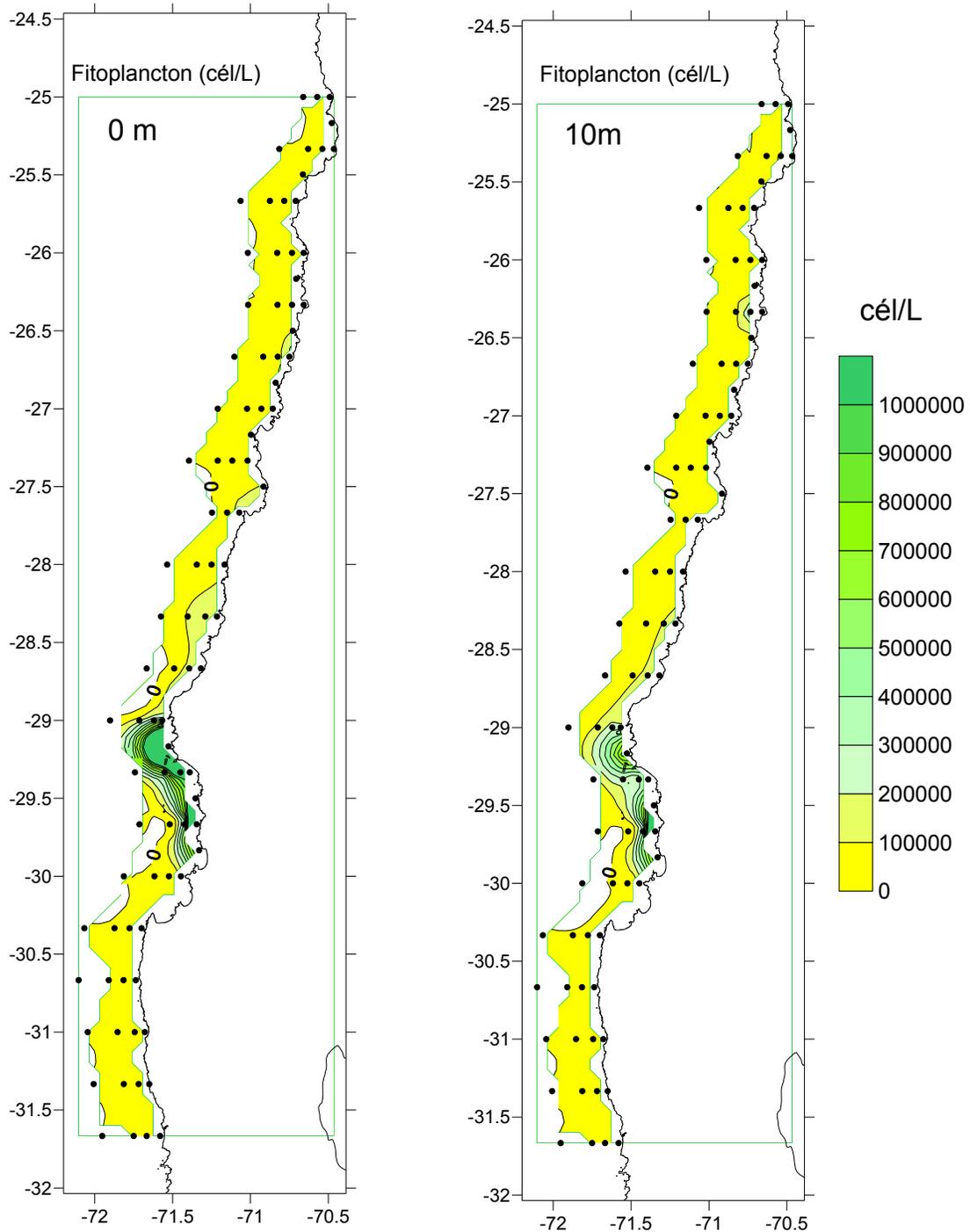


Figura 26. Distribuci3n espacial de la densidad celular (cél/L) en superficie y 10 m de profundidad entre las latitudes 25 y 32° S entre 22 de febrero y 14 de marzo de 2007. Crucero RECLAN.

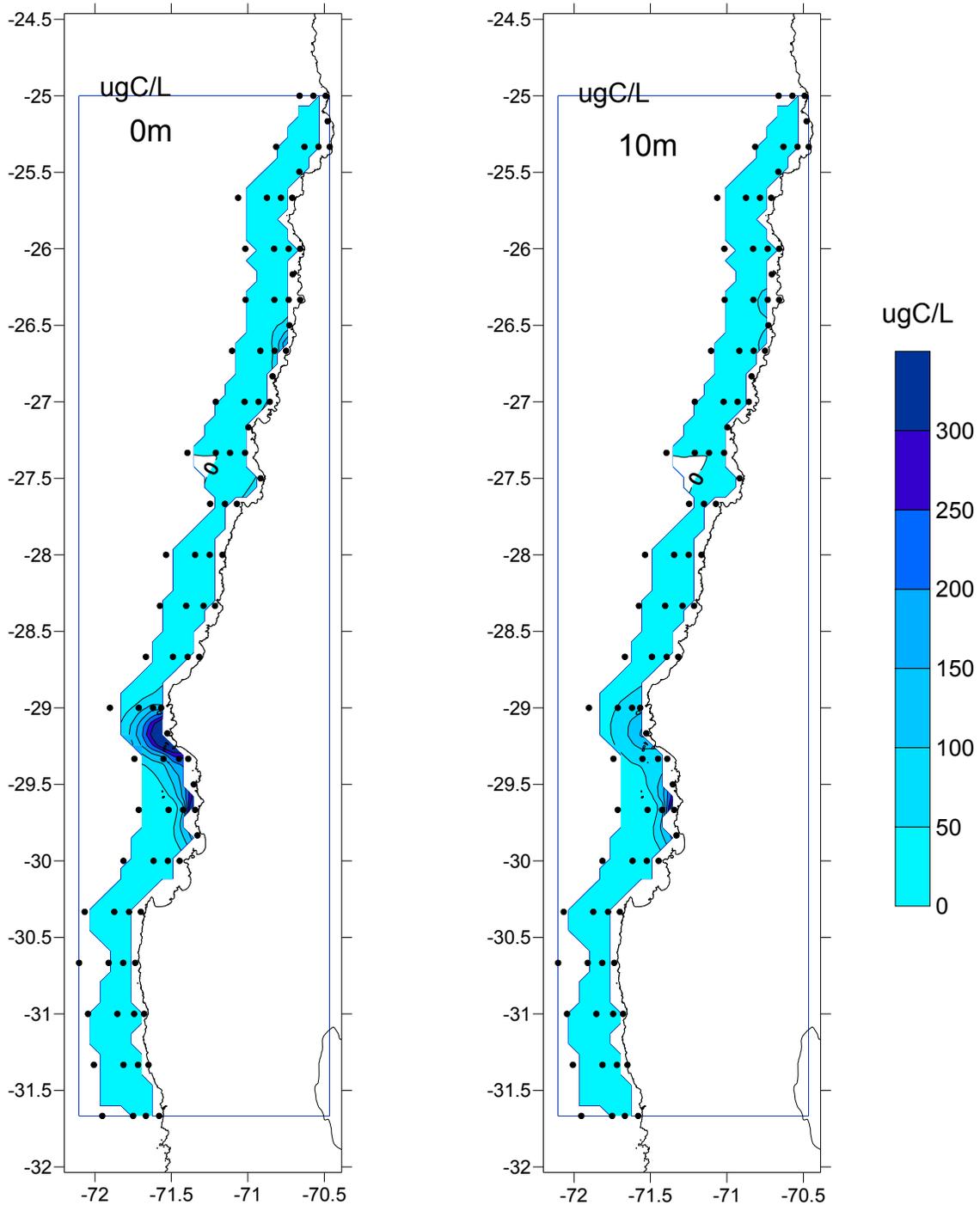


Figura 27. Distribuci3n espacial de la biomasa del Carbono (ugC/L) en superficie y 10 m de profundidad entre las latitudes 25 y 32° S entre 22 de febrero y 14 de marzo de 2007. Crucero RECLAN.

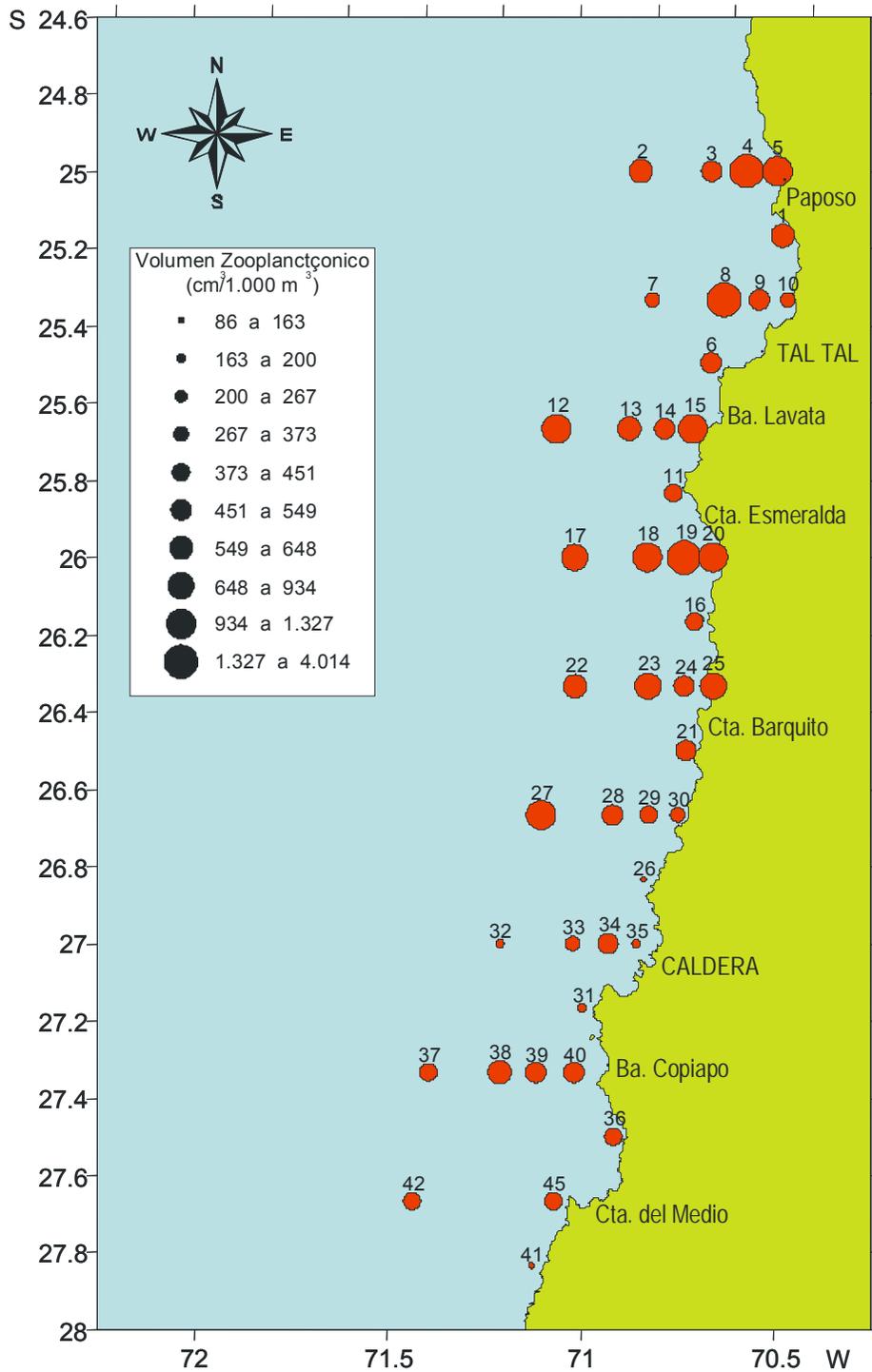


Figura 28. Distribuci3n del volumen zooplanct3nico en estaciones de muestreo (cm³/1.000 m³).

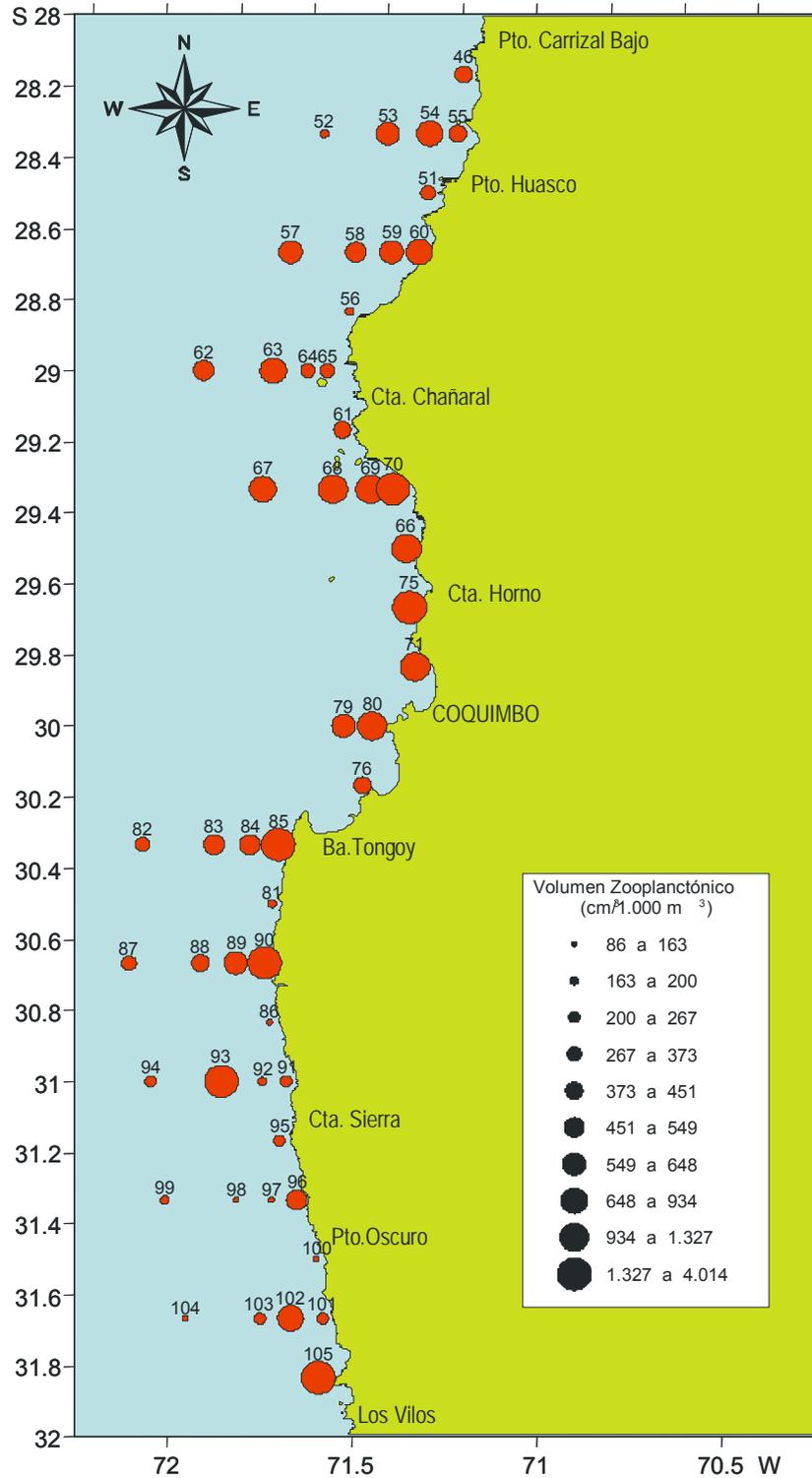


Figura 29. Distribuci3n del volumen zooplanct3nico en estaciones de muestreo (cm³/1.000 m³).

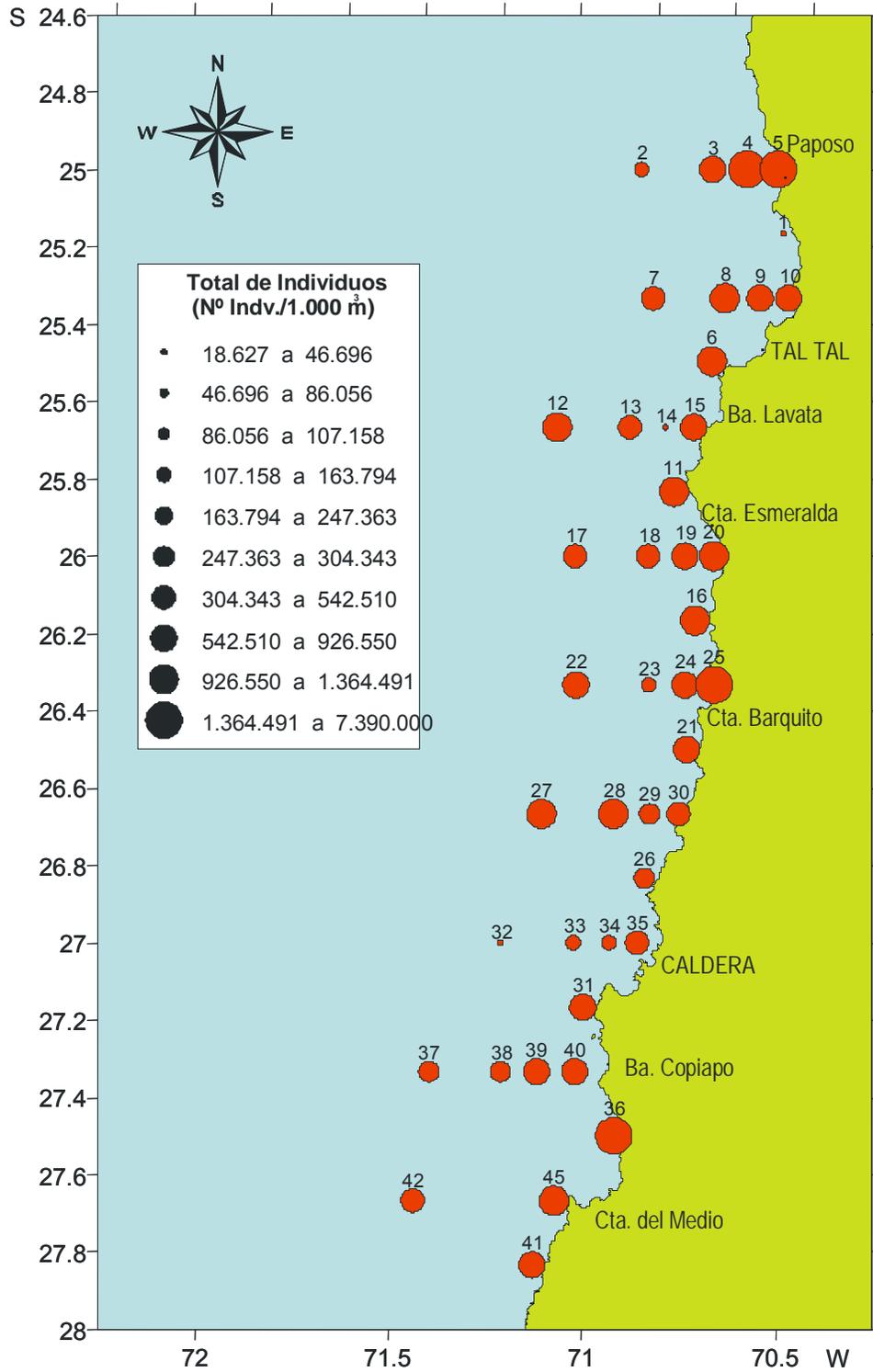


Figura 30. Distribuci3n del n3mero de zooplancteres en estaciones de muestreo (N°/1.000 m³).

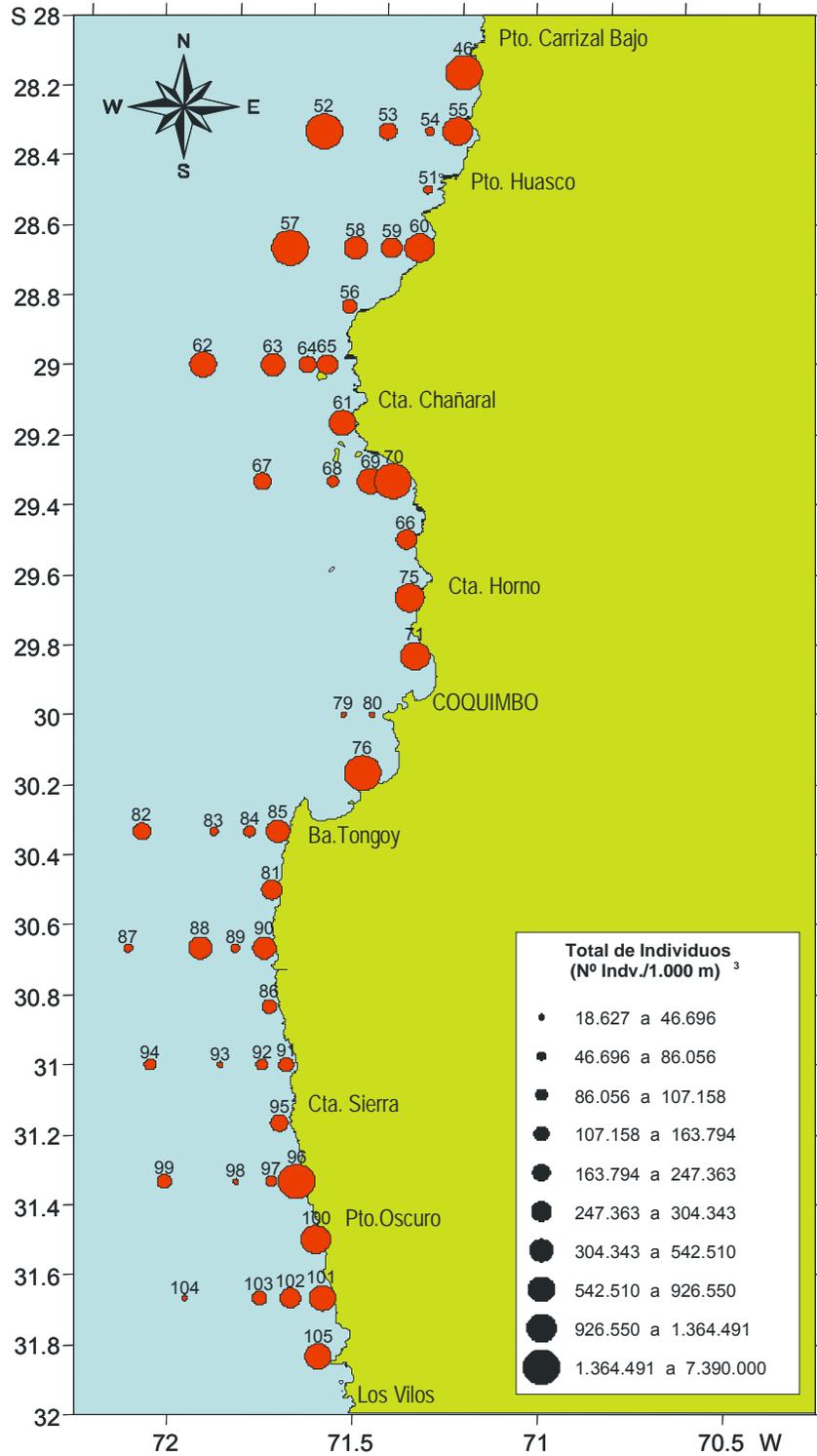


Figura 31. Distribuci3n del número de zooplancteres en estaciones de muestreo (N/1.000 m³).

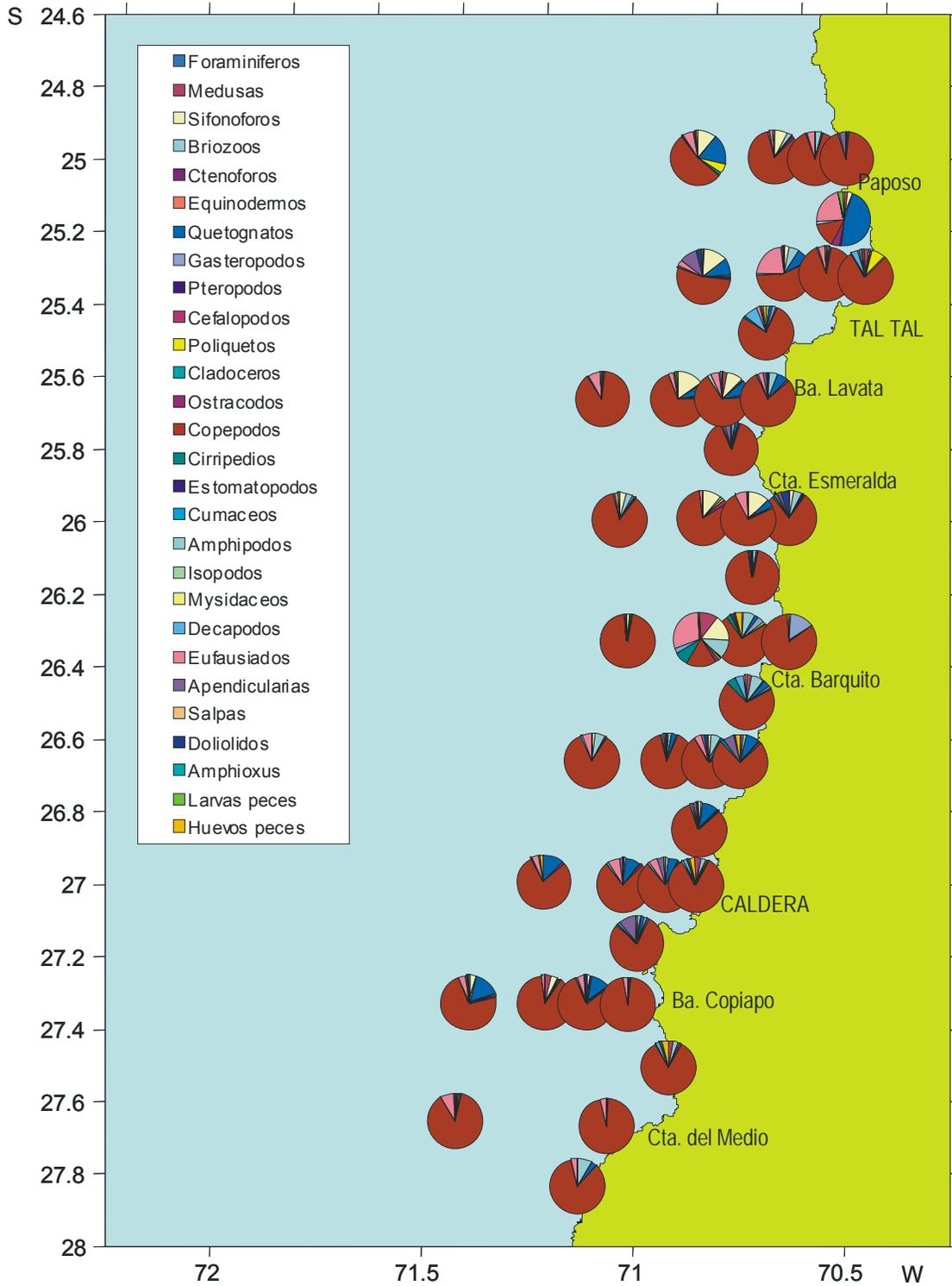


Figura 32. Composici3n porcentual del zooplancton en estaciones de muestreo.

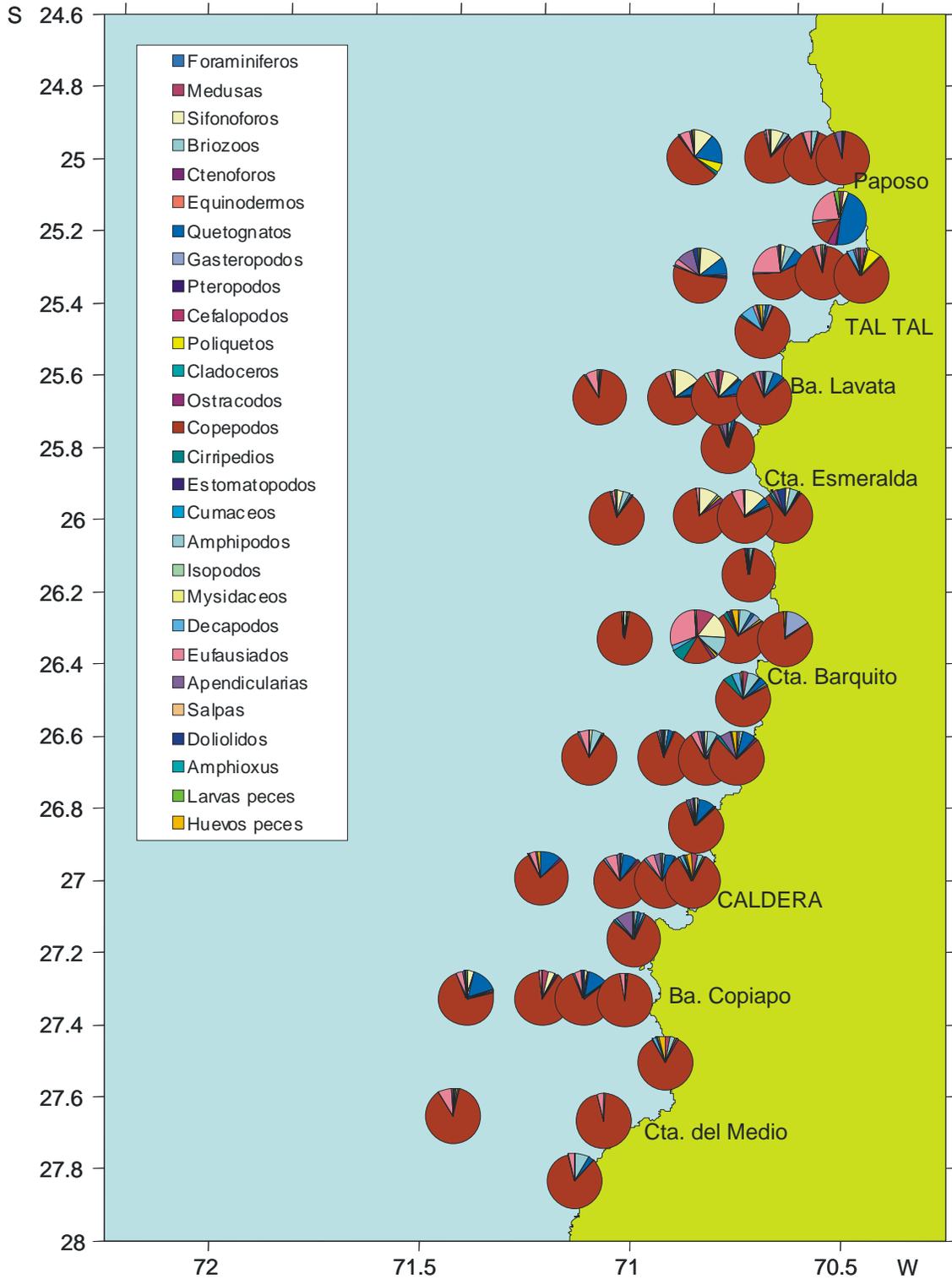


Figura 33. Composici3n porcentual del zooplancton en estaciones de muestreo.

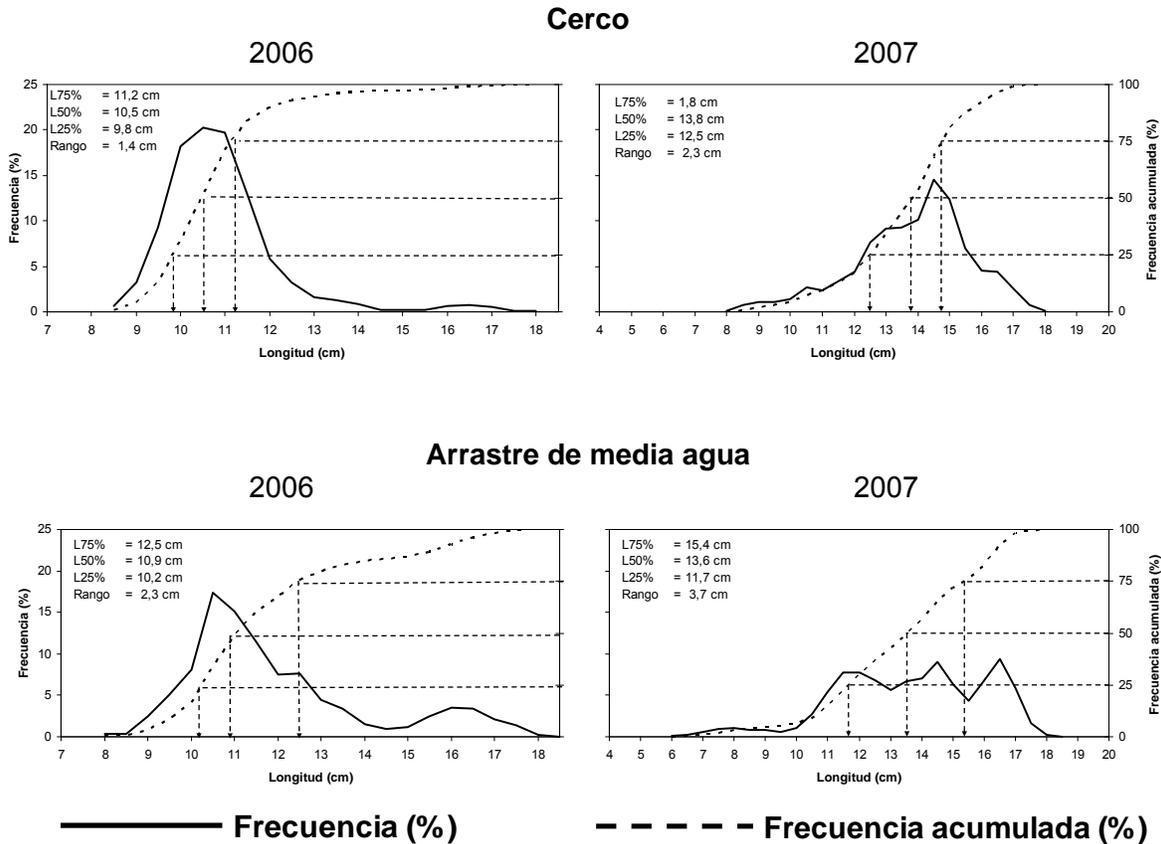


Figura 34. Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta obtenida en los lances de arrastre de media agua realizados por el B/C Abate Molina y los lances de cerco realizados por el conjunto de embarcaciones artesanales participantes entre la III y IV Regiones. Crucero RECLAN 0702 (febrero 2006) y 0703 (marzo 2006), 3° y 4° Regiones.

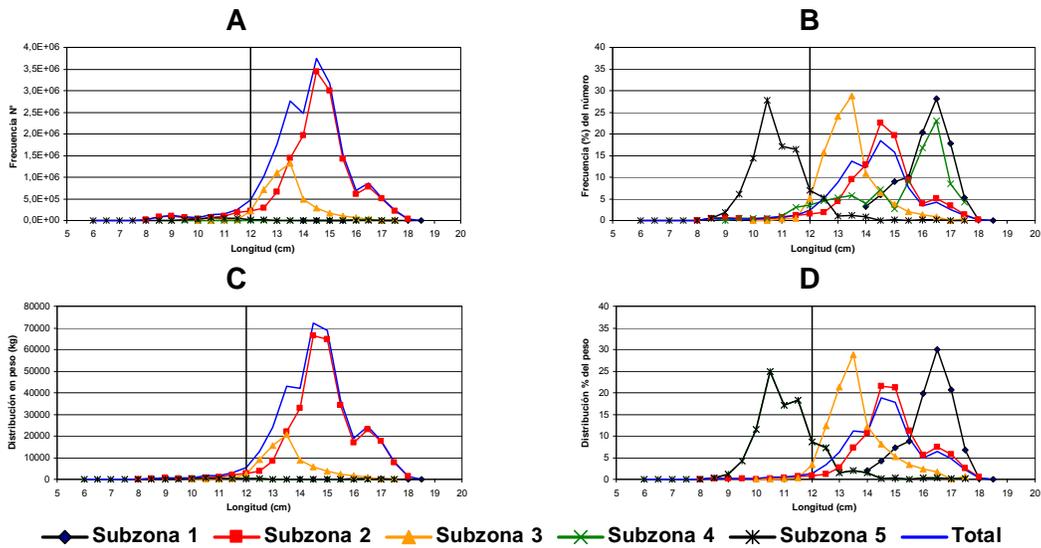


Figura 35. Distribución de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (n°), B) frecuencia (%), C) en peso (kg) y D) peso (%), Crucero RECLAN 0703.

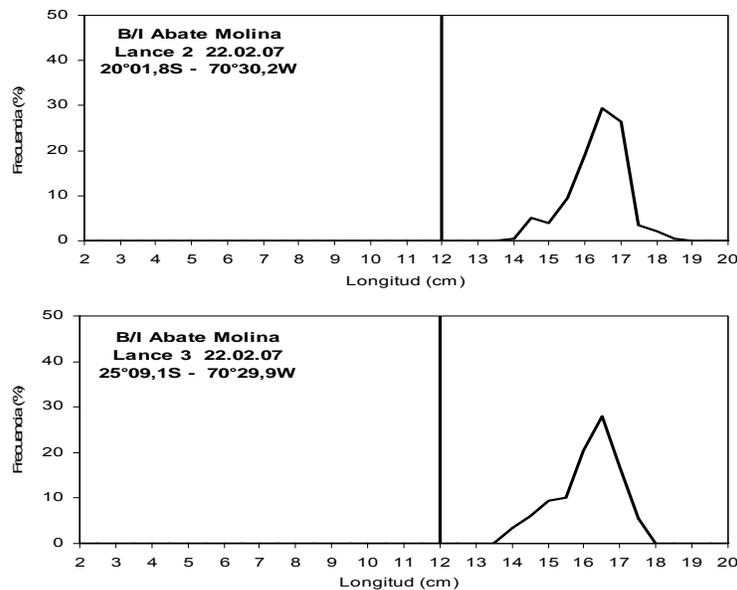


Figura 36. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 1, lances 2 y 3 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

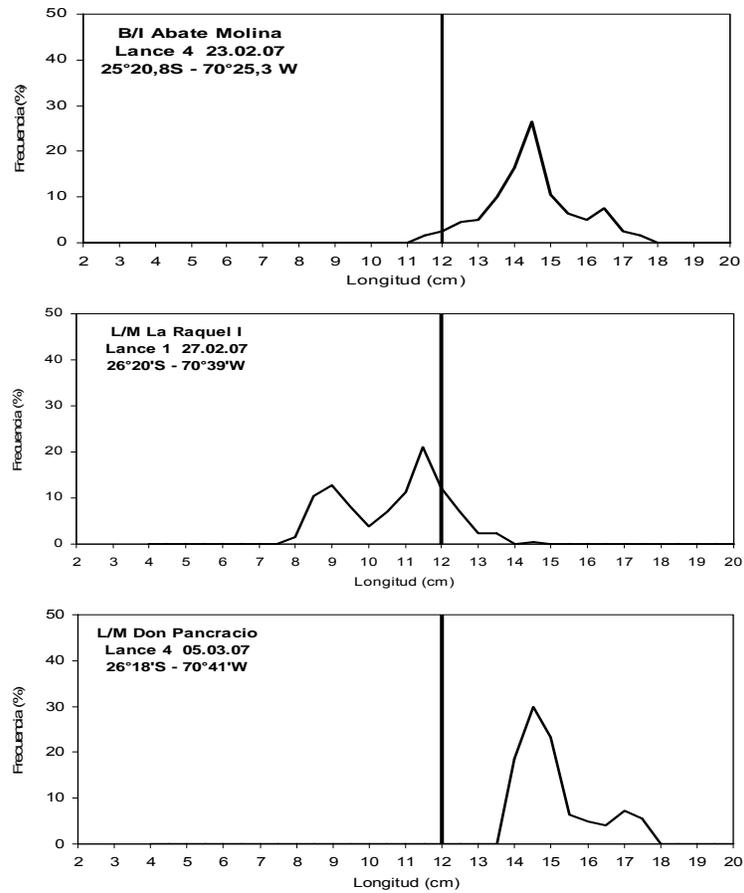


Figura 37. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 4 realizado por el B/C Abate Molina, lance 1 L/M La Raquel I y lance 4 L/M Don Pancracio. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

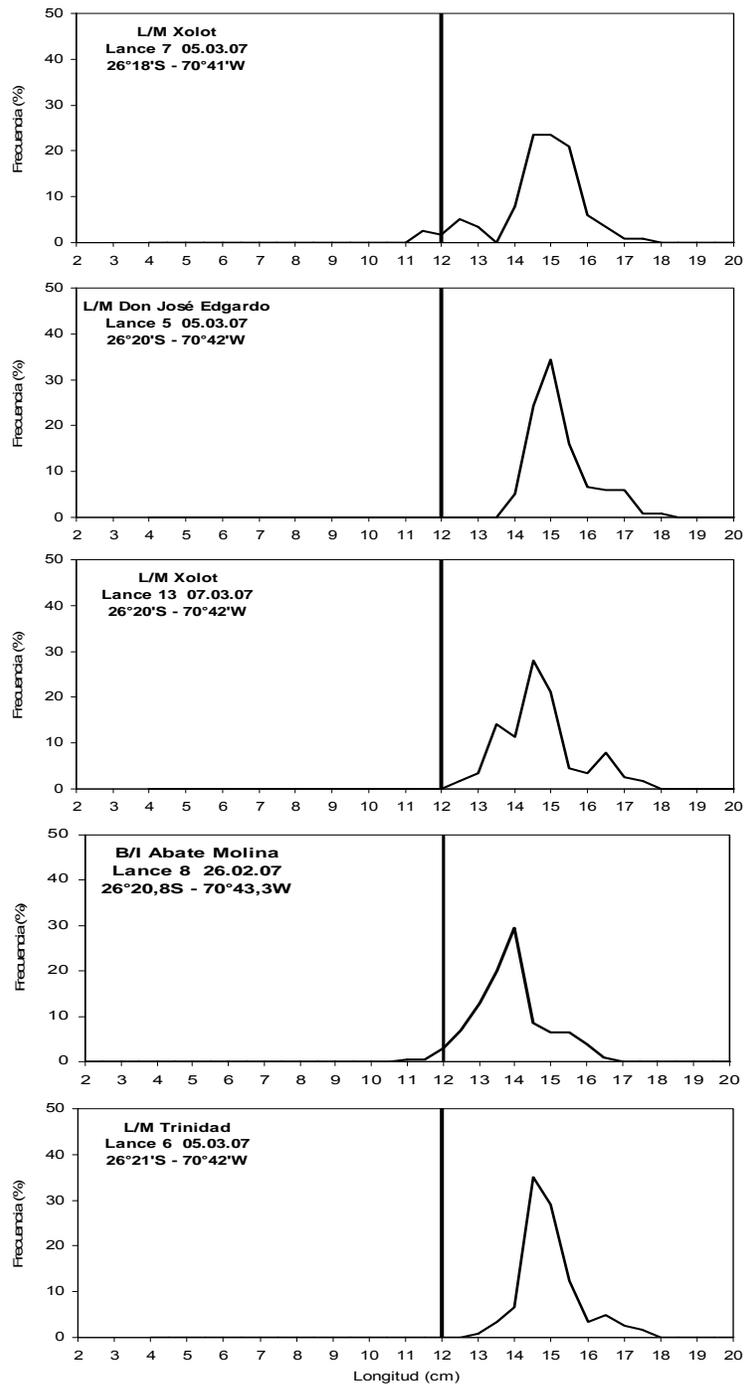


Figura 38. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 8 realizado por el B/C Abate Molina, lances 7 y 13 L/M Xolot, lance 5 L/M Don Jos3 Edgardo y lance 6 L/M Trinidad. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

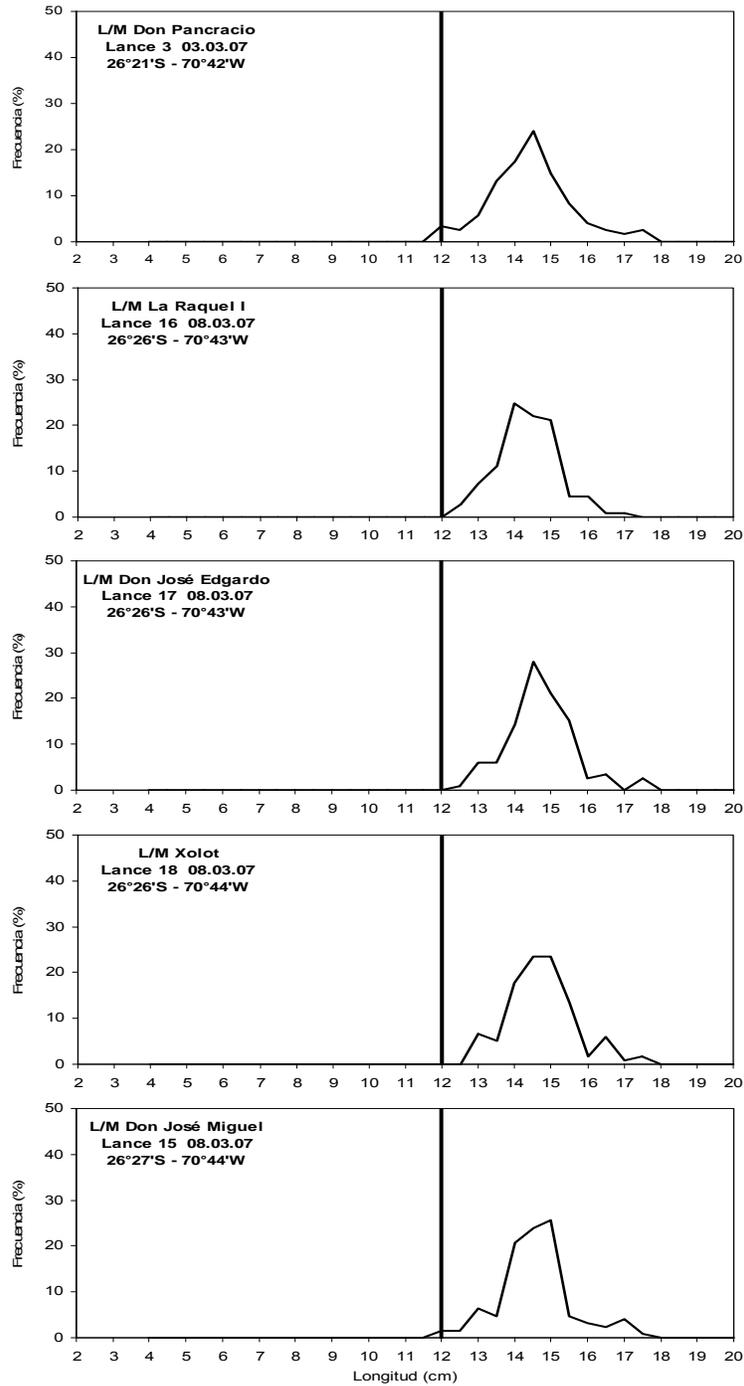


Figura 39. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 3 realizado por la L/M Don Pancracio, lance 16 L/M La Raquel I, lance 17 L/M Don Jos3 Edgardo, lance 18 L/M Xolot y lance 15 L/M Don Jos3 Miguel. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

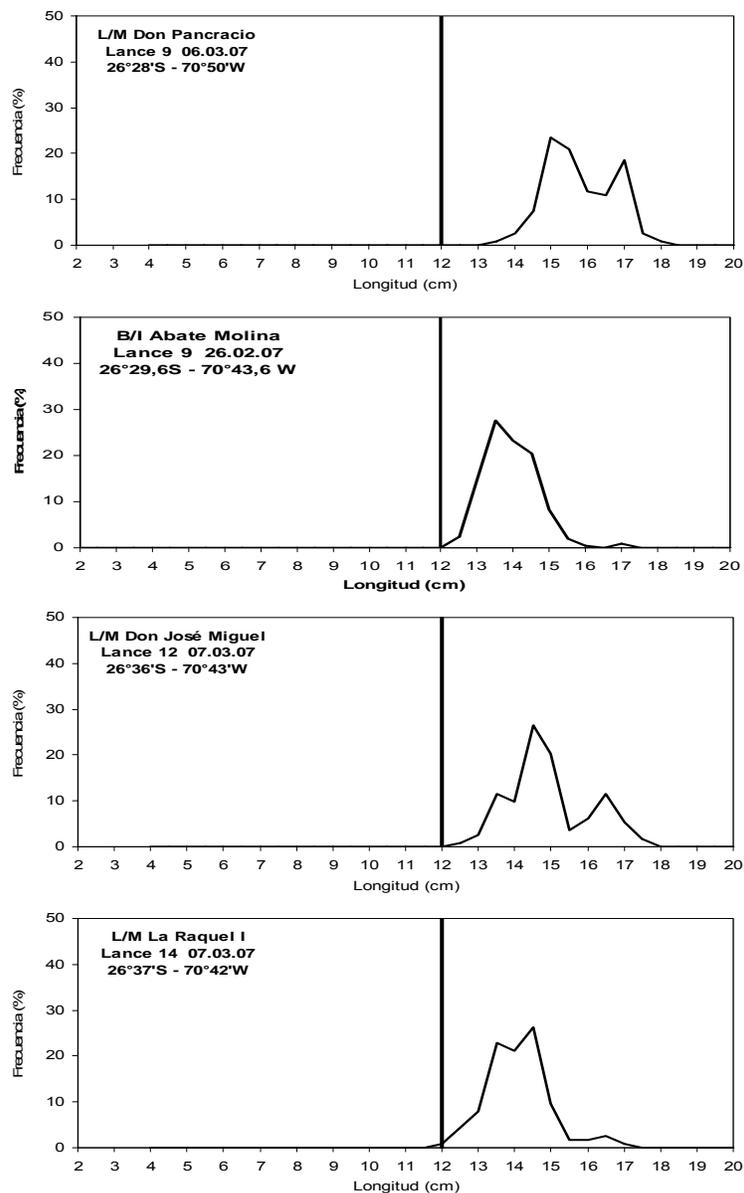


Figura 40. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2, lance 9 realizado por la L/M Don Pancracio, lance 9 B/C Abate Molina, lance 12 L/M Don Jos3 Miguel y lance 14 L/M La Raquel I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

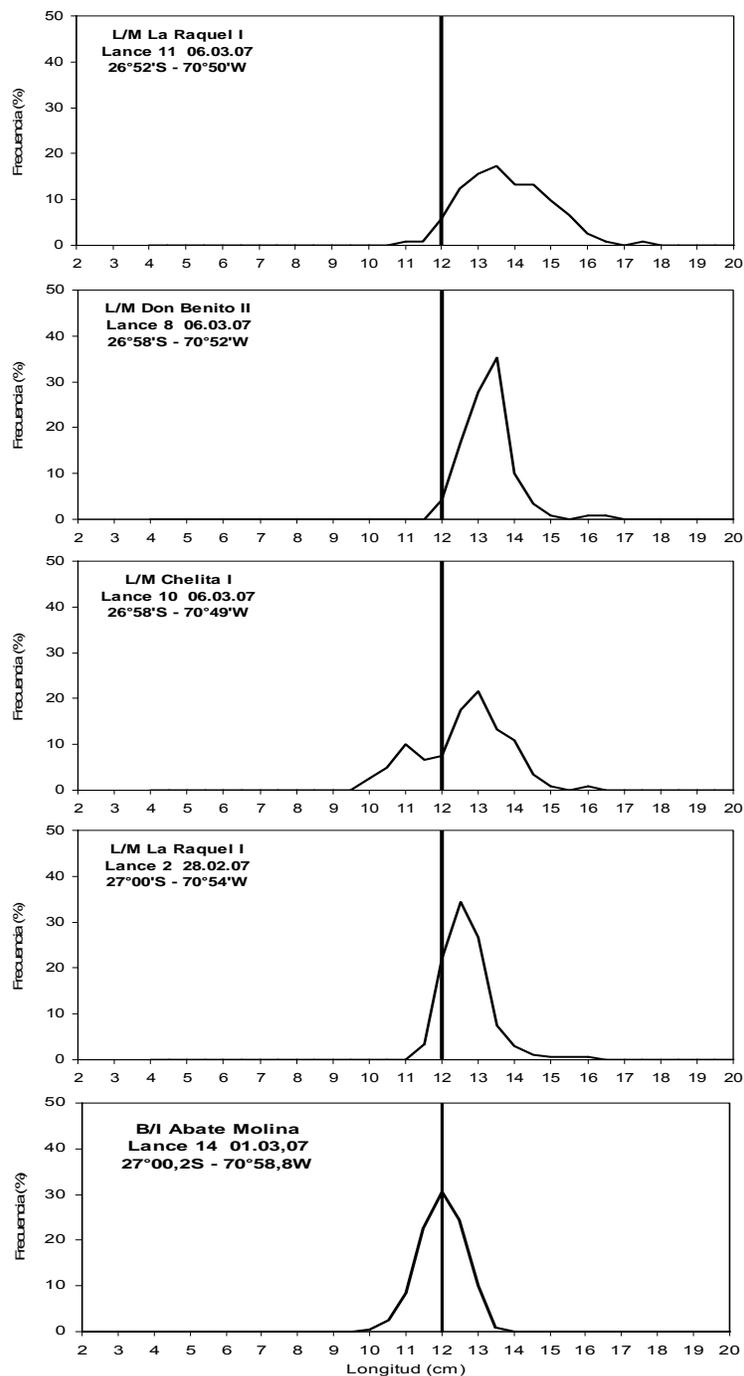


Figura 41. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 3, lance 11 realizado por la L/M La Raquel I, lance 8 L/M Don Benito, lance 10 L/M Chelita I, lance 2 La Raquel I y lance 14 B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

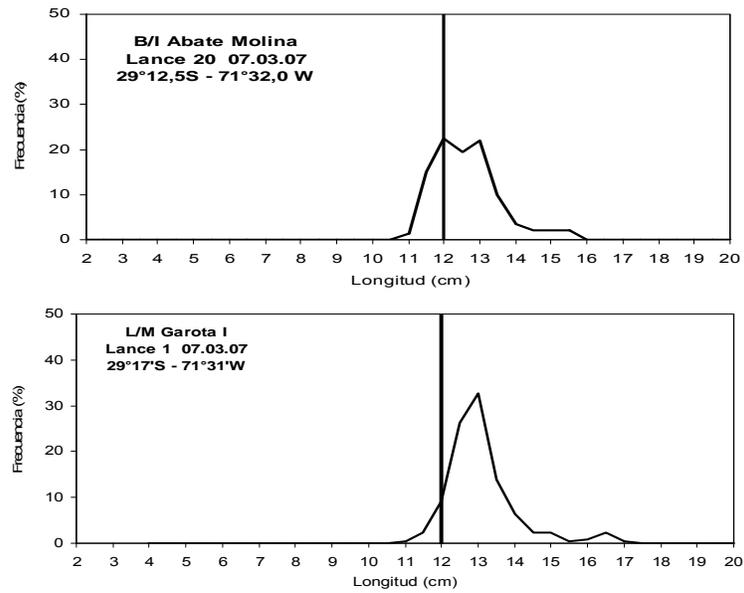


Figura 42. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 3, lance 20 realizado por el B/C Abate Molina y lance 1 L/M Garota I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

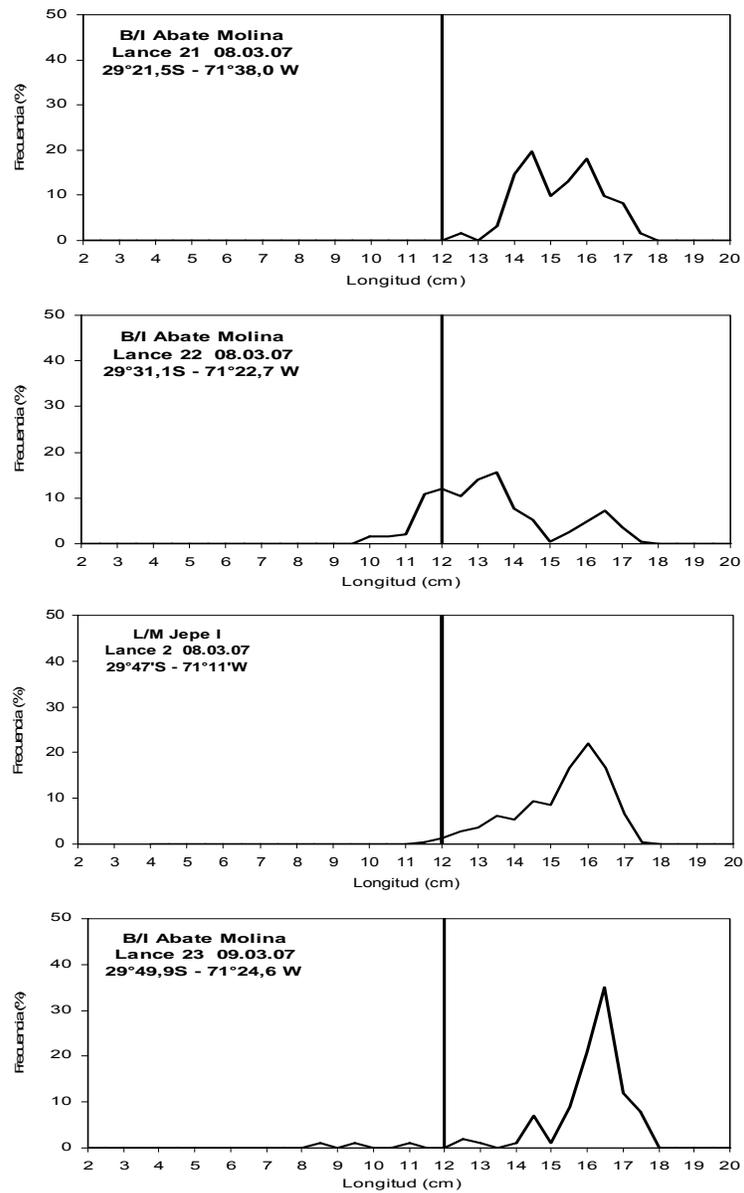


Figura 43. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 4, lances 21, 22 y 23 realizados por el B/C Abate Molina y lance 2 L/M Jepe I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

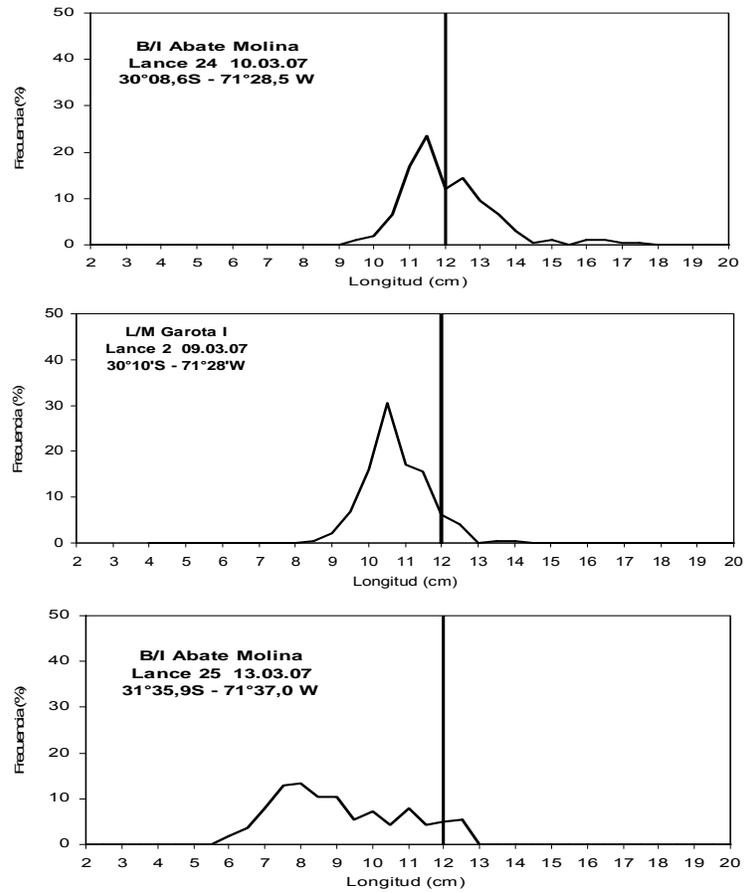


Figura 44. Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 5, lances 24 y 25 realizados por el B/C Abate Molina y lance 2 L/M Garota I. Crucero RECLAN 0702, 3° y 4° Regiones.

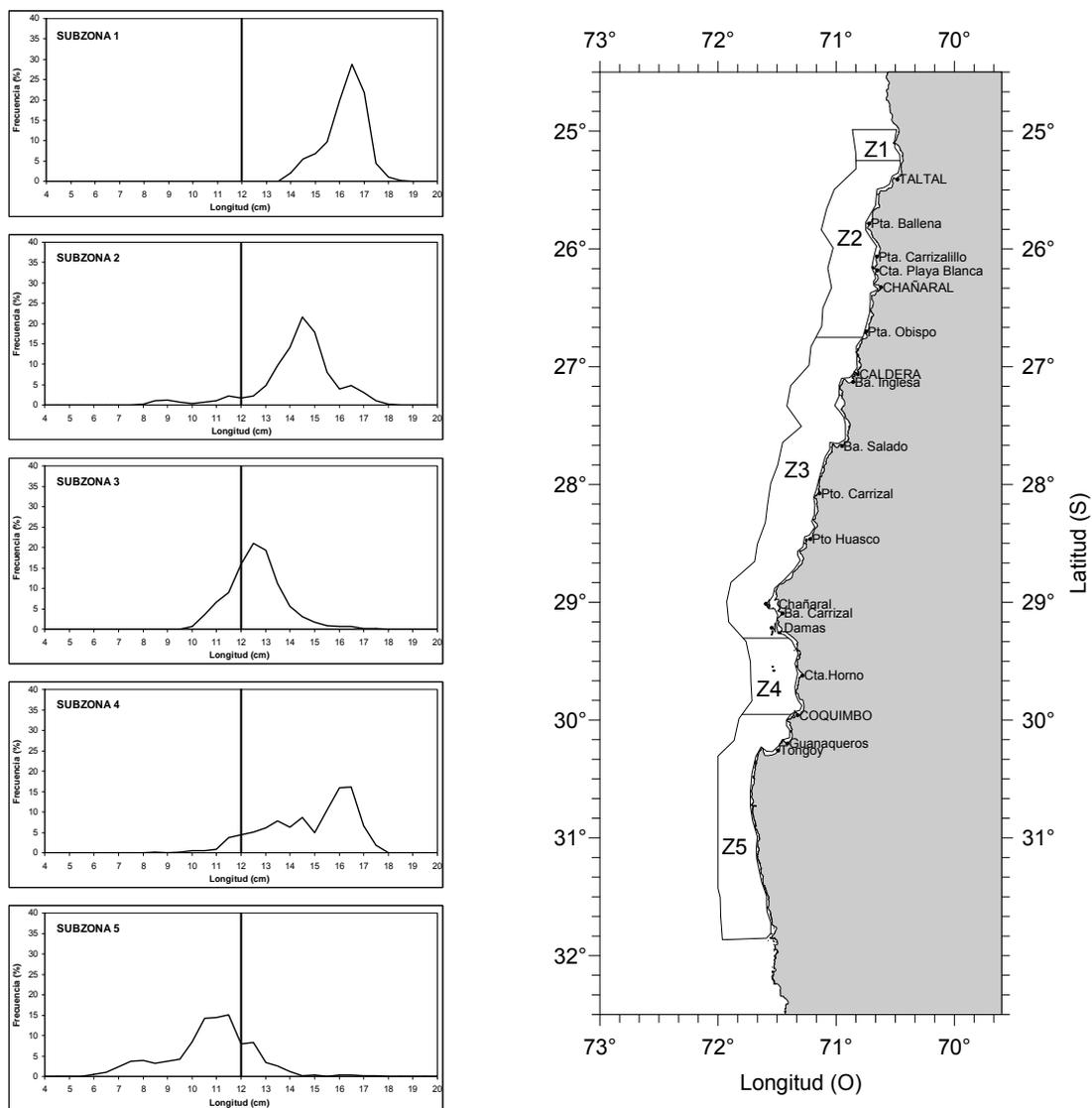


Figura 45. Distribuci3n de subzonas de Anchoveta y estructura de tallas asociadas. Crucero RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

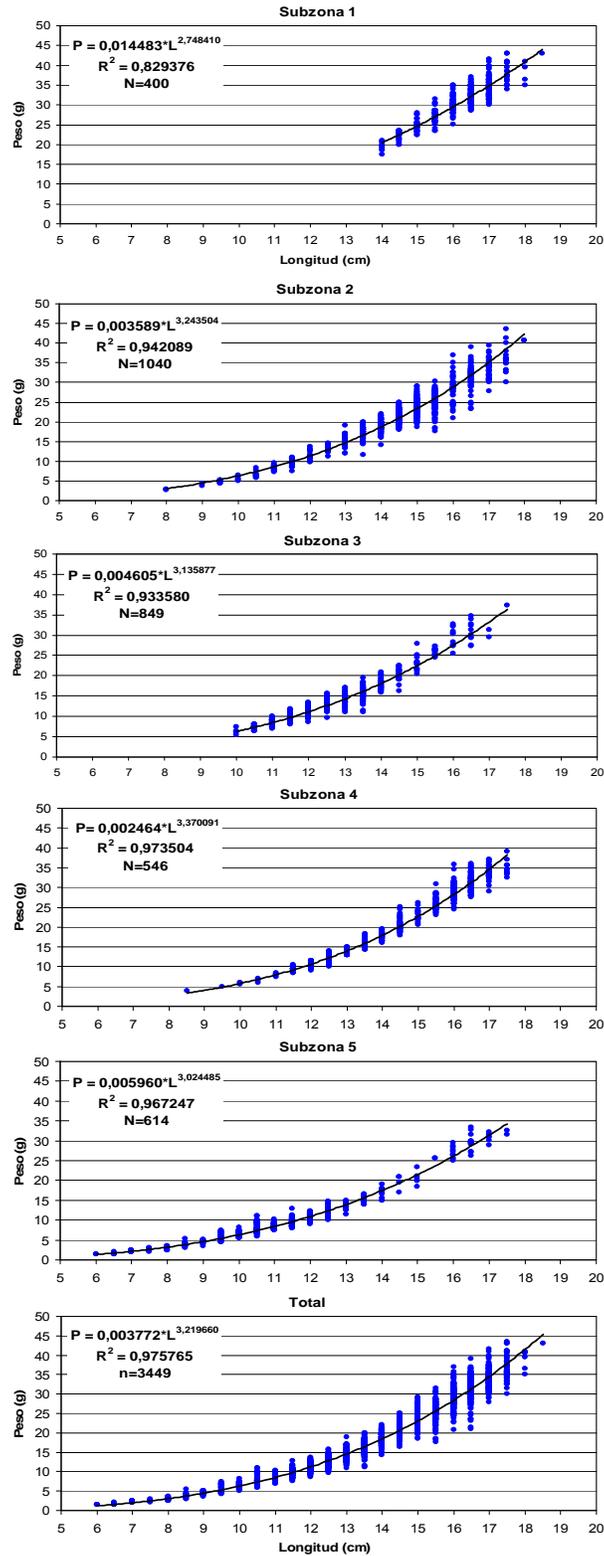


Figura 46. Relaci3n longitud – peso establecida para anchoveta, por subzona y



3rea total de estudio. RECLAN 0703, 3° y 4° Regiones.

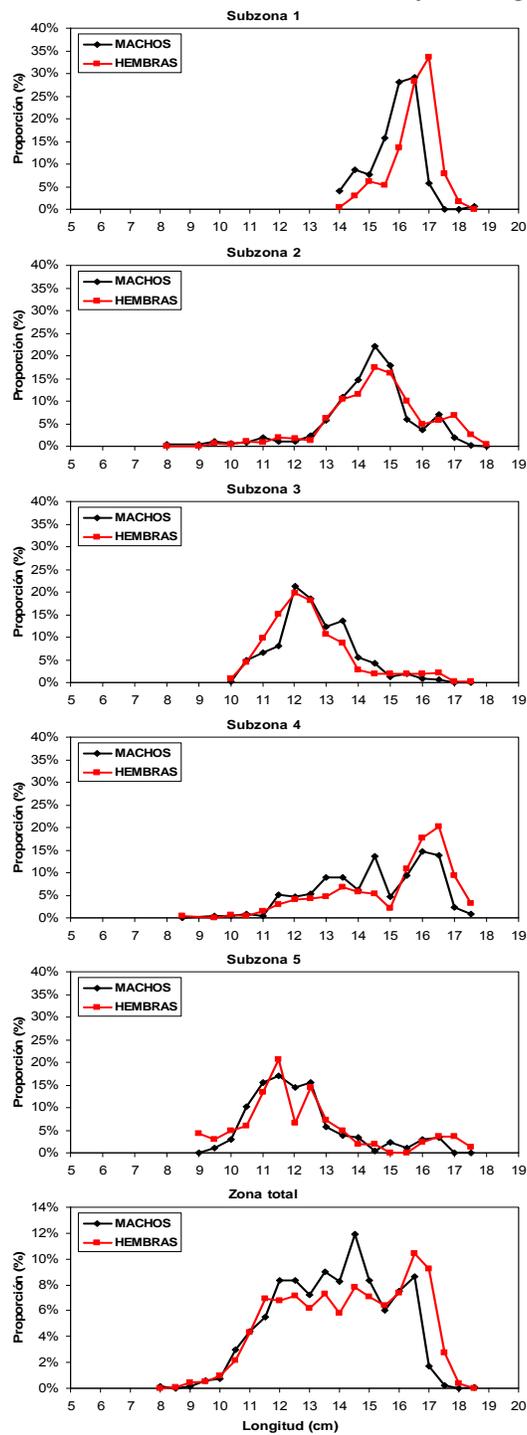


Figura 47. Proporción sexual del total de ejemplares sexuados de anchoveta, por subzona y 3rea total de estudio. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

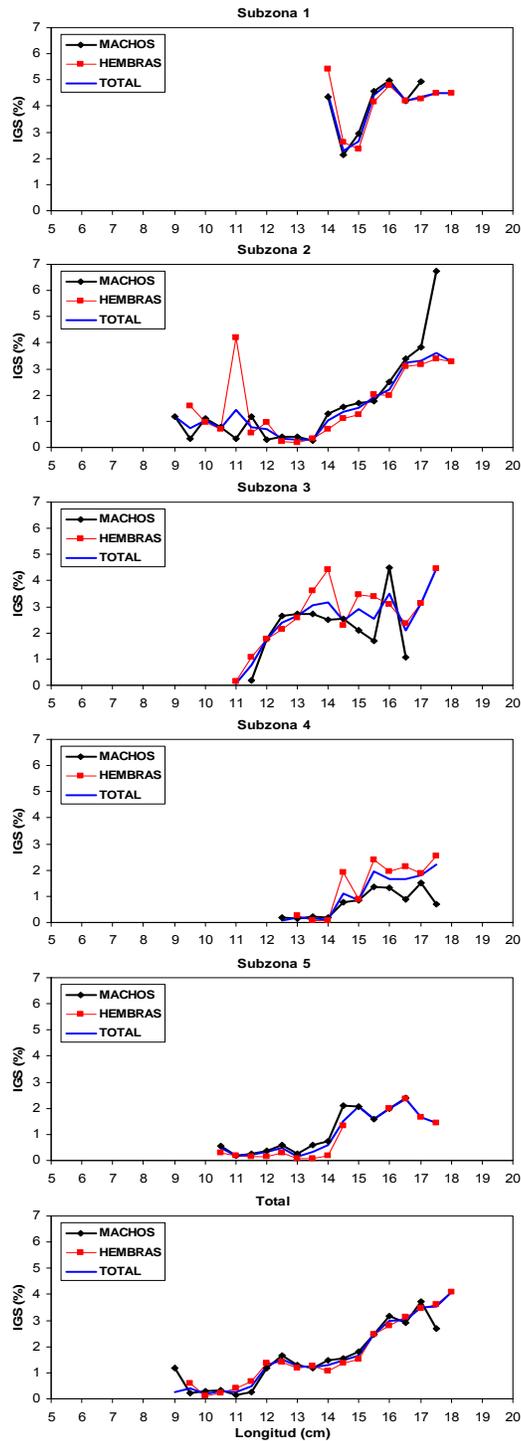


Figura 48. Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta por subzona y área total de estudio. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

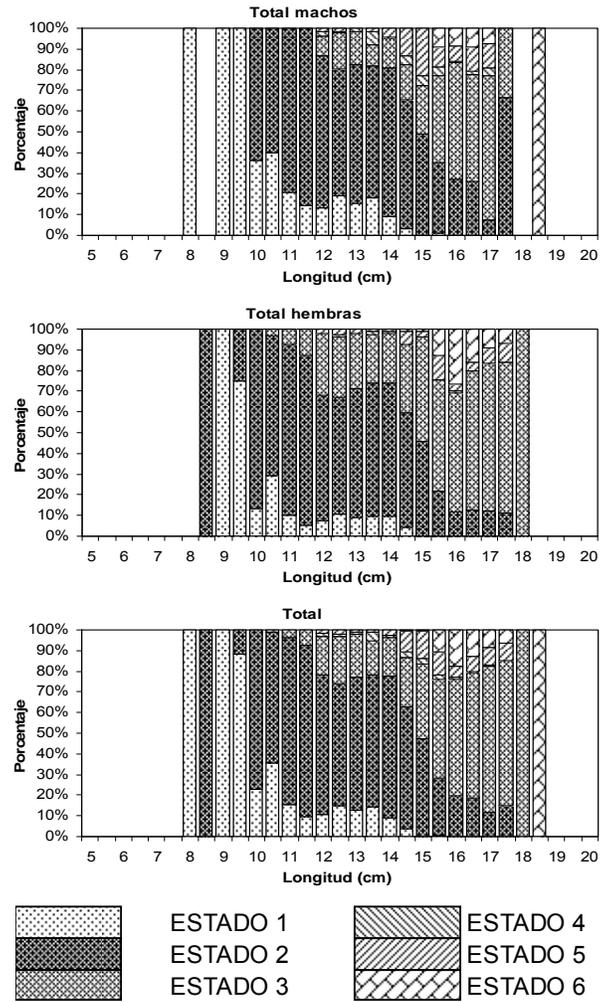


Figura 49. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total de estudio. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

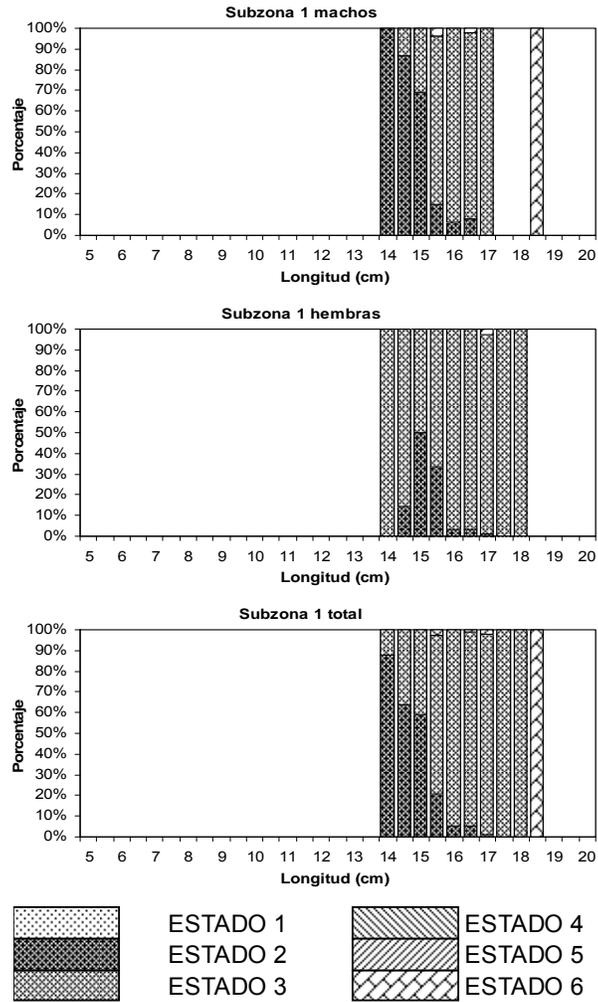


Figura 50. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 1. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

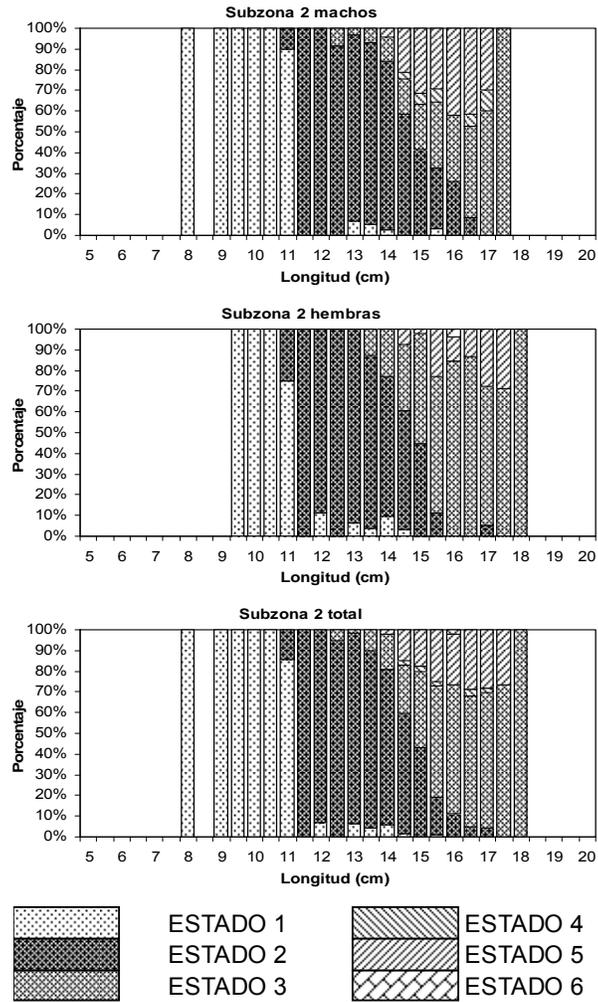


Figura 51. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 2. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

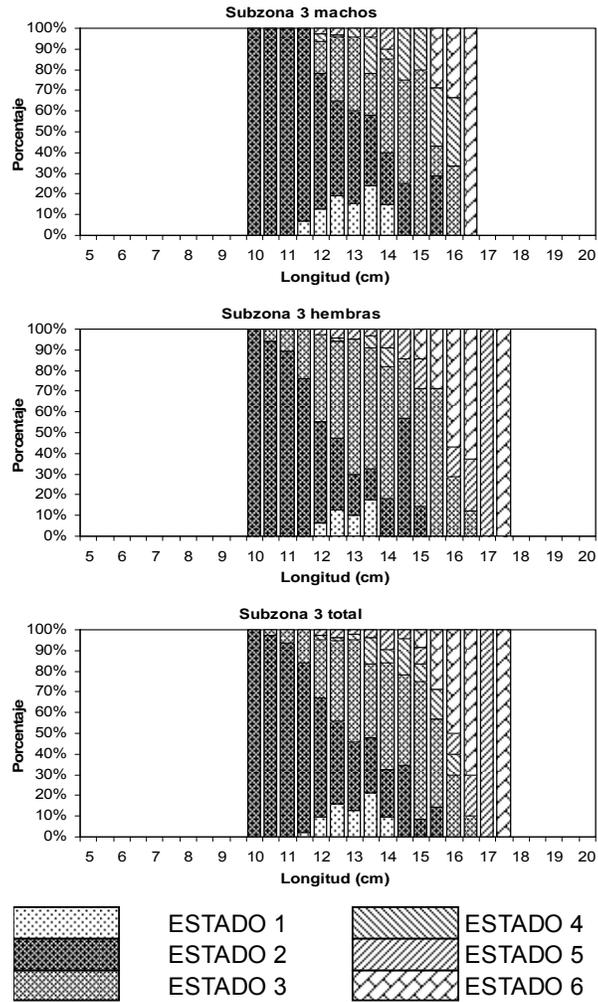


Figura 52. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 3. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

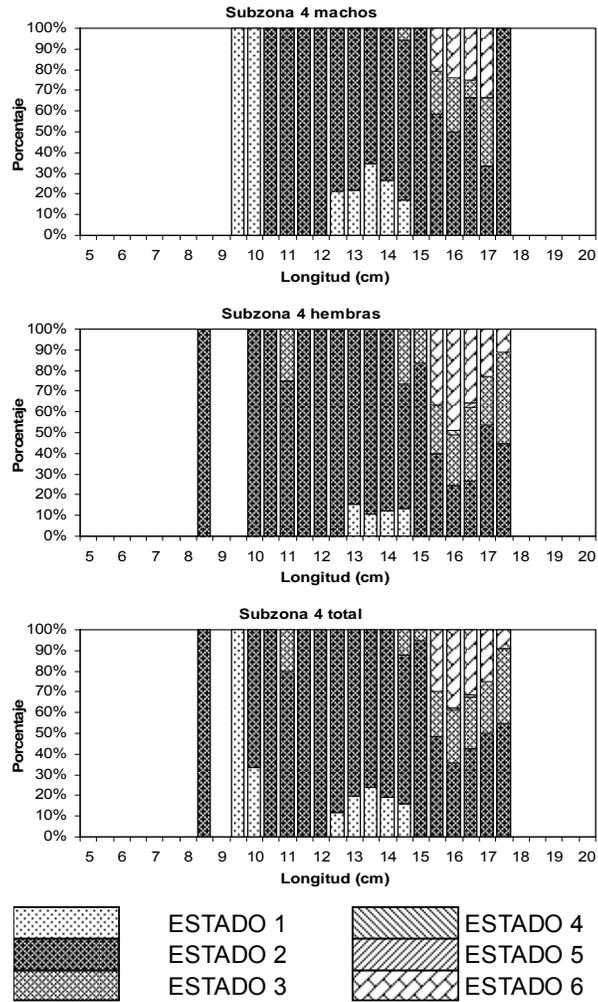


Figura 53. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 4. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

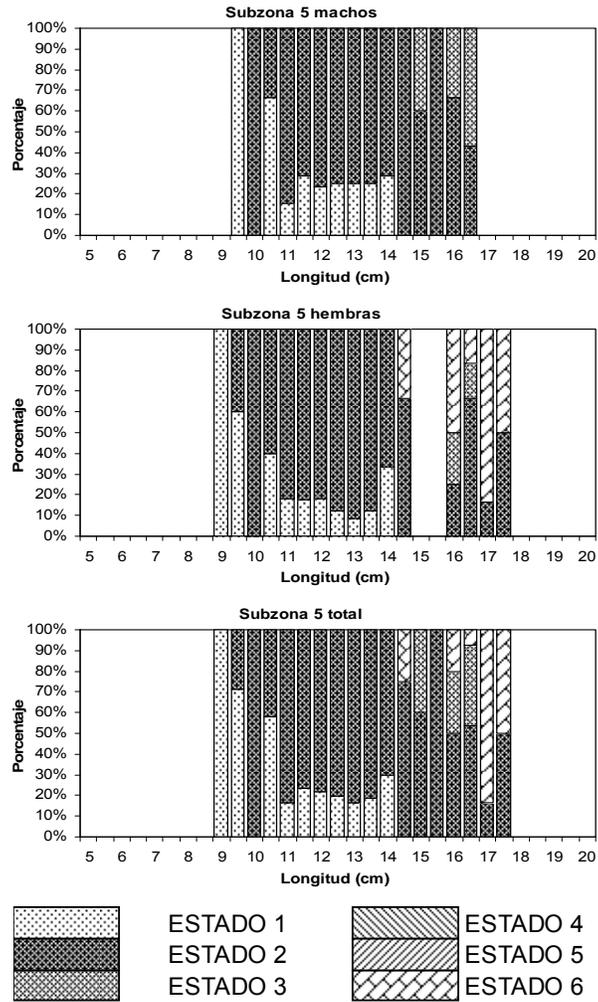


Figura 54. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 5. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

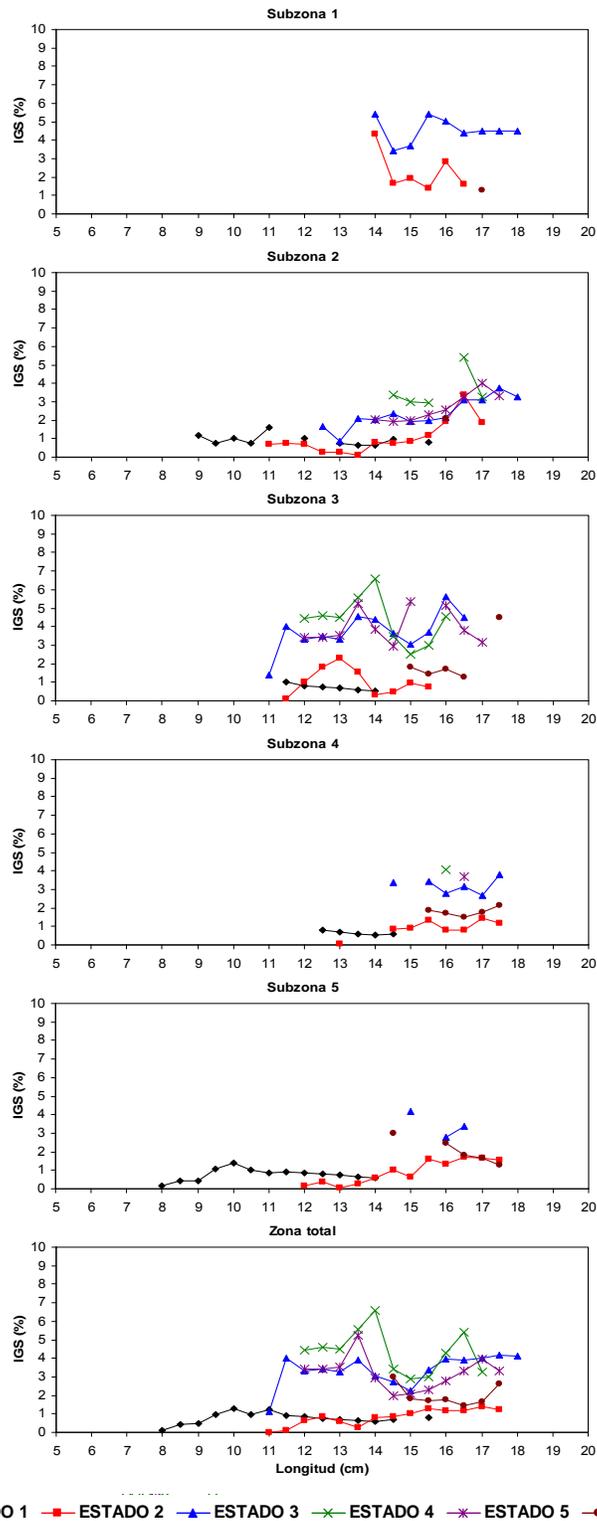


Figura 55. IGS de anchoveta en relaci3n al estado de madurez sexual, zona total de estudio y por subzona. Crucero RECLAN 0703, 3° Y 4° Regiones.

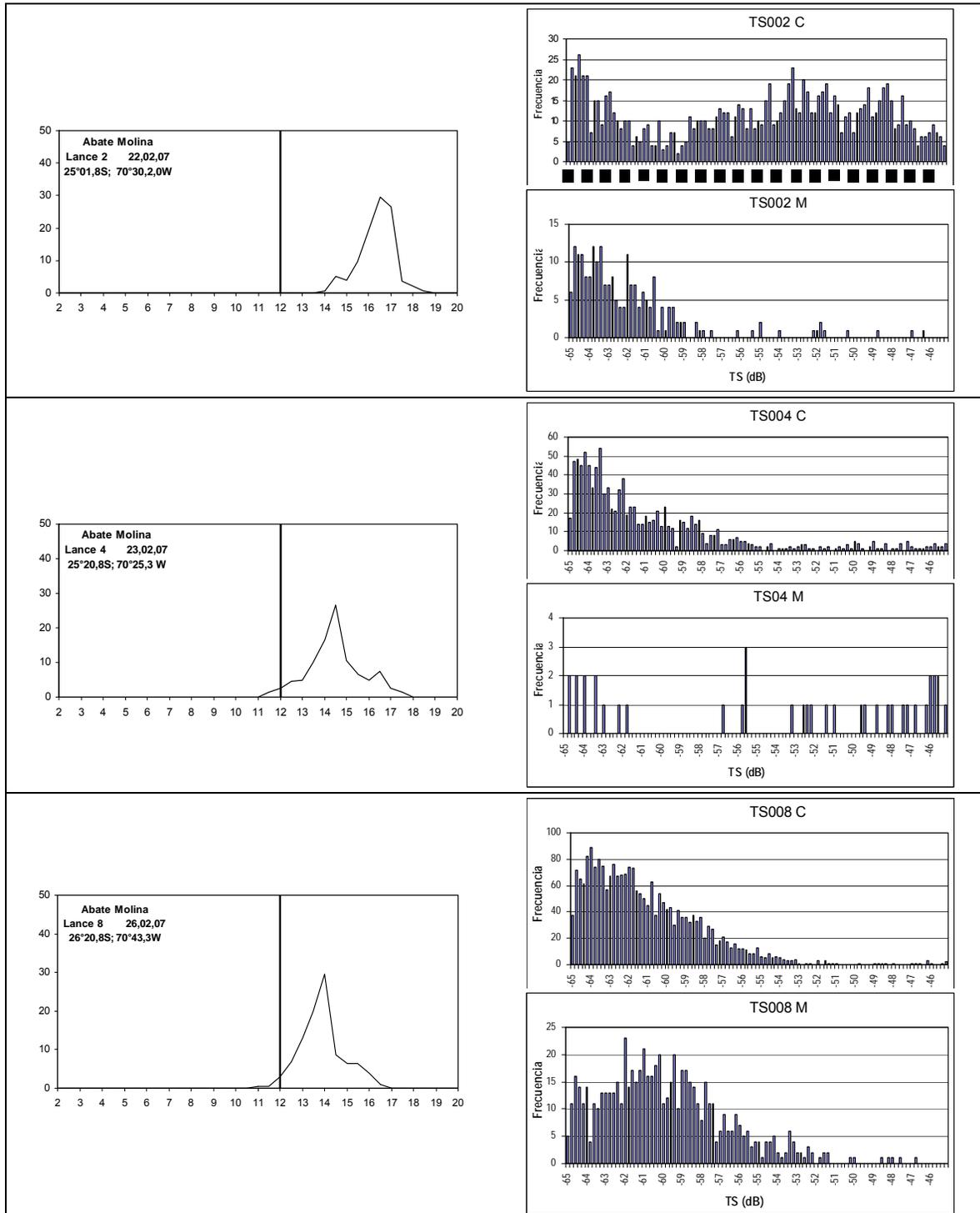


Figura 56. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tama1o asociado. Crucero RECLAN 34 0703.

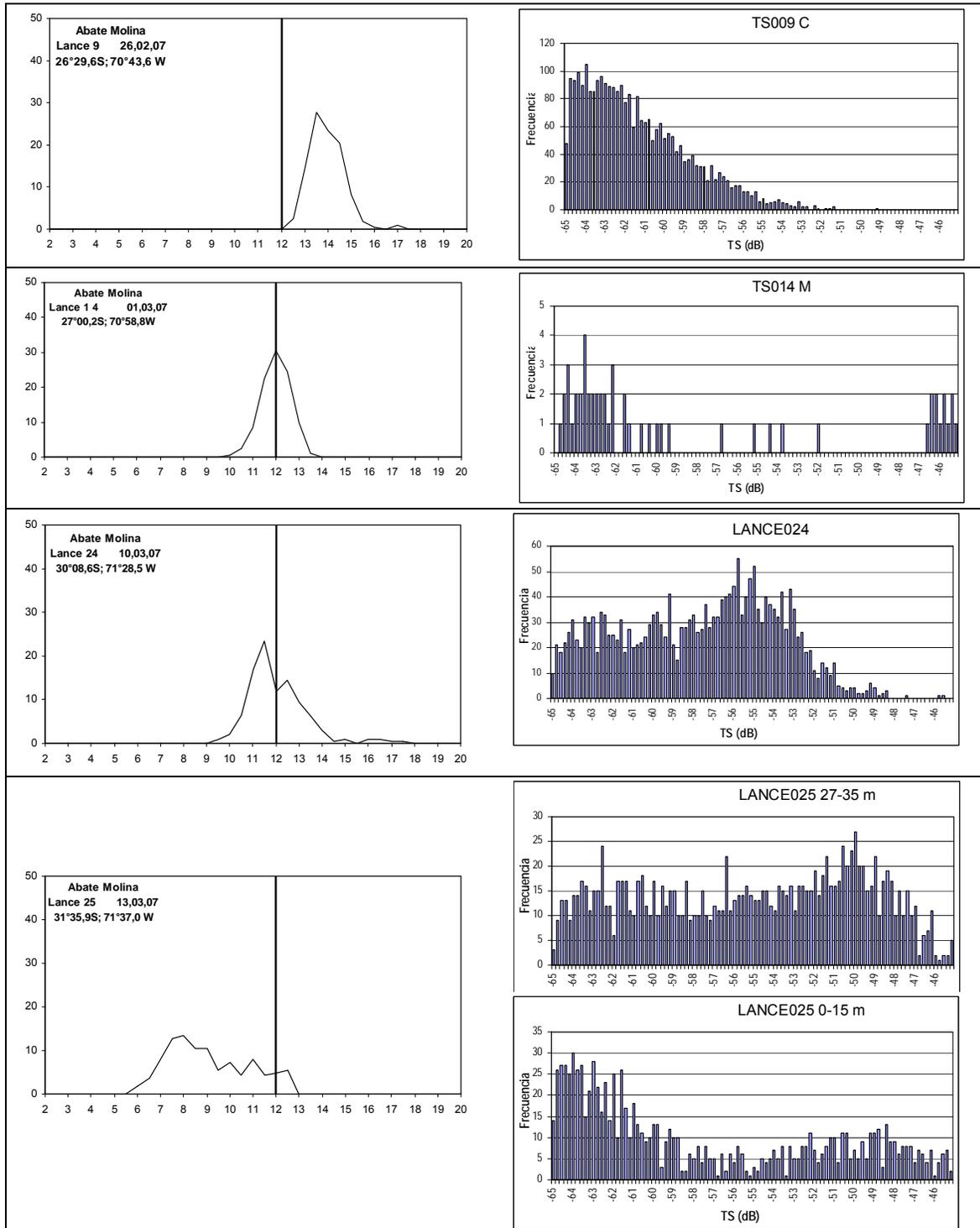


Figura 57. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tama1o asociado. Crucero RECLAN 34 0703.

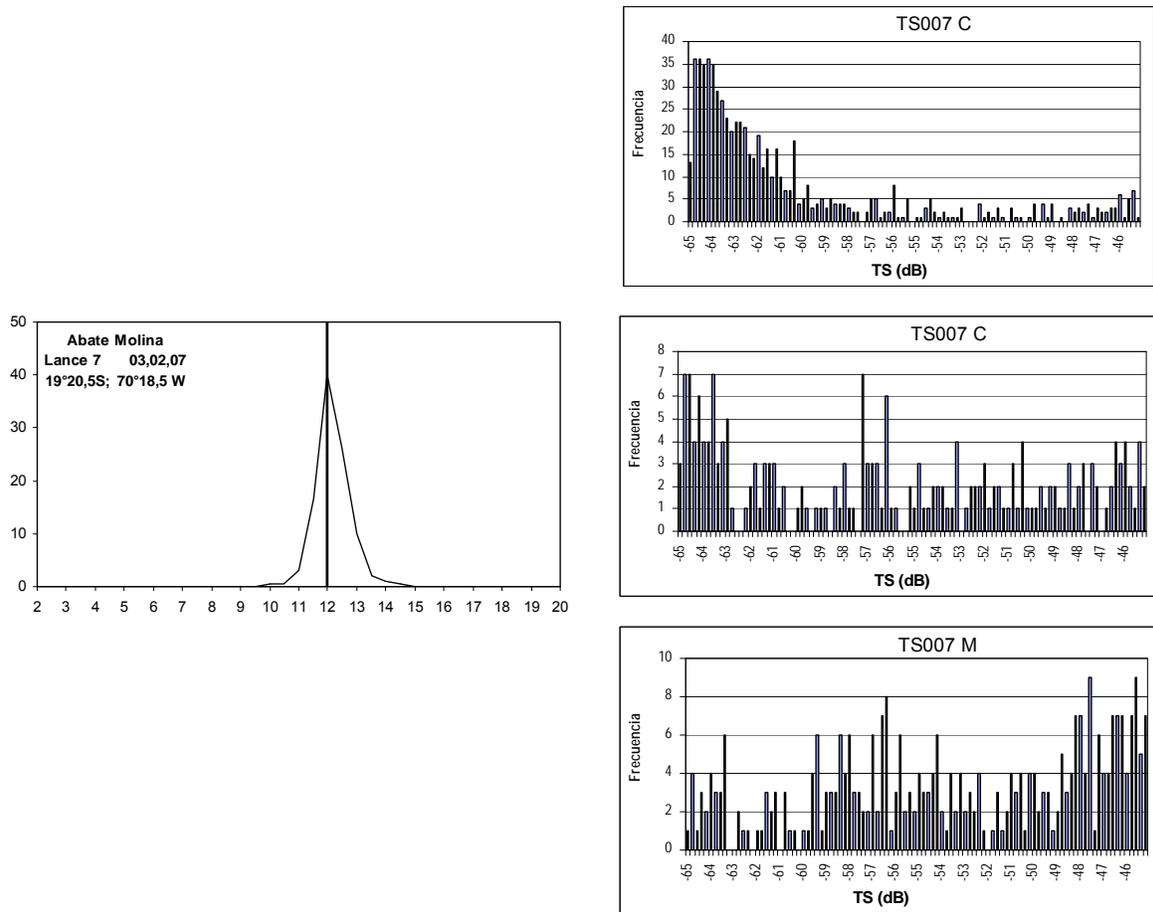


Figura 58. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamao asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

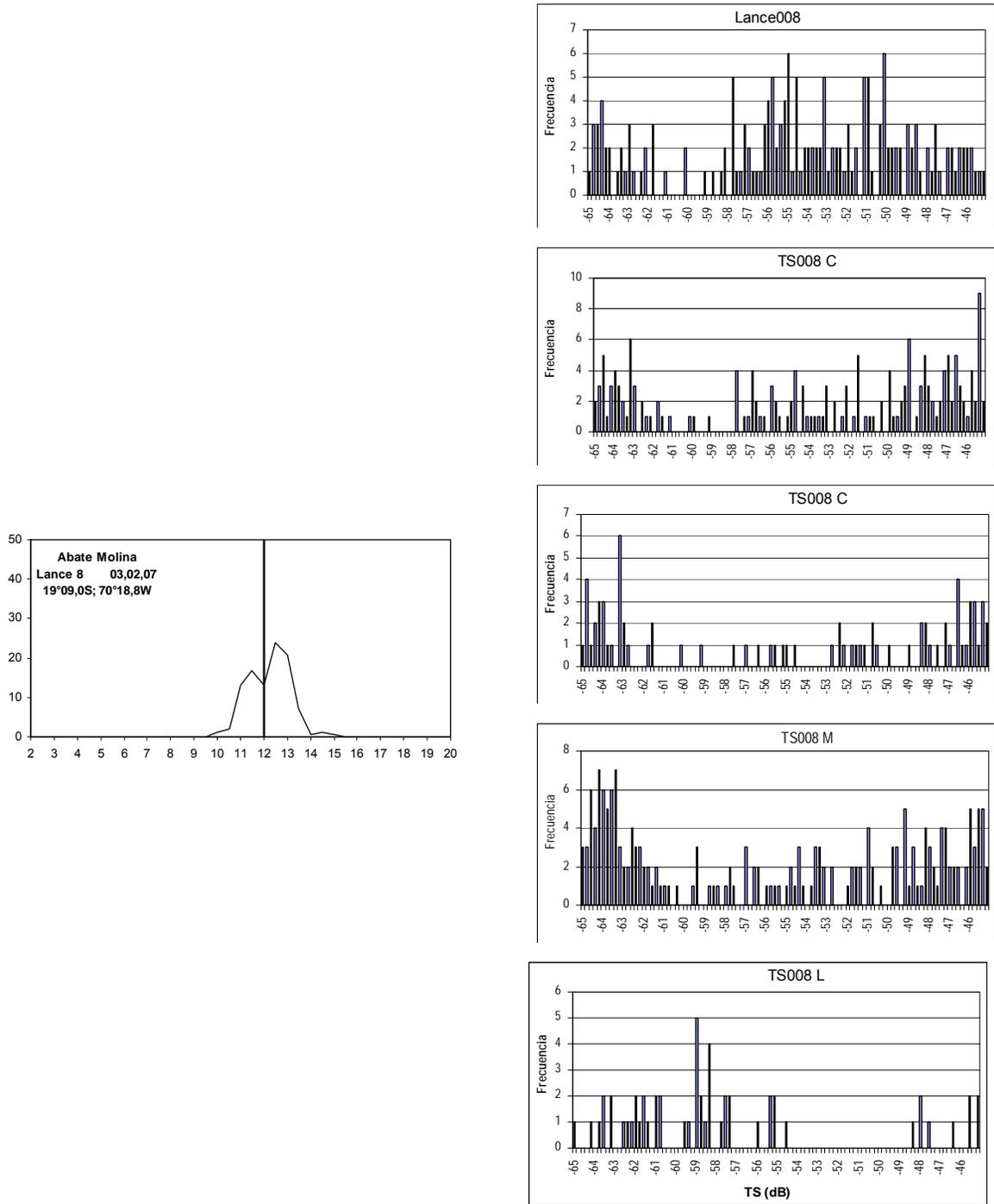


Figura 59. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tama1o asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

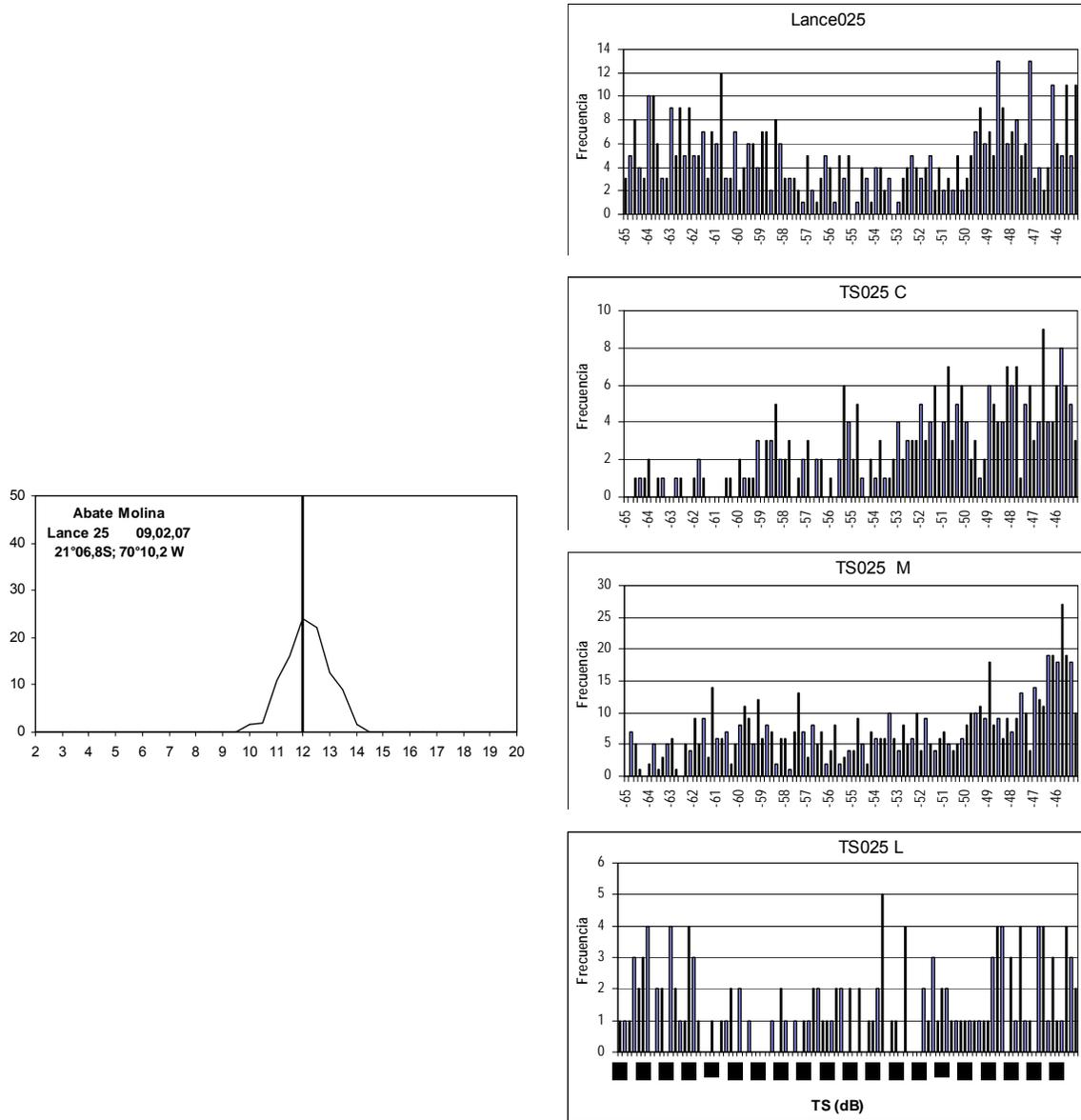


Figura 60. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tama1o asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

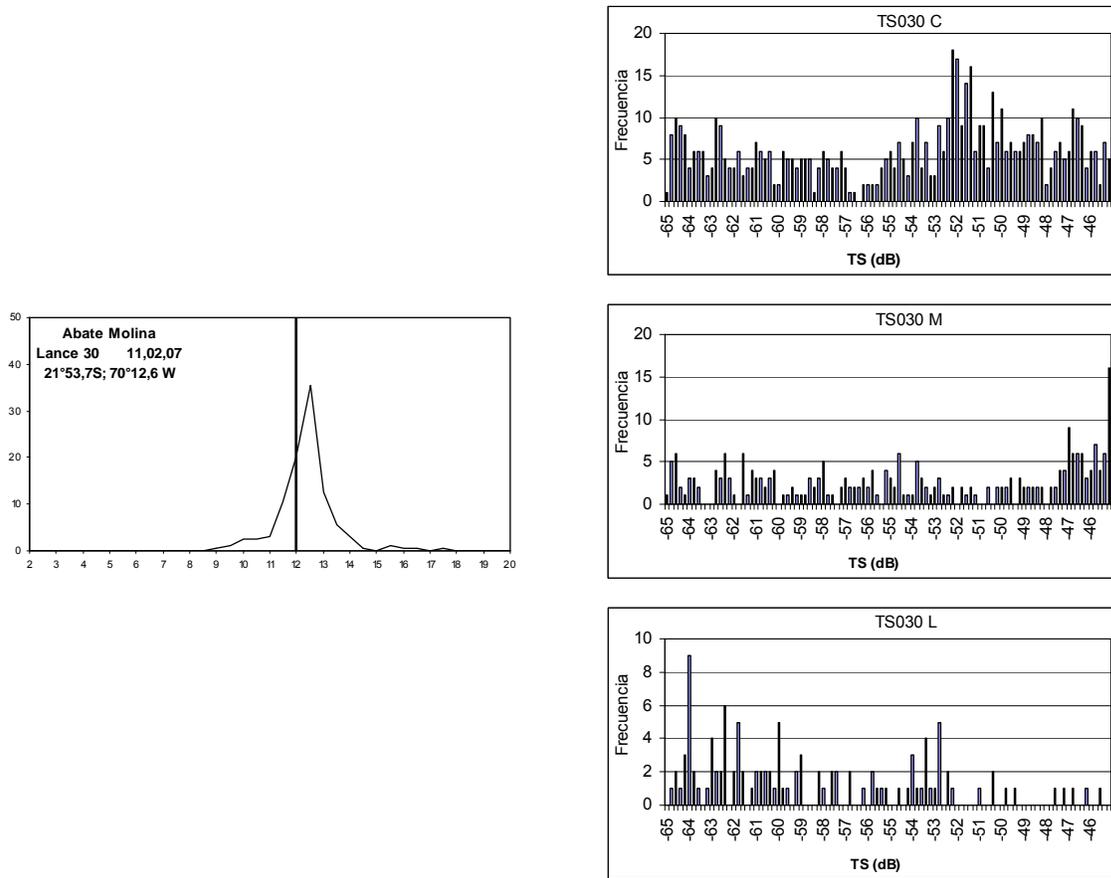


Figura 61. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tama1o asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

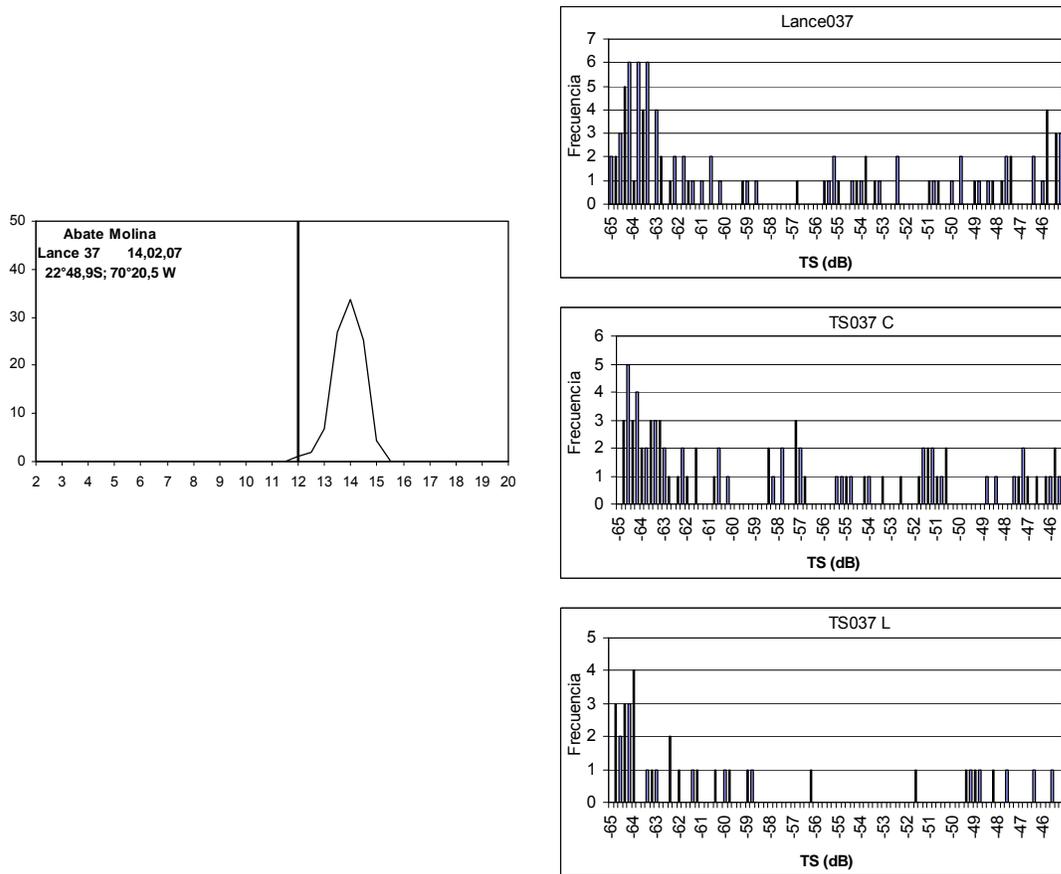


Figura 62. Histograma de las intensidades de blanco (38 KHz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tamaño asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

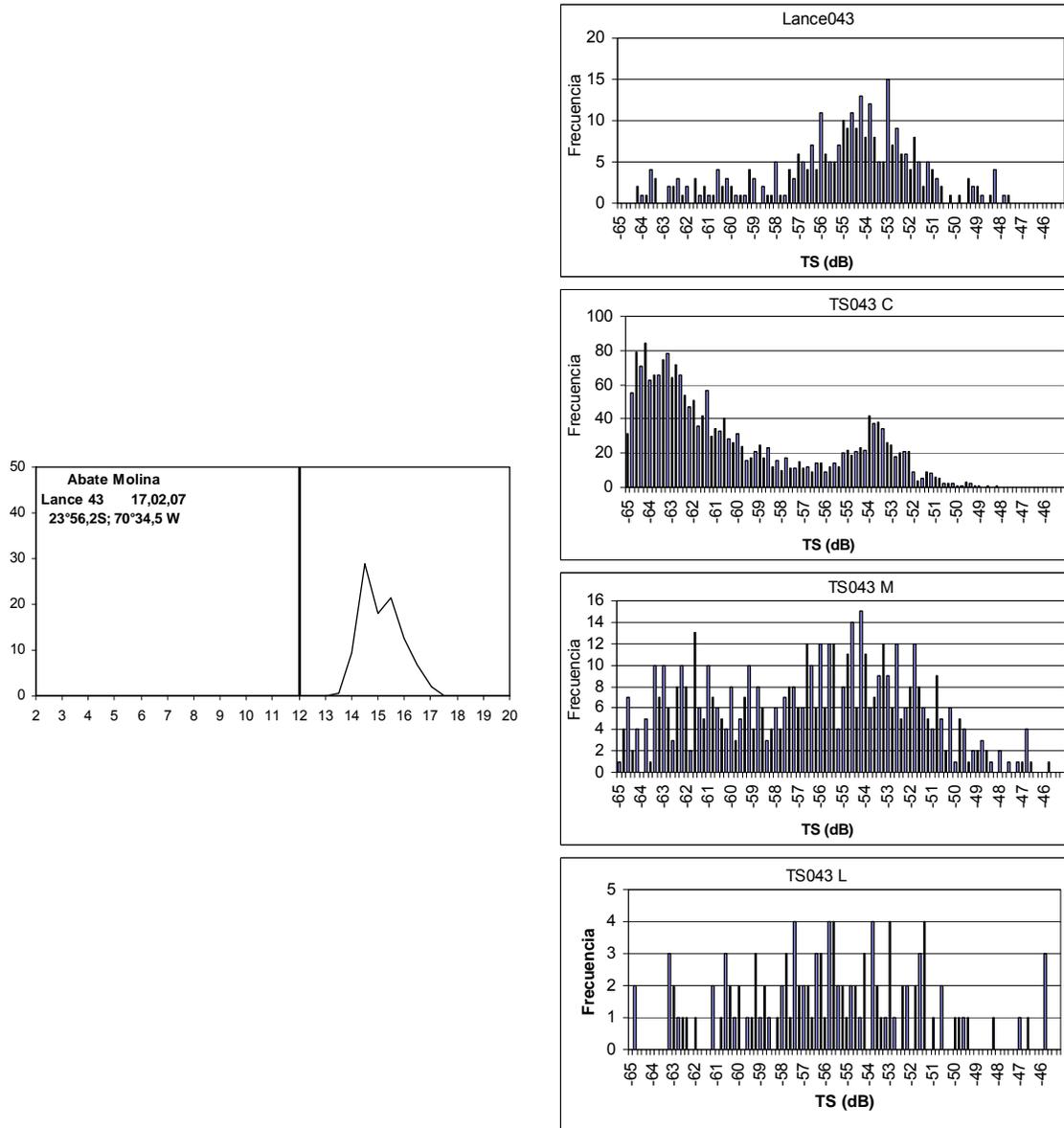


Figura 63. Histograma de las intensidades de blanco (38 Khz) de anchoveta en los lances, estaciones de muestreo y estructura de tama1o asociado. Crucero RECLAN 12 0702.

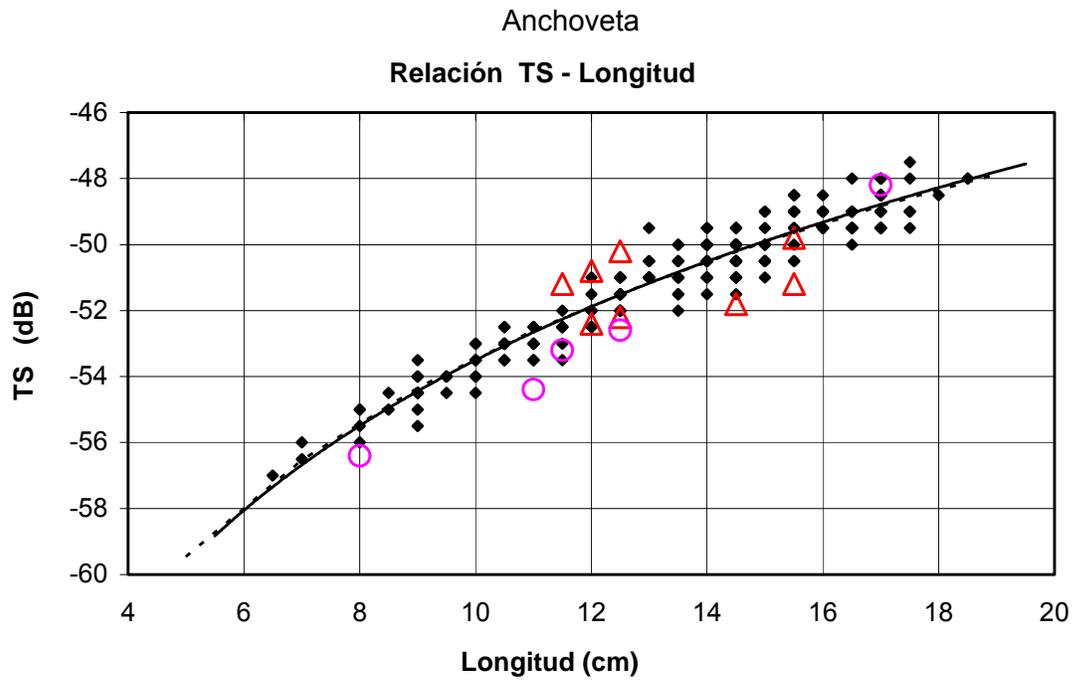


Figura 64. Intensidad de Blanco (TS) por talla de anchoveta para los cruceros RECLAN 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012, 0111 (●), 0702 (Δ), 0703 (○).

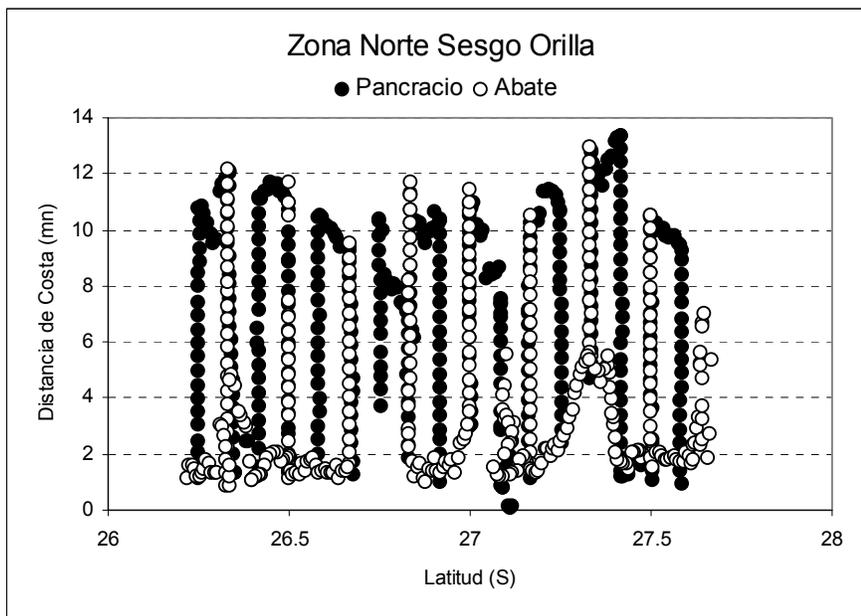
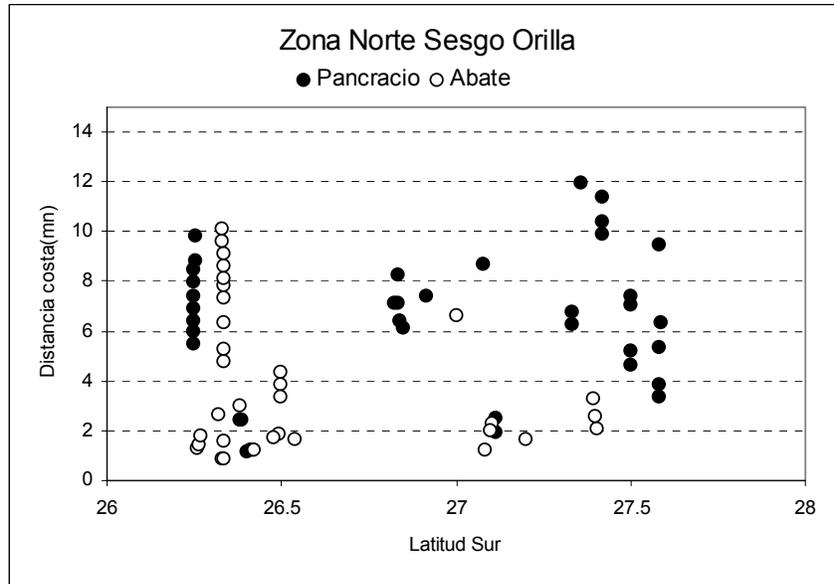


Figura 65. Recorrido del B/C Abate Molina y la L/M Pancracio en la zona de sesgo de orilla norte, RECLAN34 0703.



a)



b)

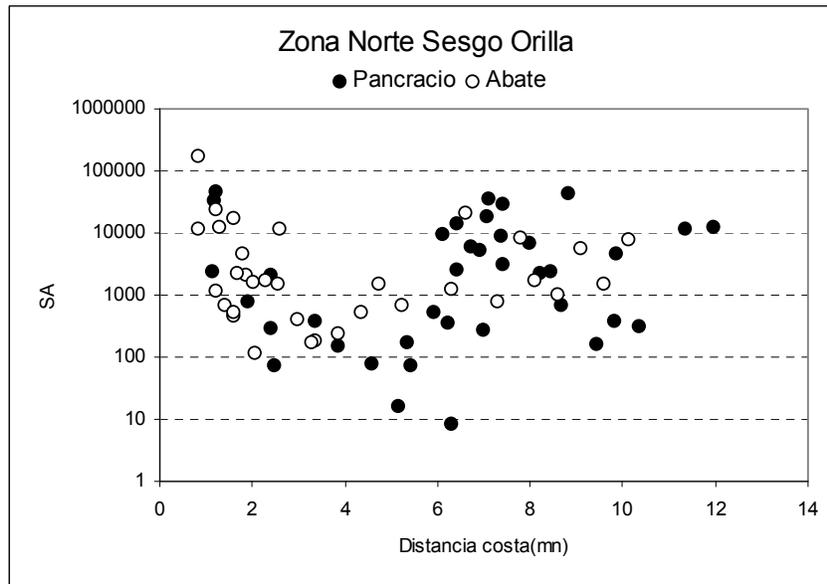


Figura 66. Distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta por latitud detectadas por el B/C Abate Molina y L/M Pancracio en la zona de sesgo de orilla norte (a). Densidades acústicas de anchoveta (log) respecto a la distancia a la costa detectadas por el B/C Abate Molina y L/M Pancracio en la zona de sesgo de orilla norte (b).

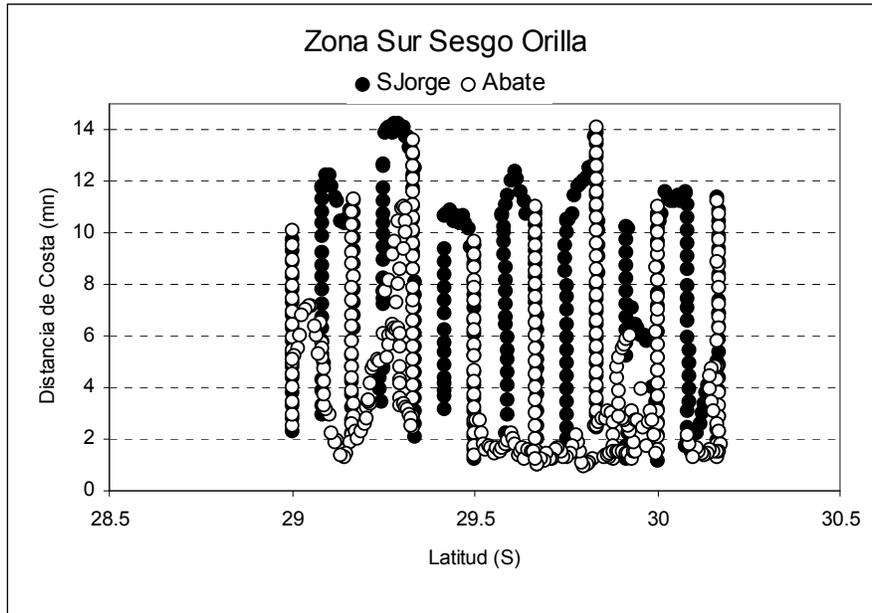
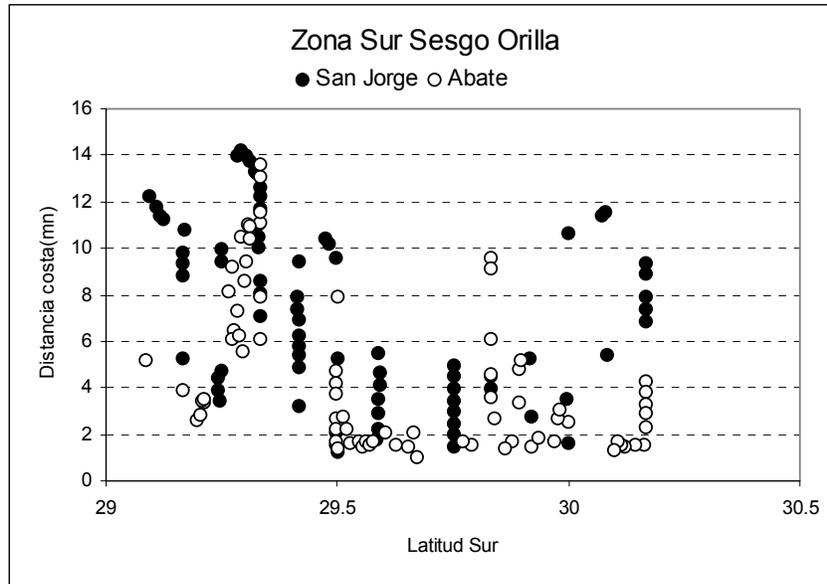


Figura 67. Recorrido del B/C Abate Molina y la L/M San Jorge en la zona de sesgo de orilla sur, RECLAN34 0703.



a)



b)

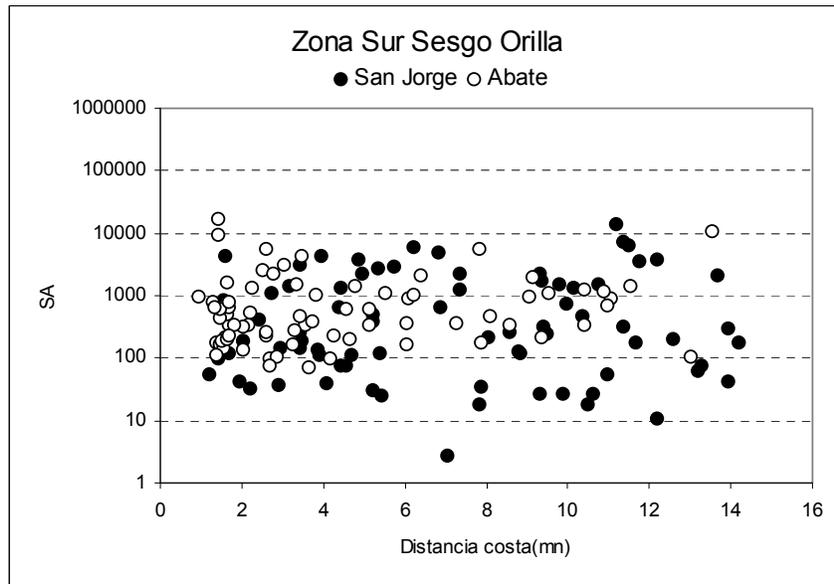


Figura 68. Distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta por latitud detectadas por el B/C Abate Molina y L/M San Jorge en la zona de sesgo de orilla sur (a). Densidades acústicas de anchoveta (log) respecto a la distancia a la costa detectadas por el B/C Abate Molina y L/M San Jorge en la zona de sesgo de orilla sur (b).

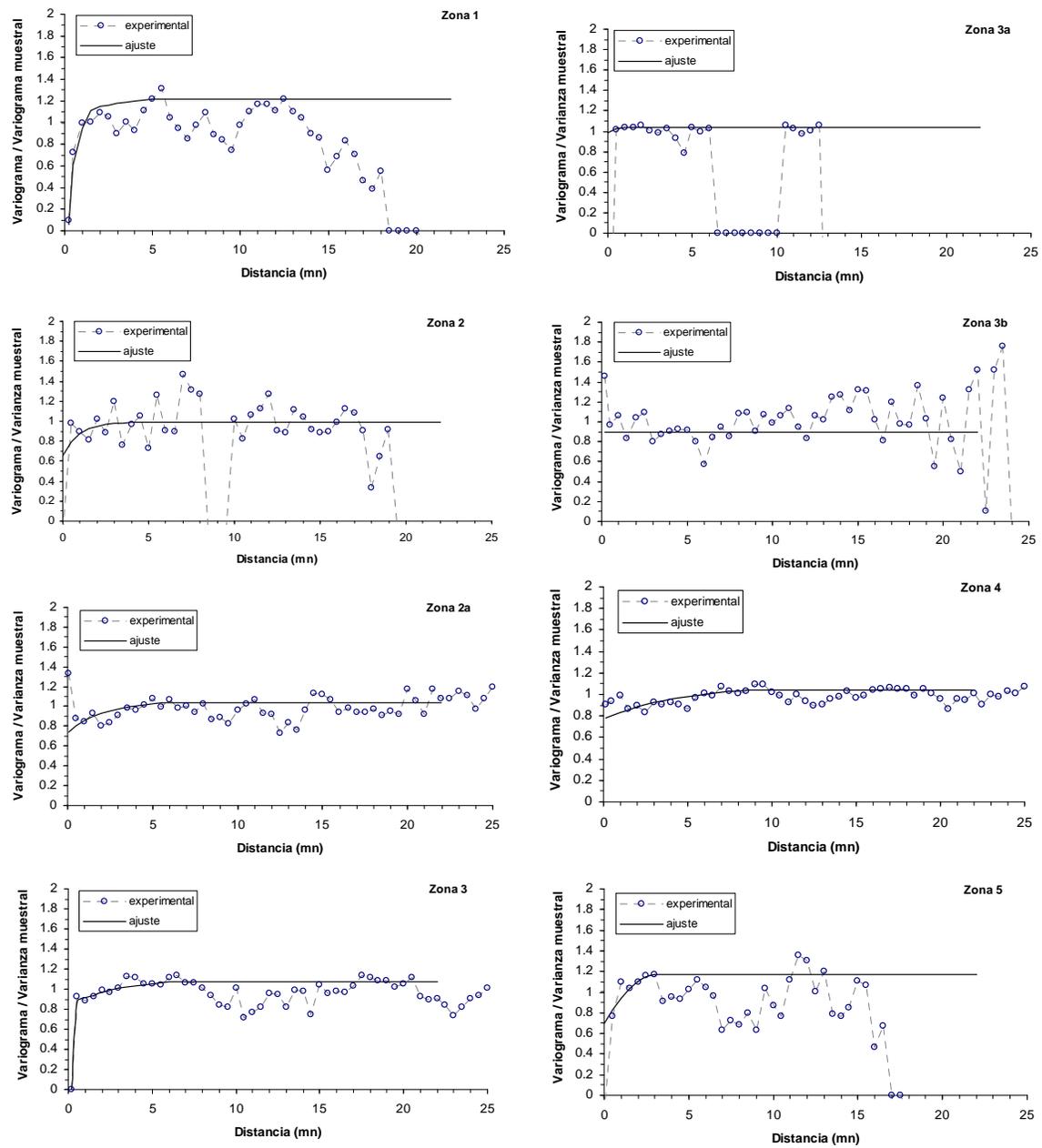


Figura 69. Variogramas estandarizados de anchoveta por zona. Crucero RECLAN34 0703.

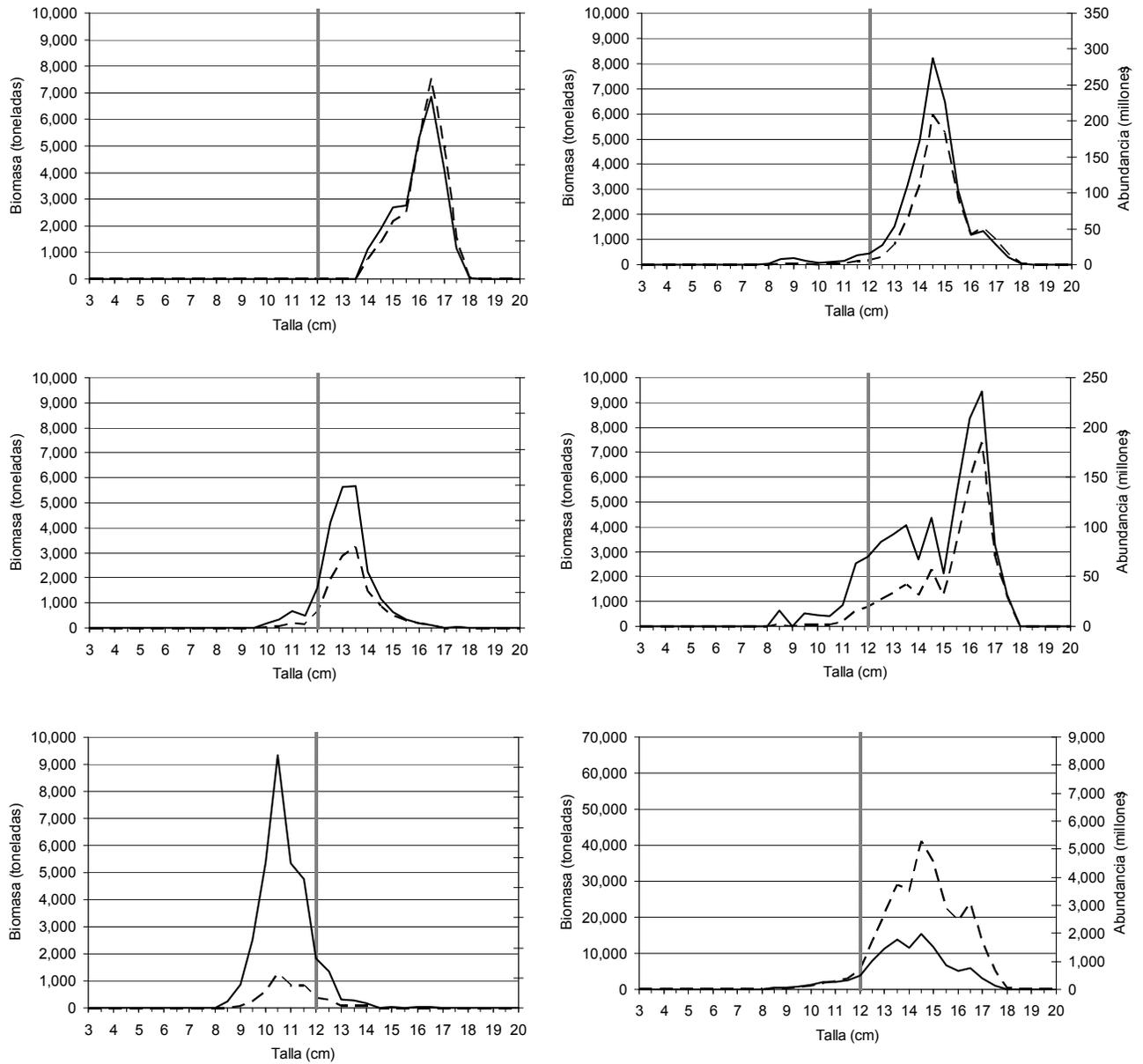


Figura 70. Abundancia (millones de ejemplares) y Biomasa (t) de anchoveta por talla y zona. Crucero RECLAN 34 0703.

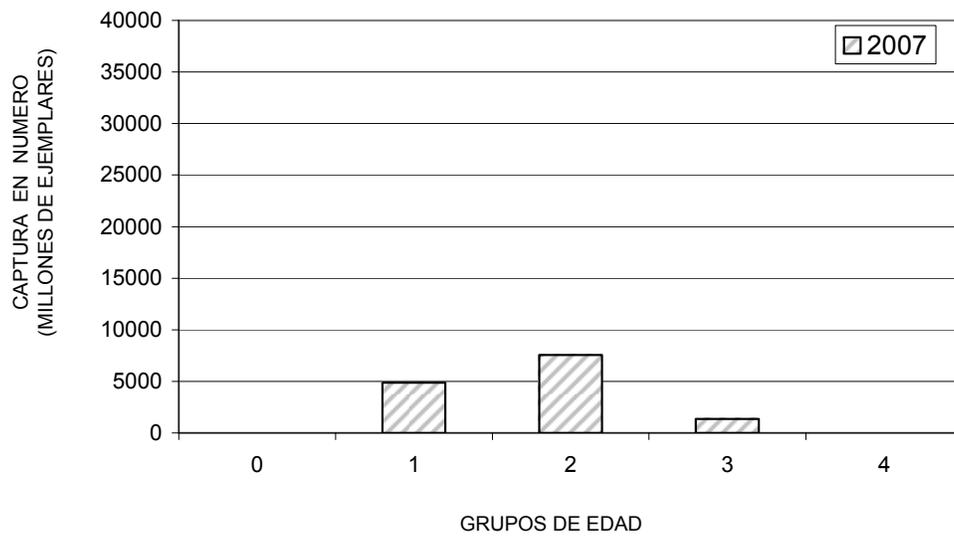


Figura 71. Composici3n de captura en n3mero por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica Zona Norte RECLAN III y IV 2007.

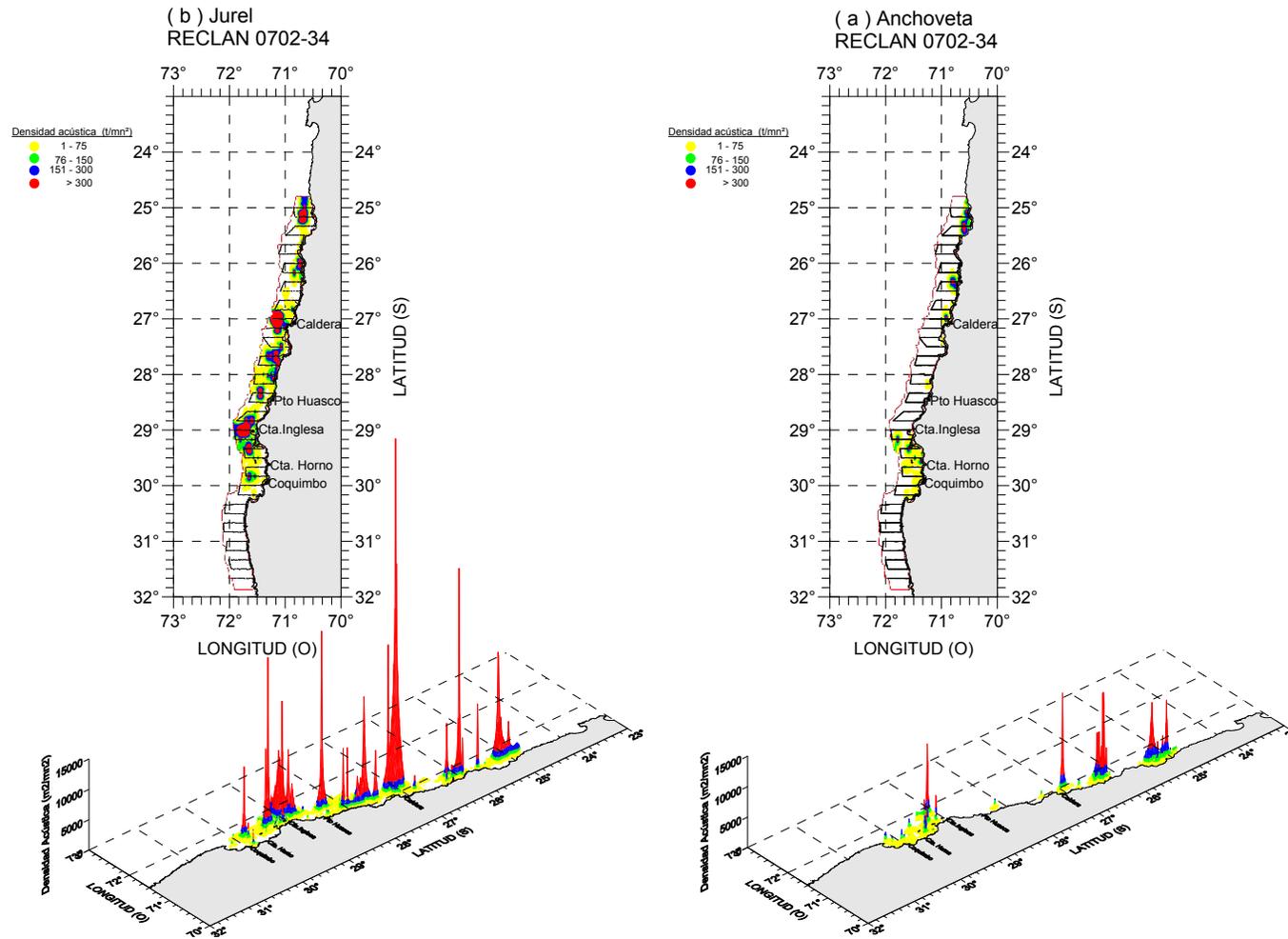


Figura 72. Distribuci3n espacial de la densidad acústica (t/mn²) de anchoveta (a) y jurel (b) durante el crucero RECLAN 0702-34.

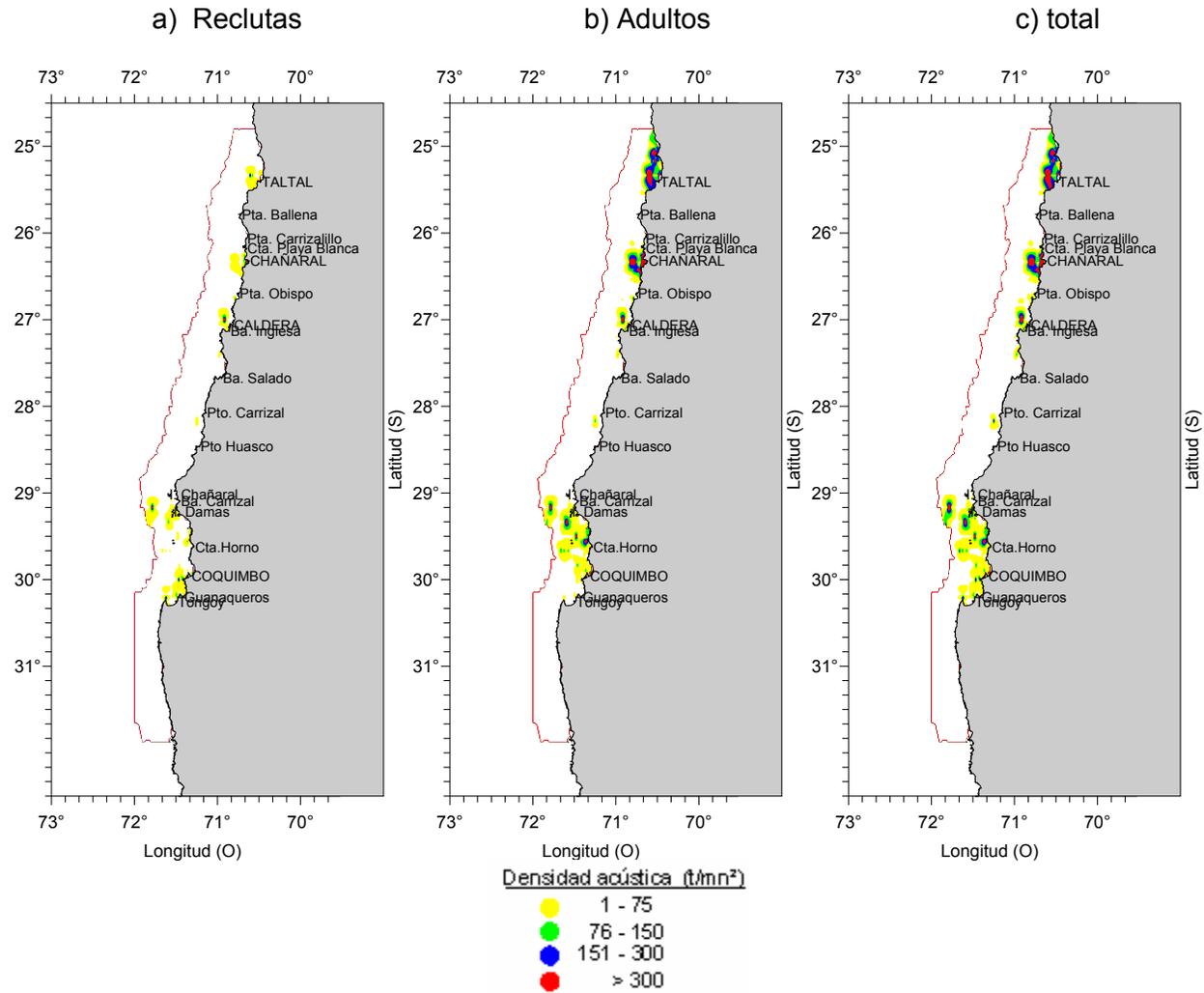


Figura 73. Distribuci3n espacial de anchoveta fracci3n recluta (a), adultos (b), y total (c). Crucero RECLAN34 0703.

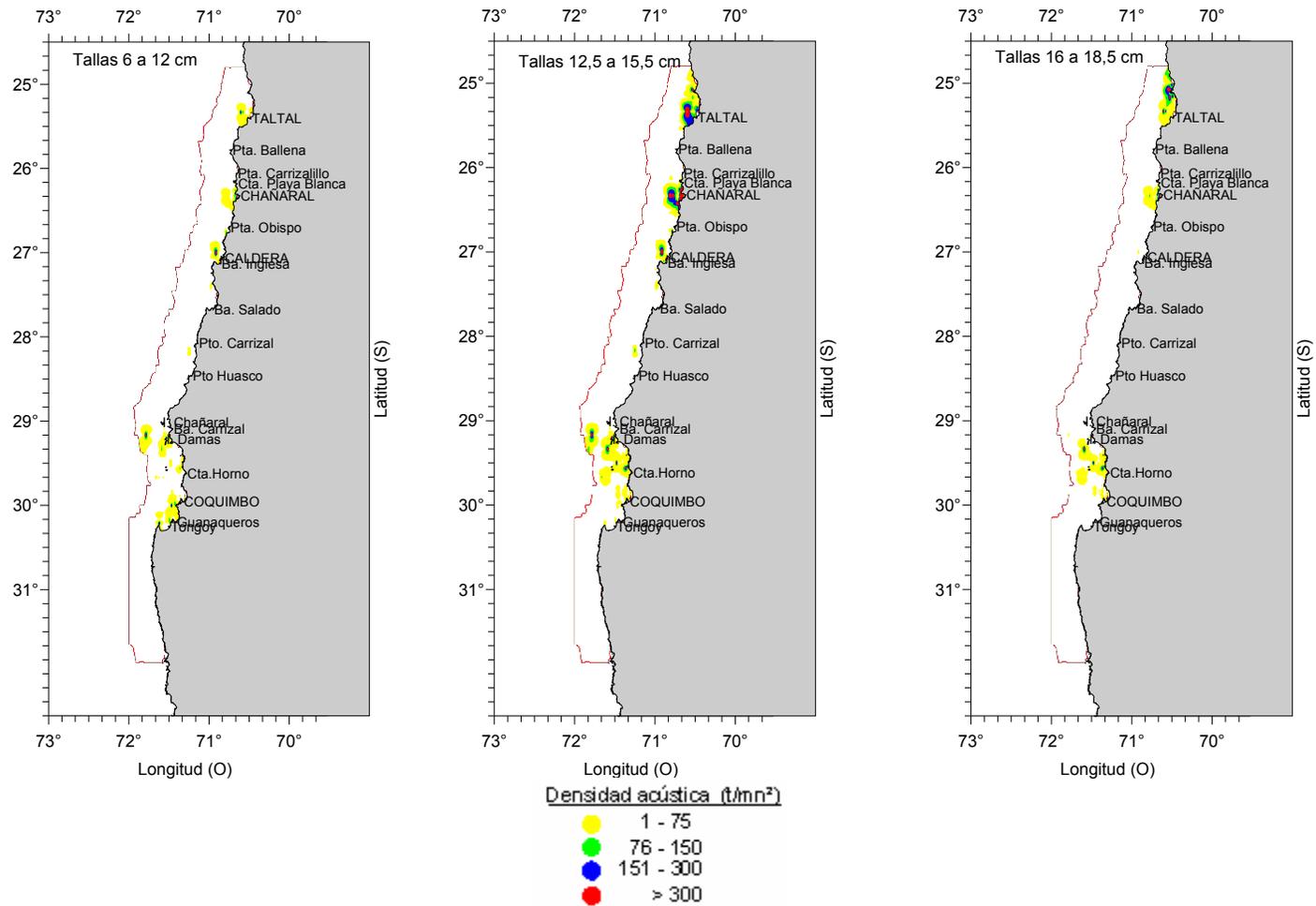


Figura 74. Distribuci3n espacial de anchoveta por rango de tallas. Crucero RECLAN34 0703.

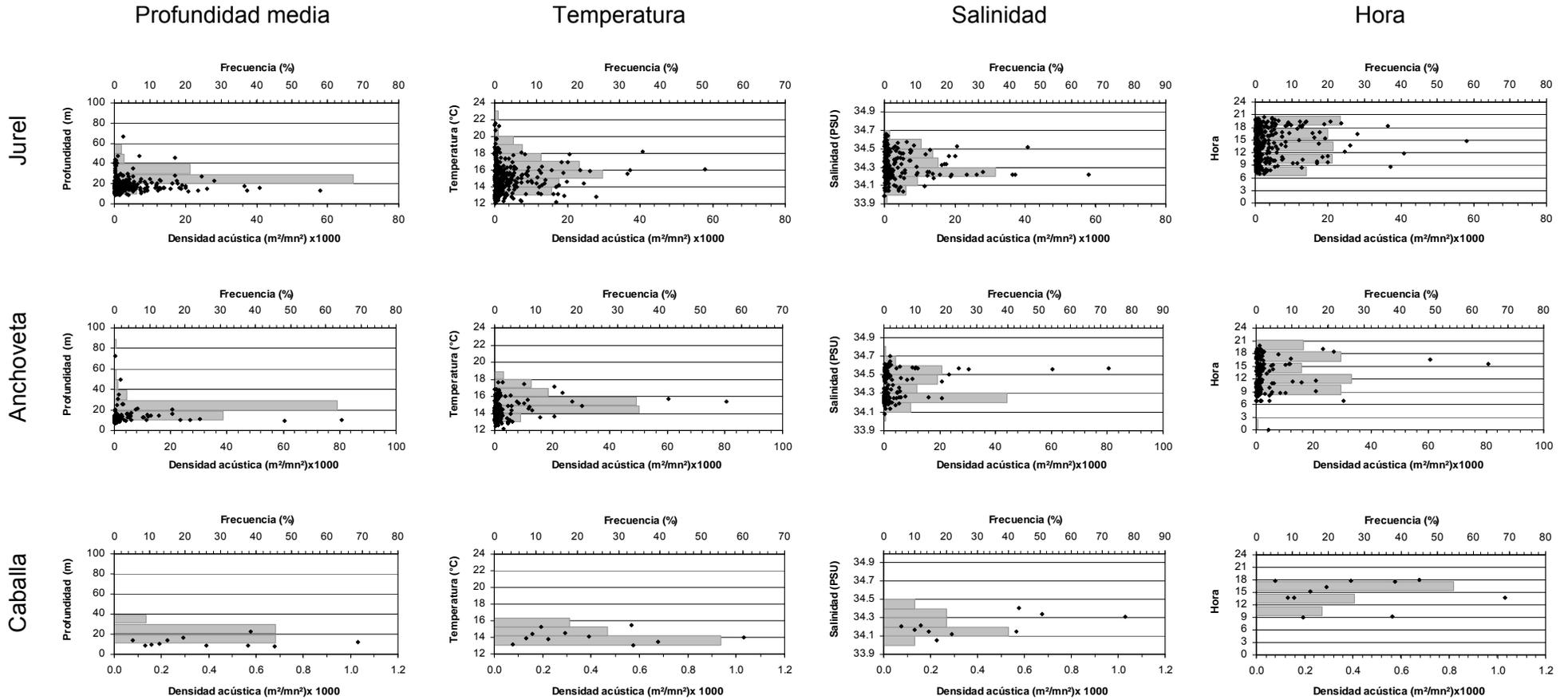


Figura 75. Distribuci3n batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu) y ciclo horario de las agregaciones de jurel, anchoveta y caballa durante el día entre Antofagasta y Pichidangui, Crucero RECLAN34 0703.

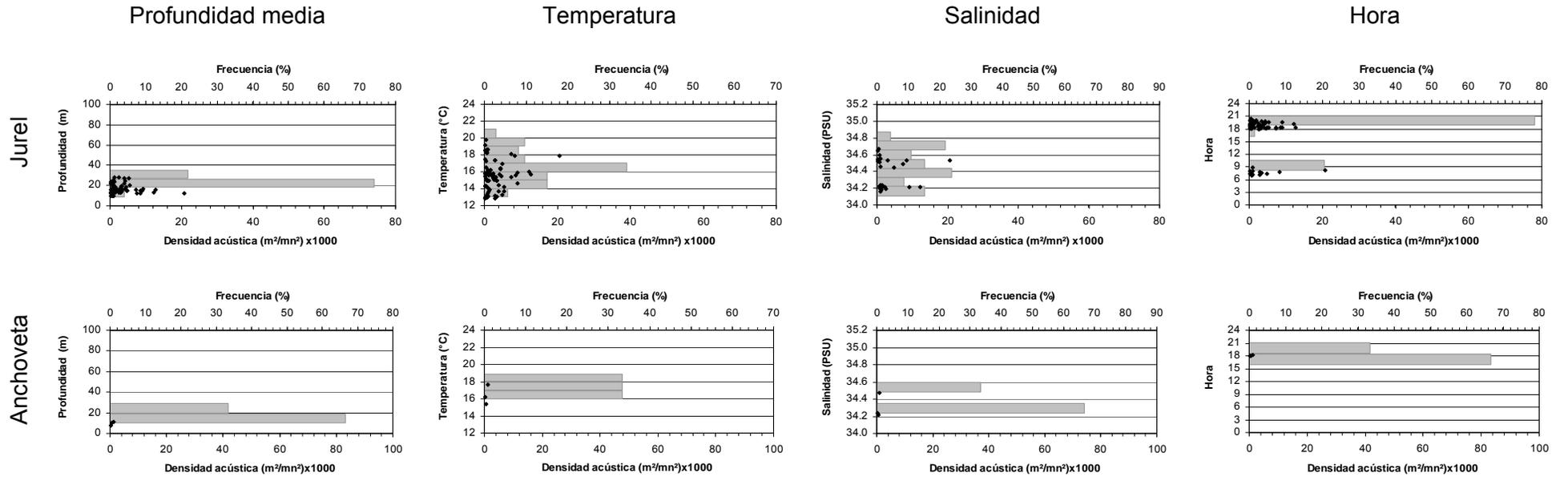


Figura 76. Distribución batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu) y ciclo horario de las agregaciones de jurel, anchoveta y caballa durante la noche entre Antofagasta y Pichidangui, Crucero RECLAN34 0703.

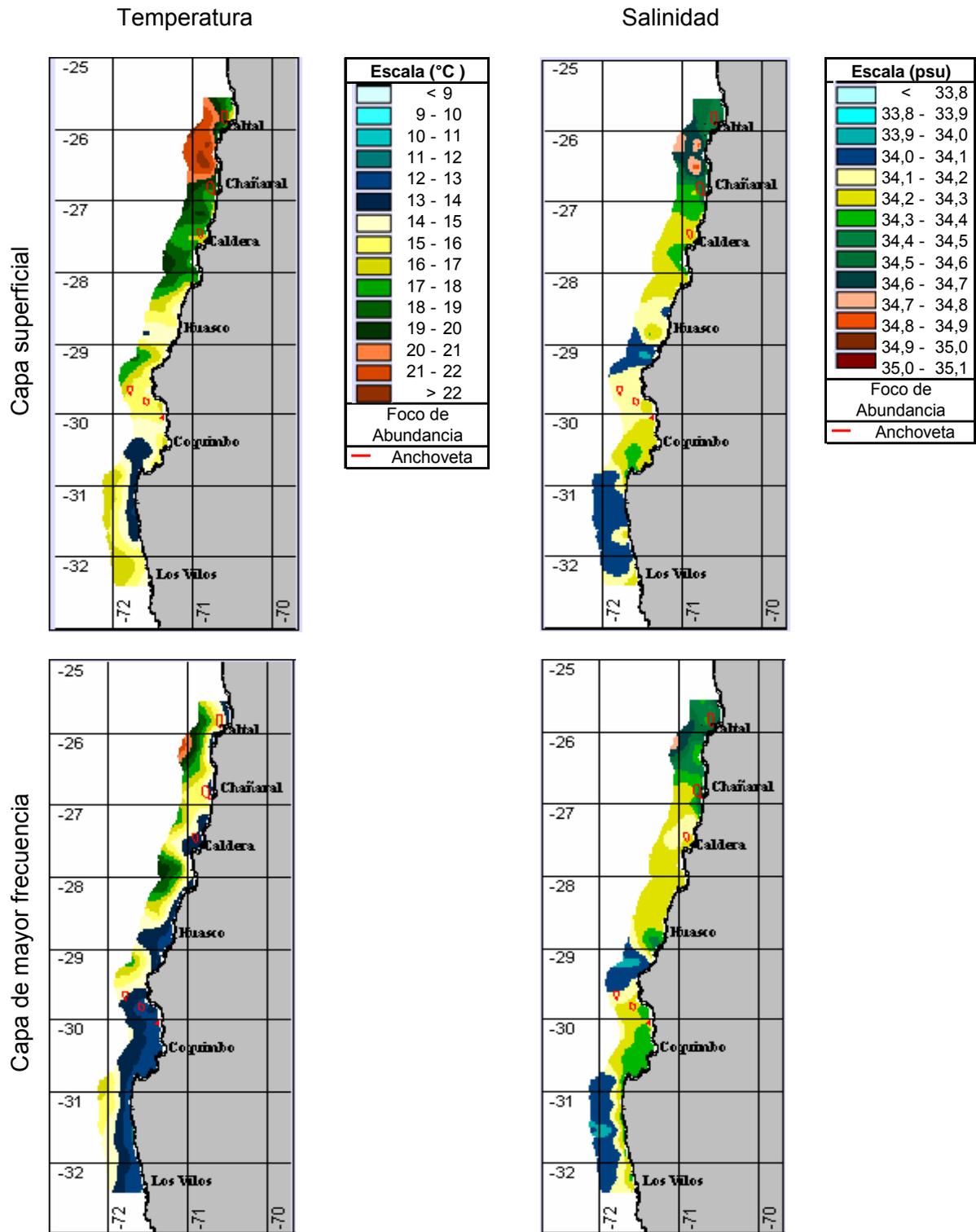


Figura 77. Distribuci3n espacial de temperatura y salinidad en las capas superficial y de mayor frecuencia de cardúmenes. Crucero RECLAN34 0703.

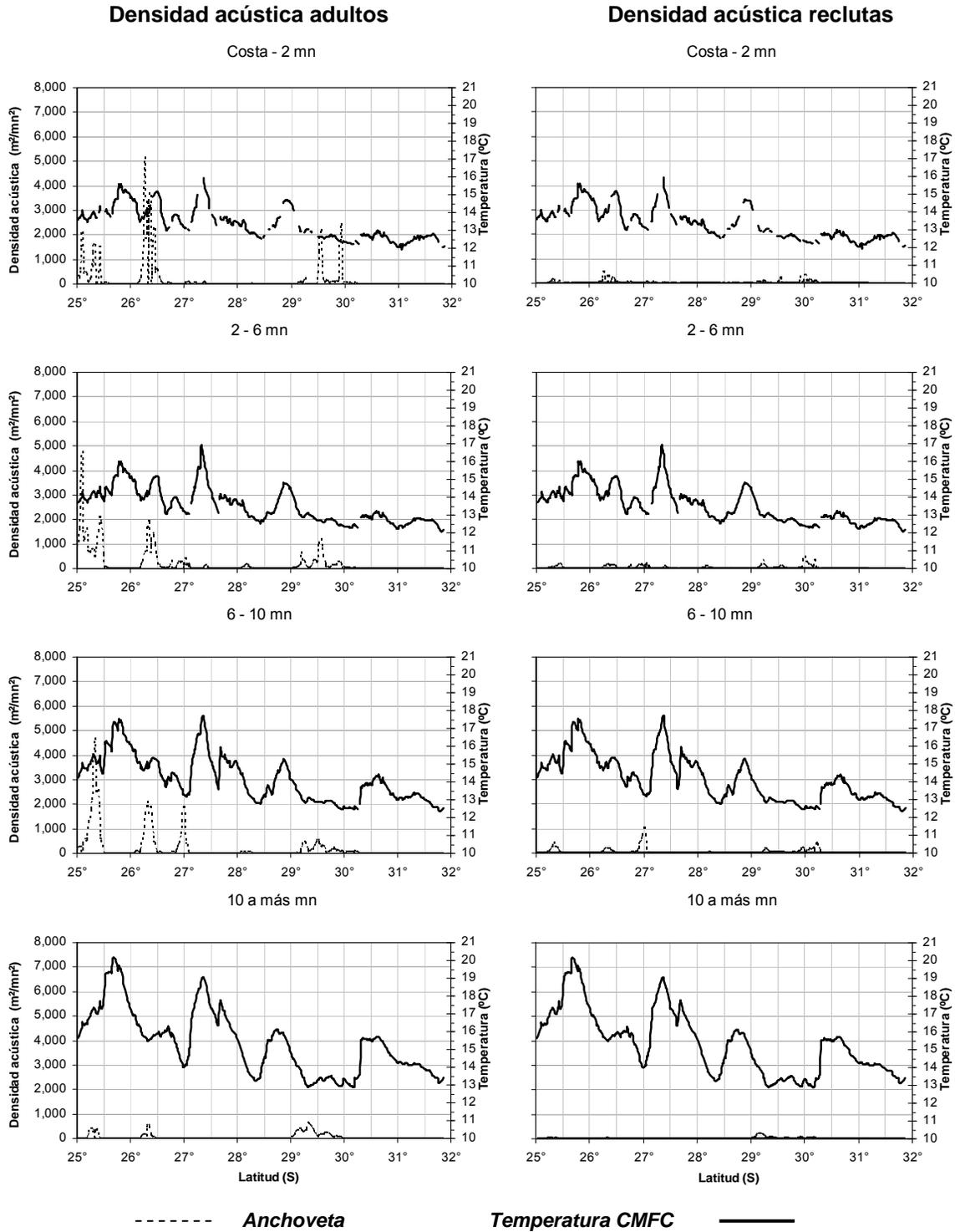


Figura 78. Señal latitudinal de la variable temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (°C), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

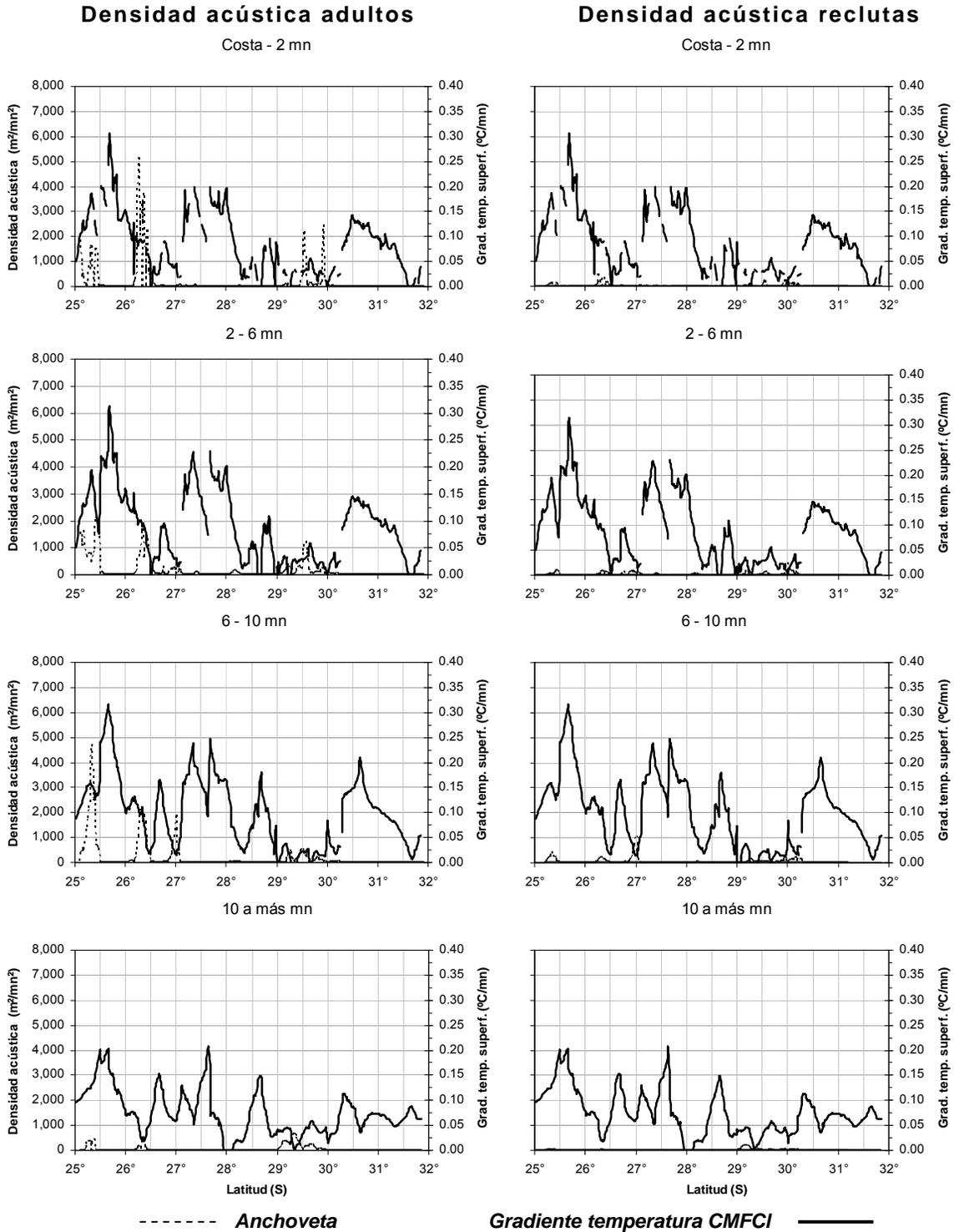


Figura 79. Señal latitudinal de gradiente de temperatura en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes ($^{\circ}\text{C}/\text{mn}$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

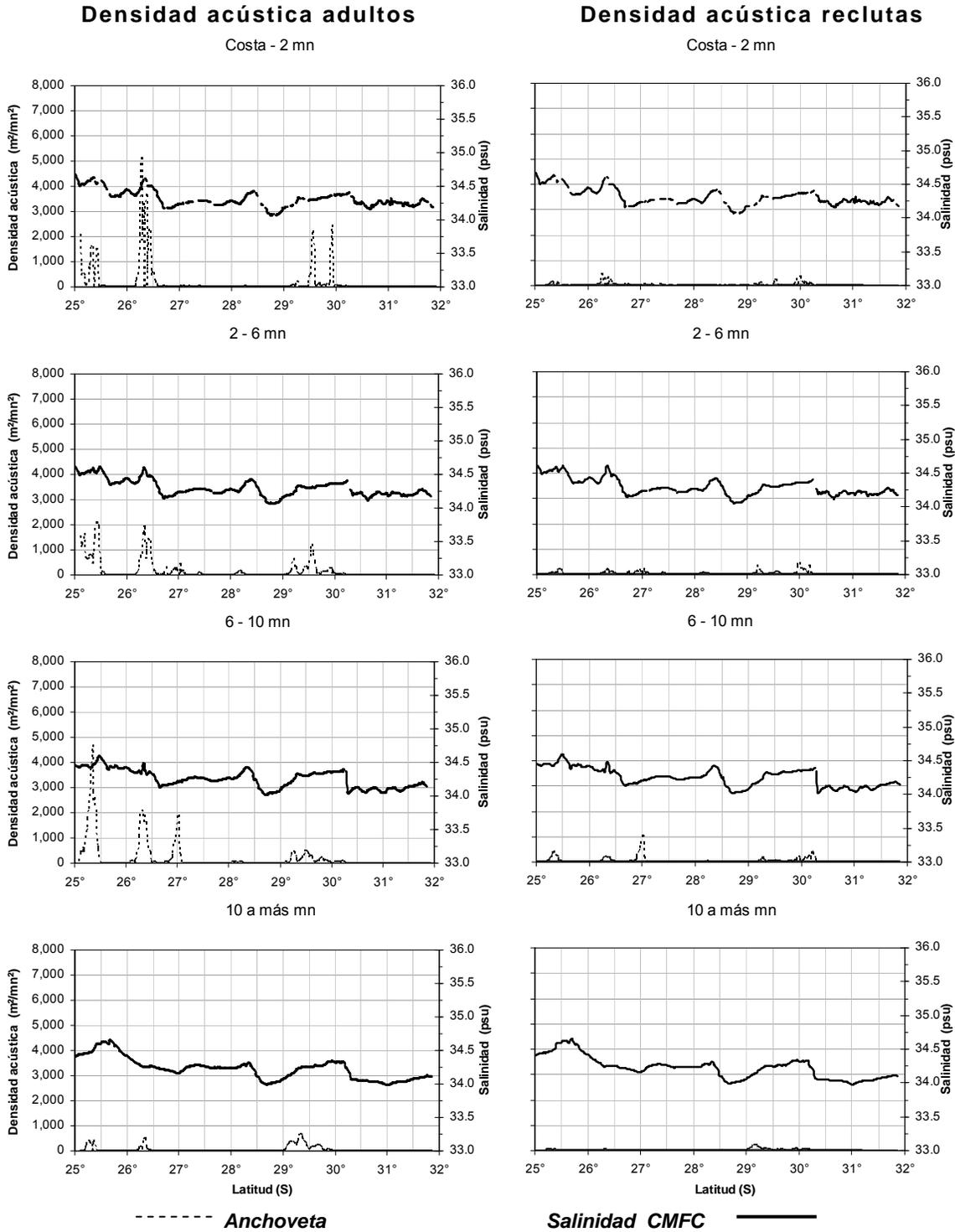


Figura 80. Señal latitudinal de la variable salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

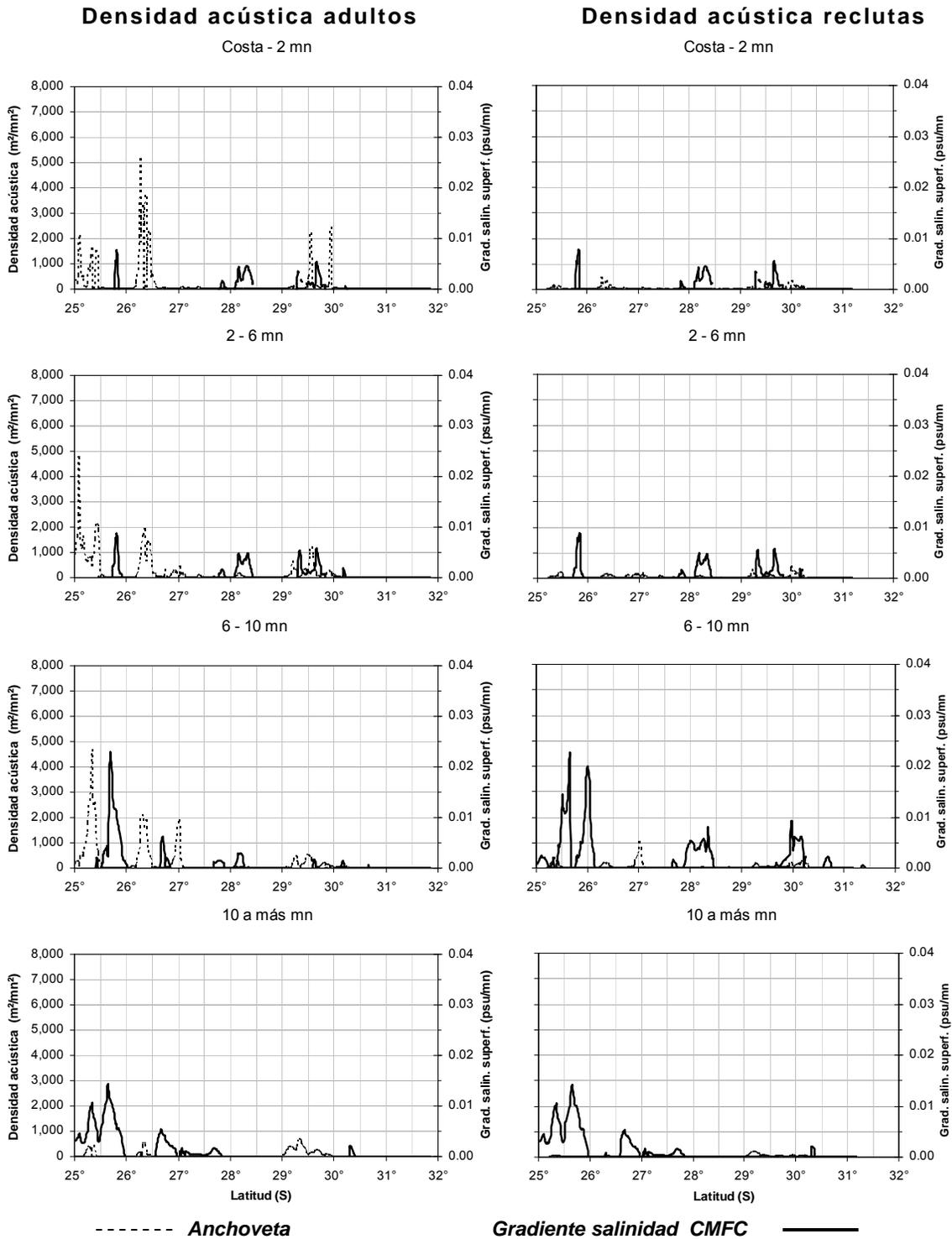


Figura 81. Señal latitudinal de gradiente de salinidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (psu/mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

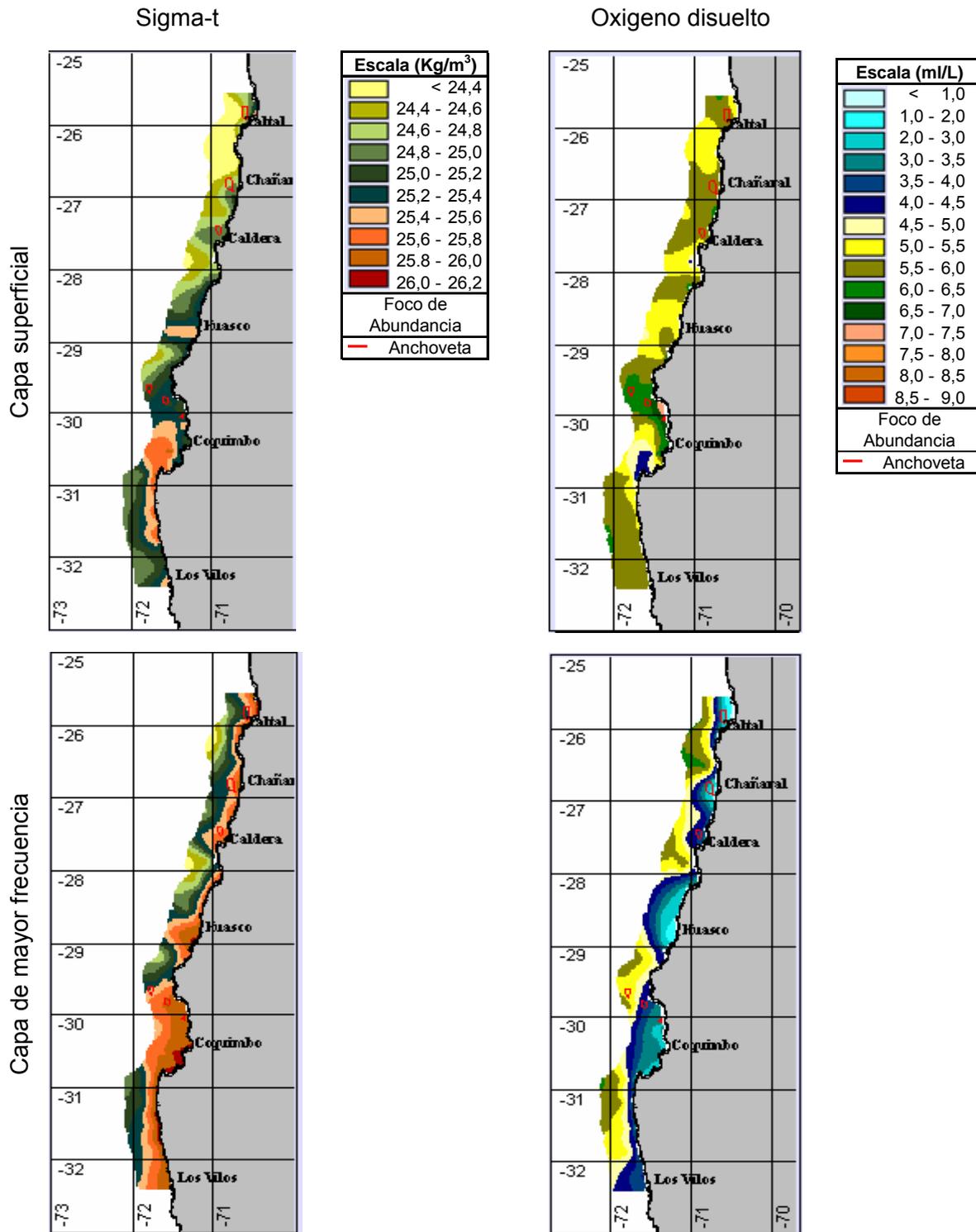


Figura 82. Distribuci3n espacial de densidad del agua de mar y ox3geno disuelto en las capas superficial y de mayor frecuencia de card3menes. Crucero RECLAN34 0703.

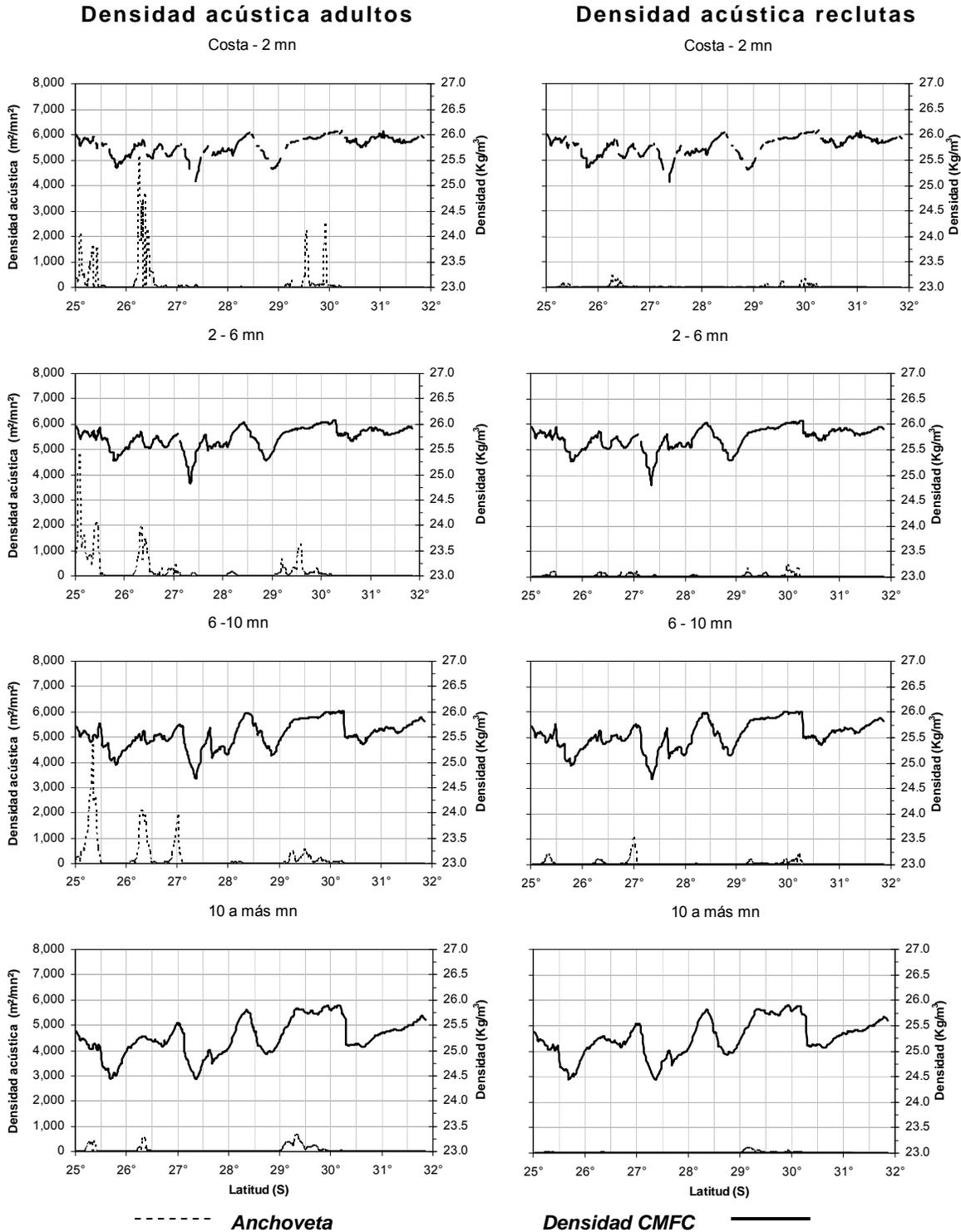


Figura 83. Señal latitudinal de la variable densidad en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (Kg/m^3), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adultos y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

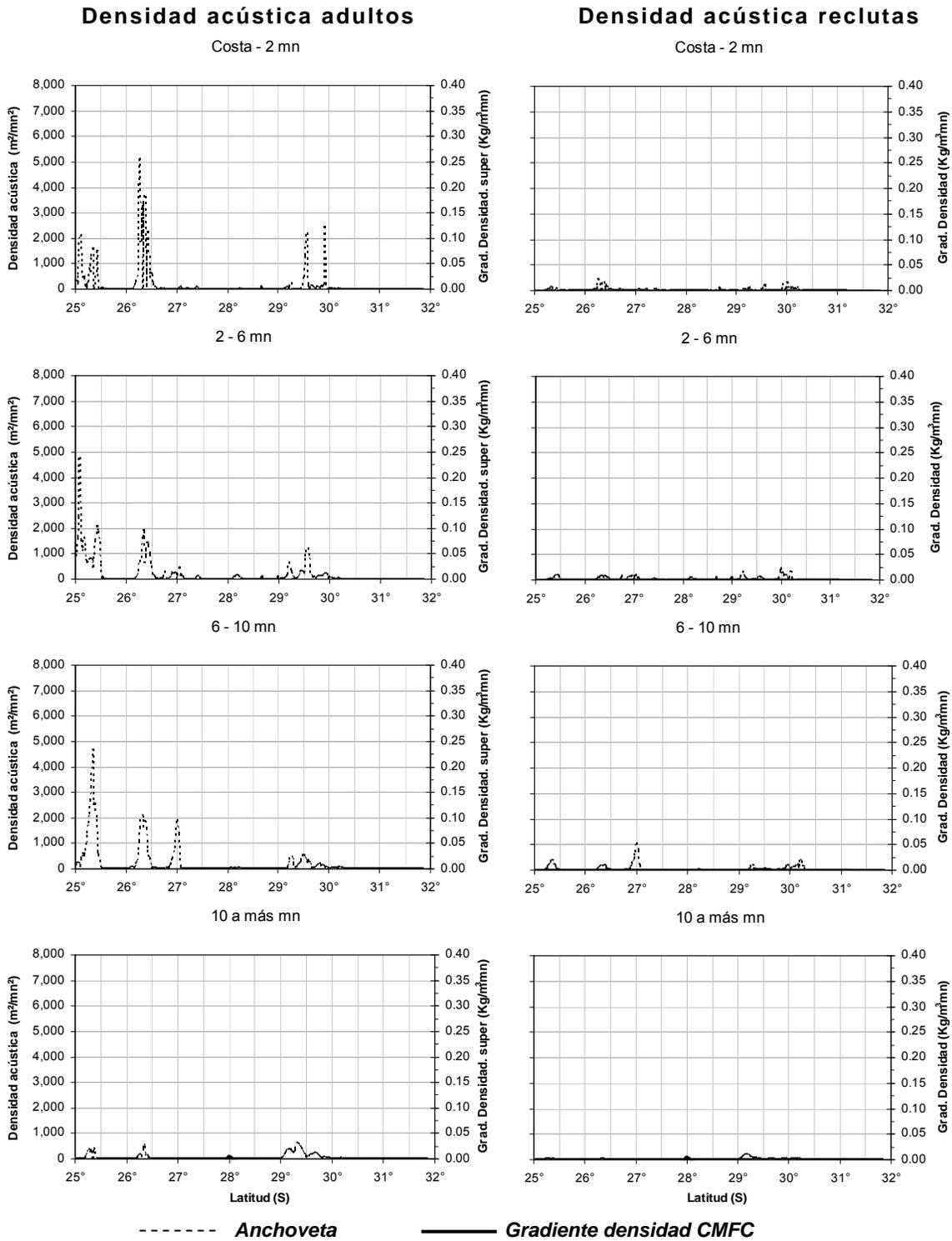


Figura 84. Se3al latitudinal de gradiente de densidad en la capa de mayor frecuencia de card3menes ($\text{Kg}/\text{m}^3 \text{mn}$), con respecto de la densidad ac3stica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

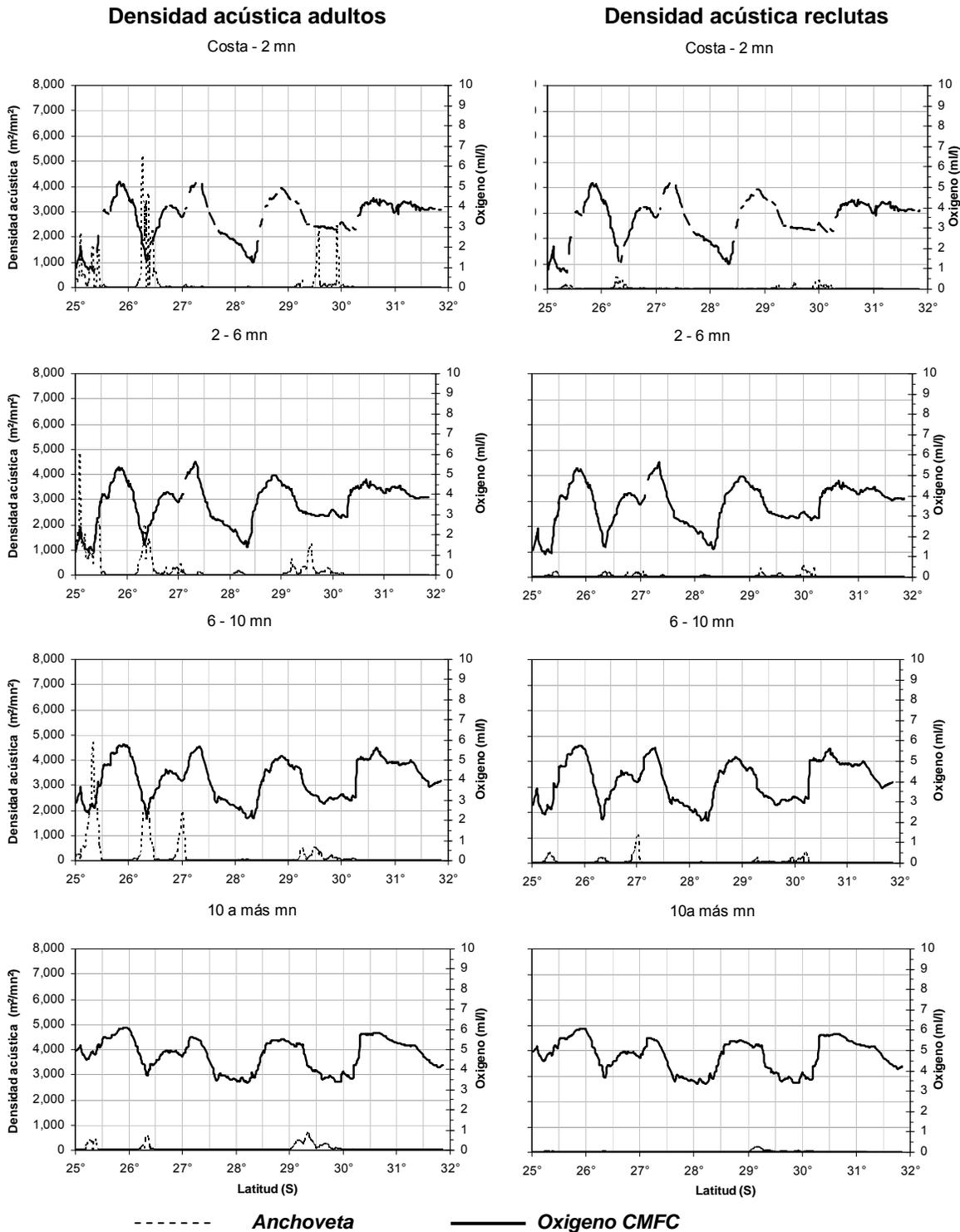


Figura 85. Señal latitudinal de la variable oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

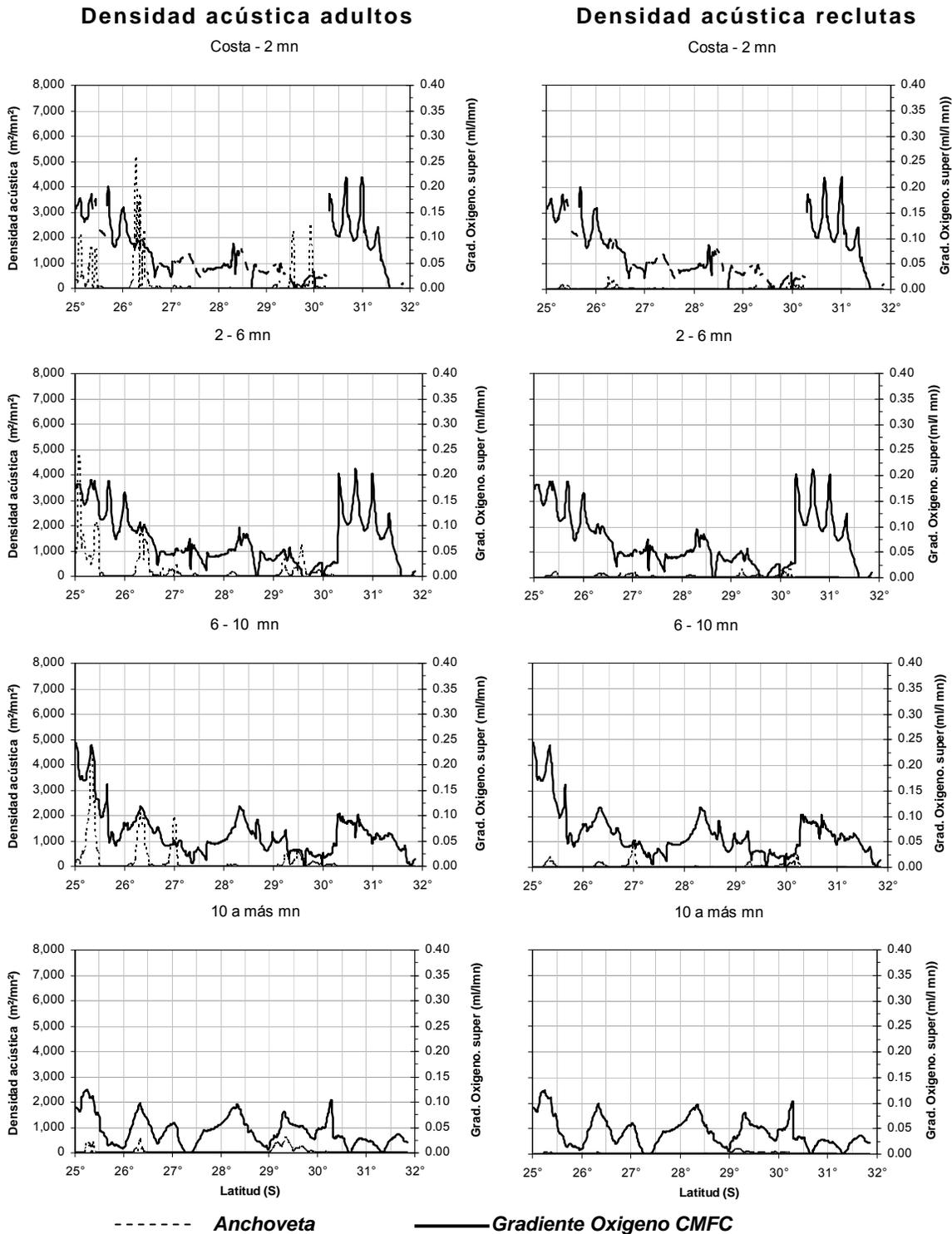


Figura 86. Señal latitudinal de la variable gradiente oxígeno en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (ml/l mn), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoqueta. Crucero RECLAN34 0703.

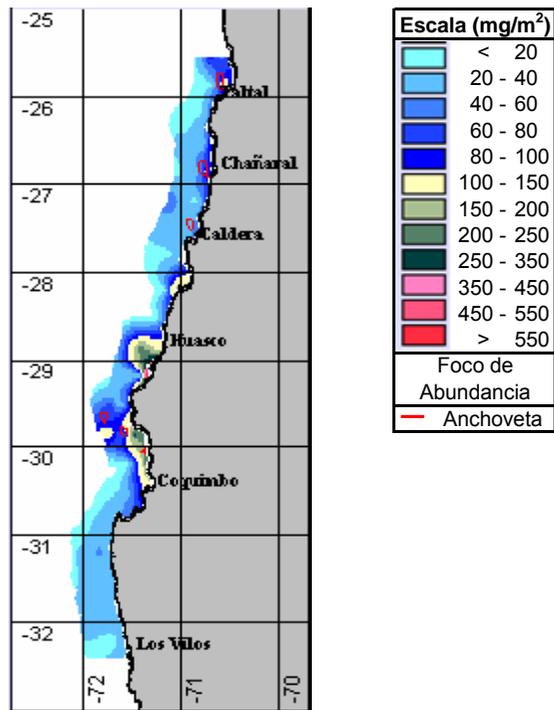


Figura 87. Distribuci3n espacial de clorofila "a" integrada hasta 50 m. Crucero RECLAN34 0703.

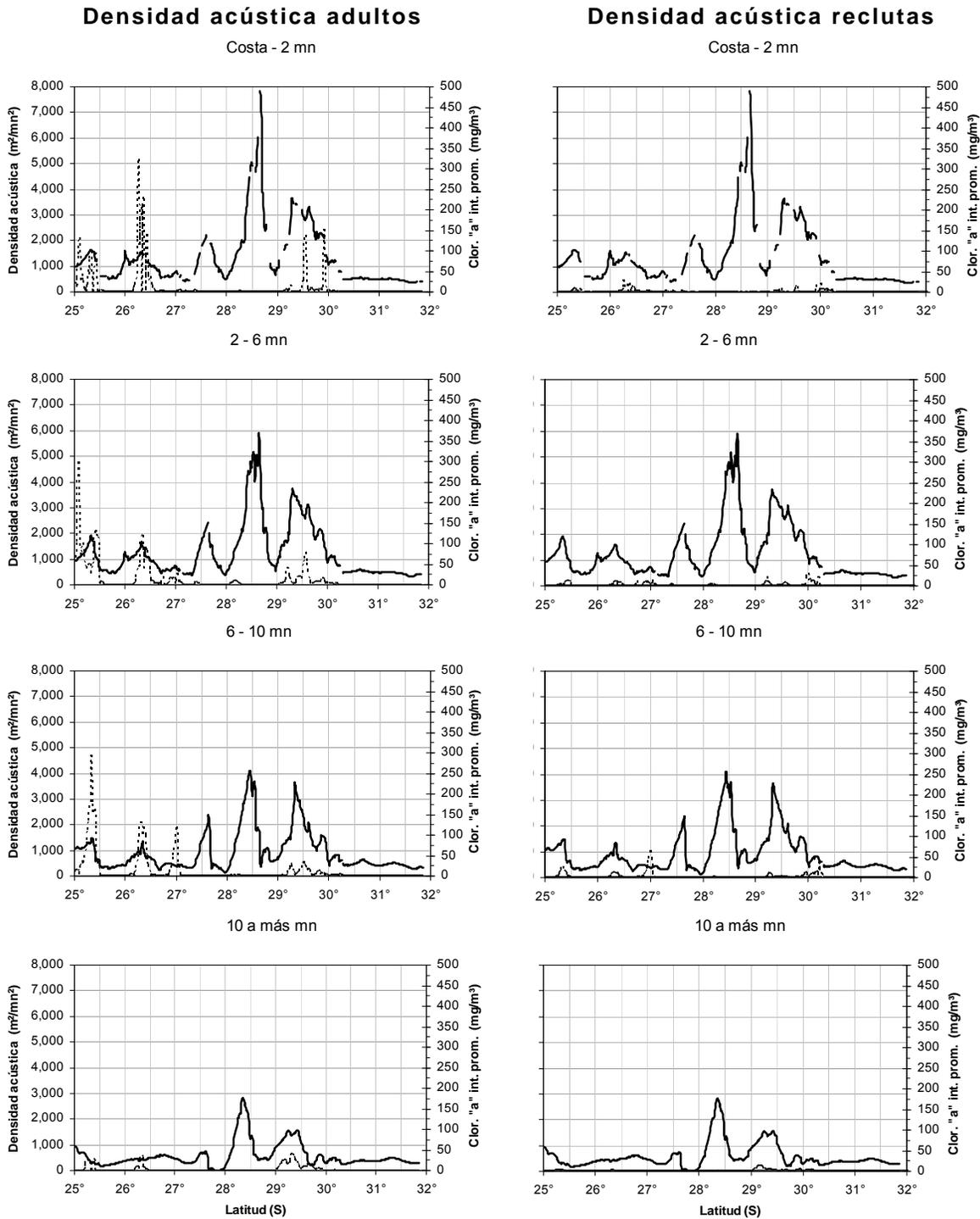


Figura 88. Señal latitudinal de la variable clorofila "a" integrada (mg/m³), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

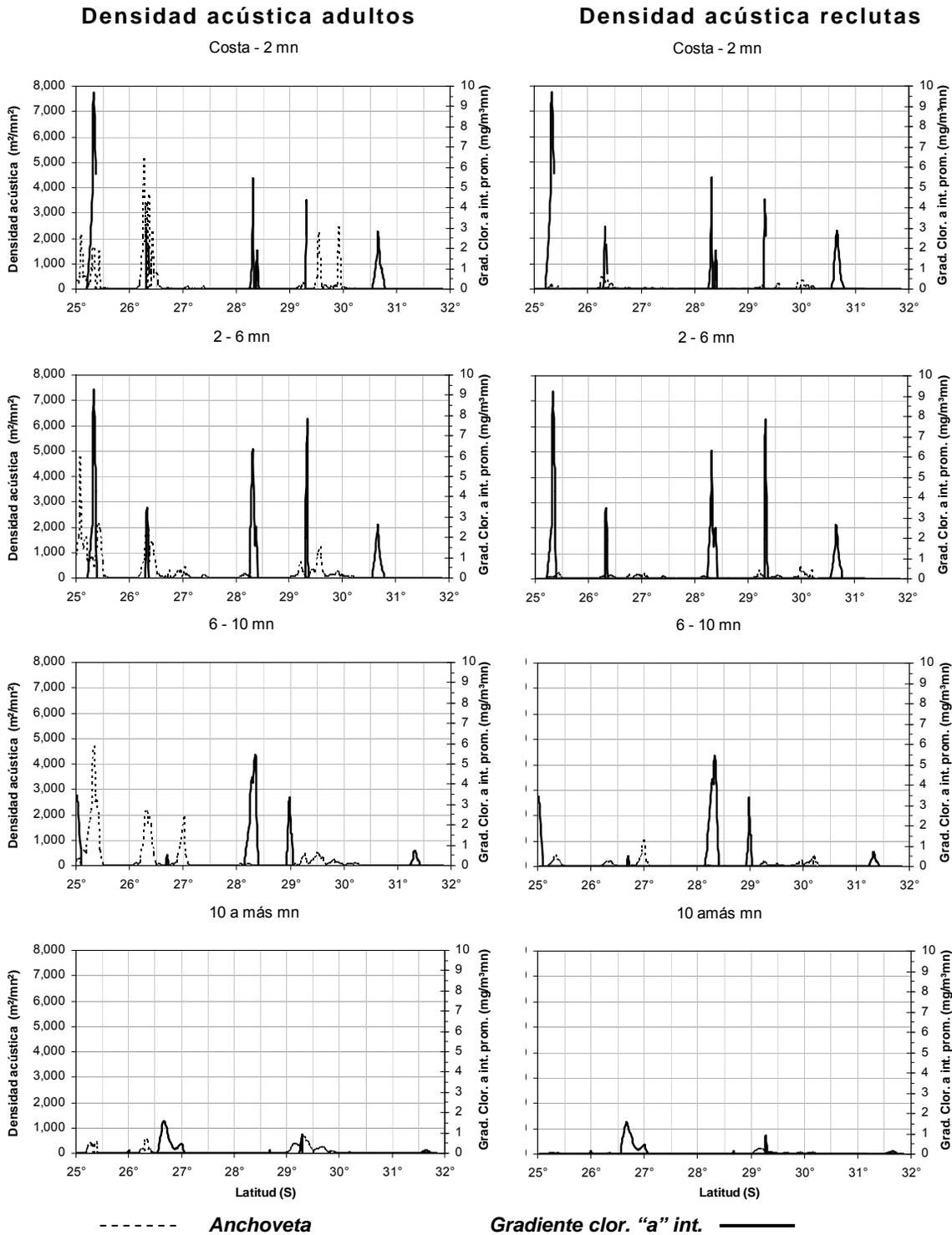


Figura 89. Señal latitudinal de gradiente de clorofila "a" integrada (mg/m^2), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

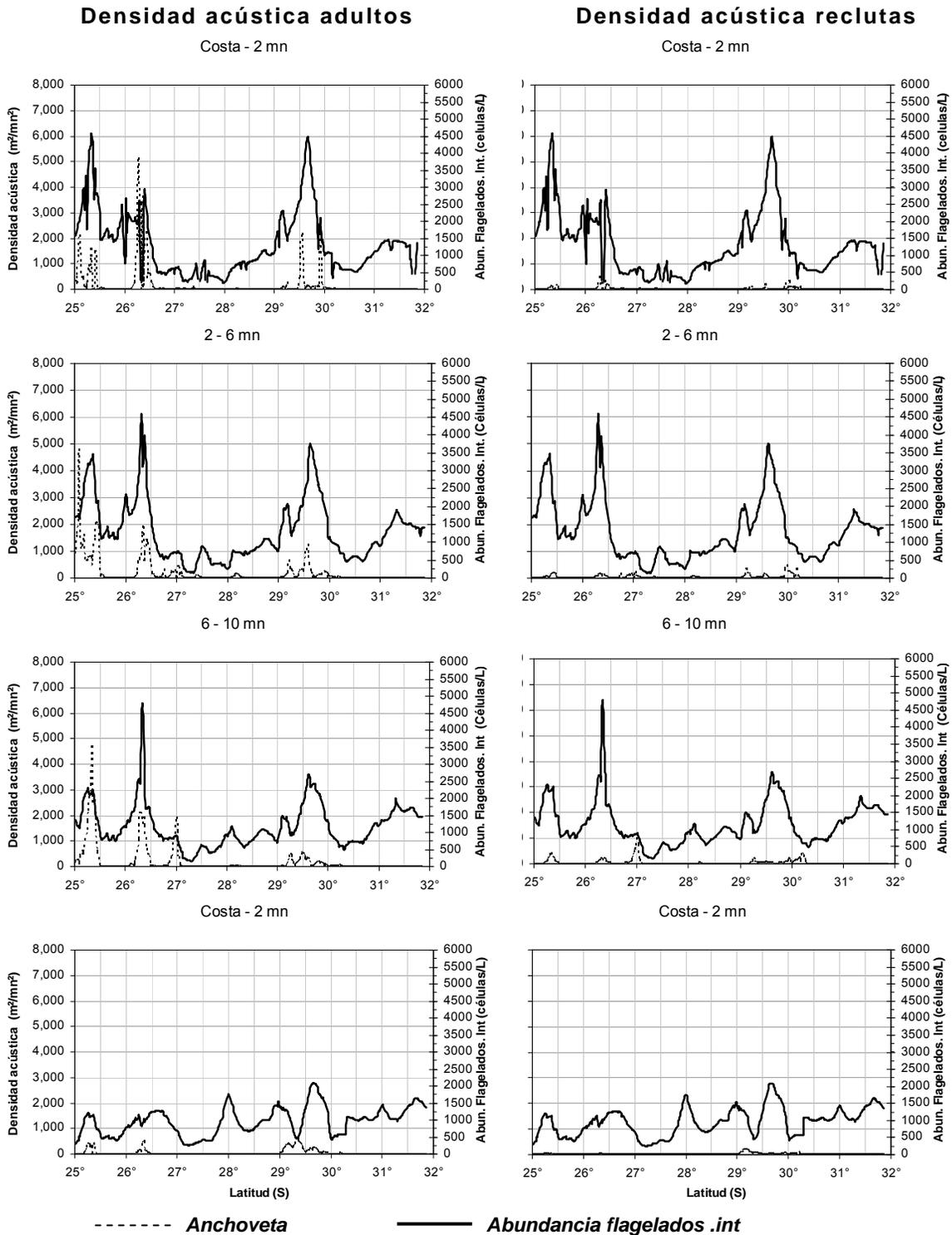


Figura 90. Señal latitudinal de Abundancia flagelados integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

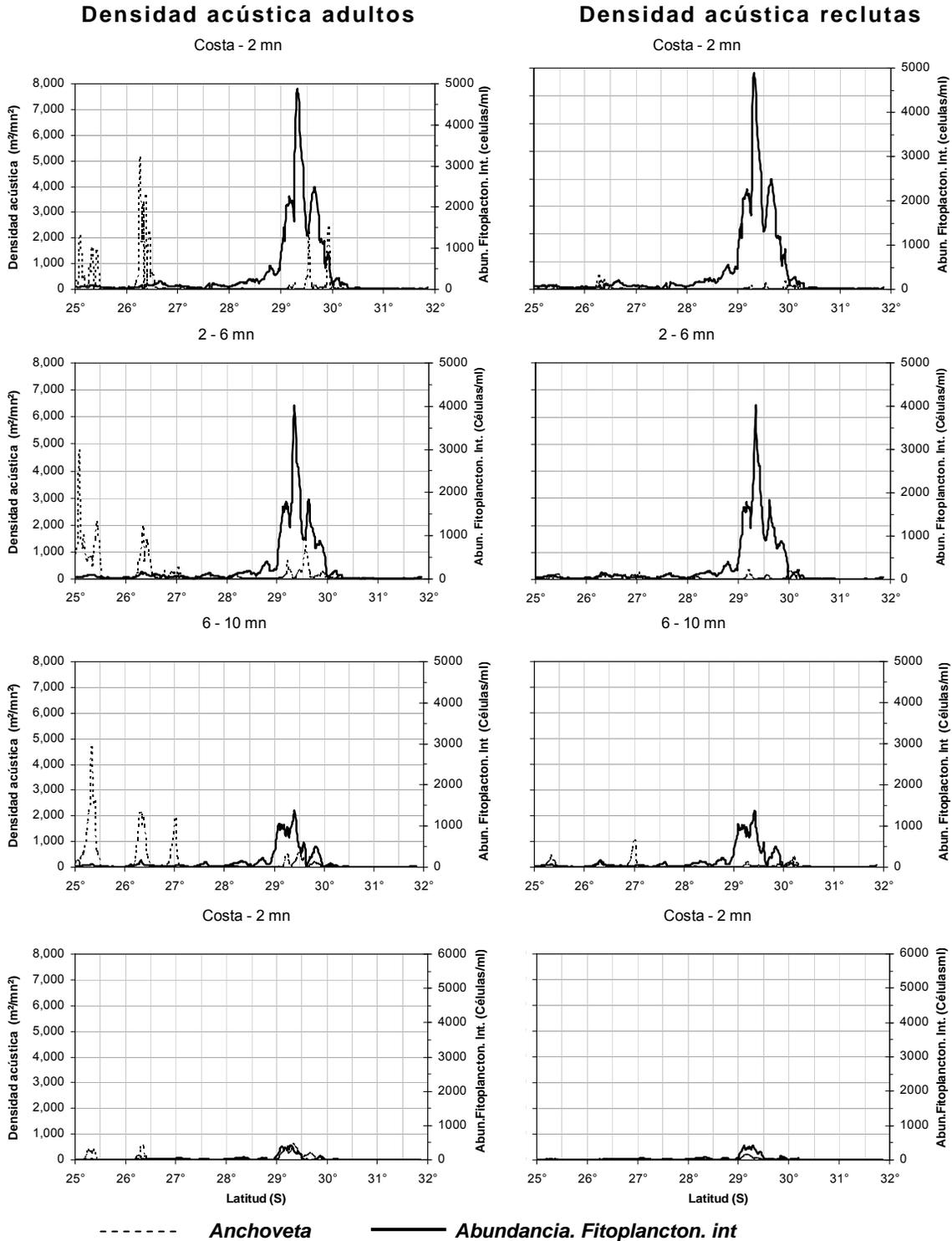


Figura 91. Señal latitudinal Abundancia fitoplancton integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

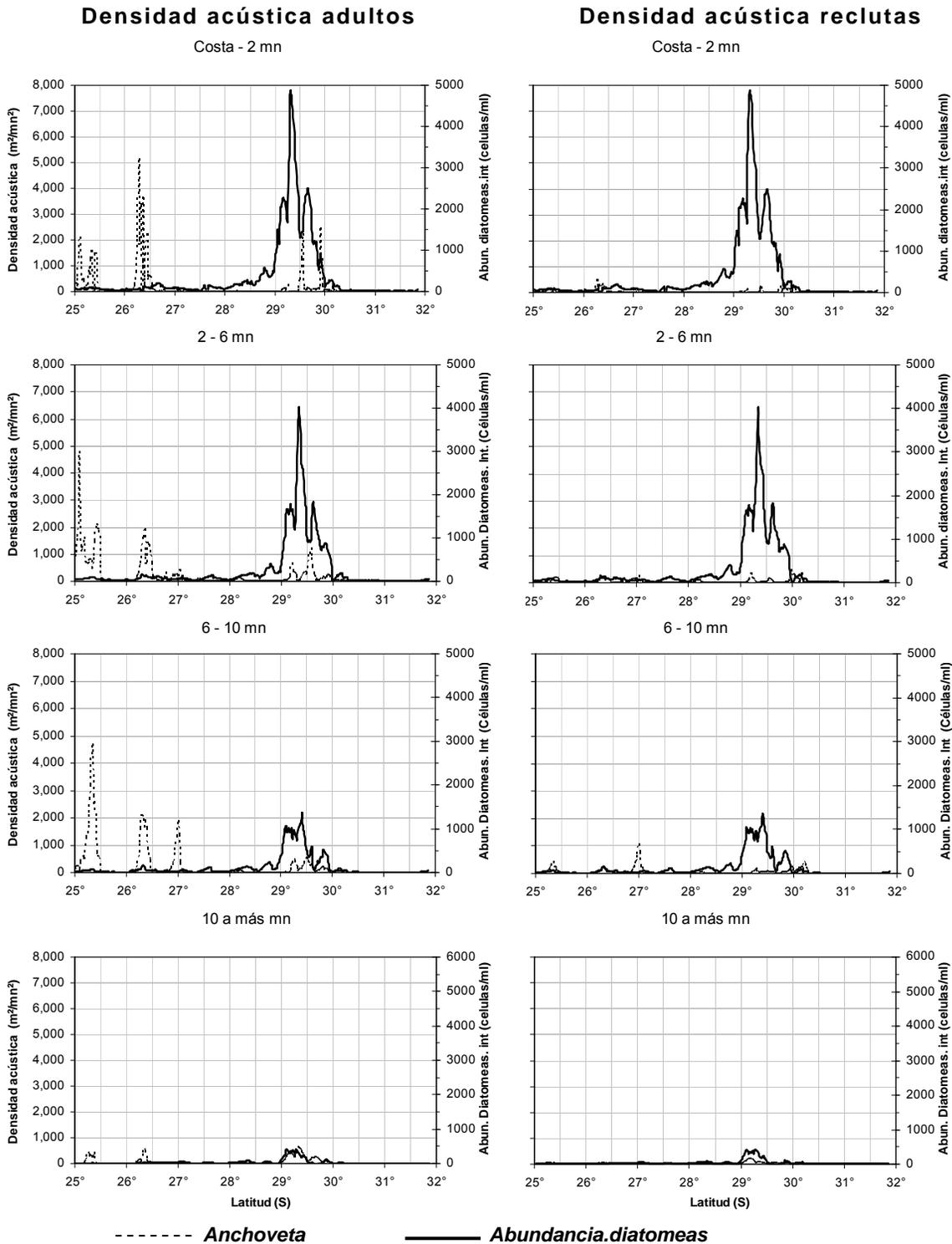


Figura 92. Señal latitudinal de la variable Abundancia diatomeas integrado en la columna de agua (células/ml), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

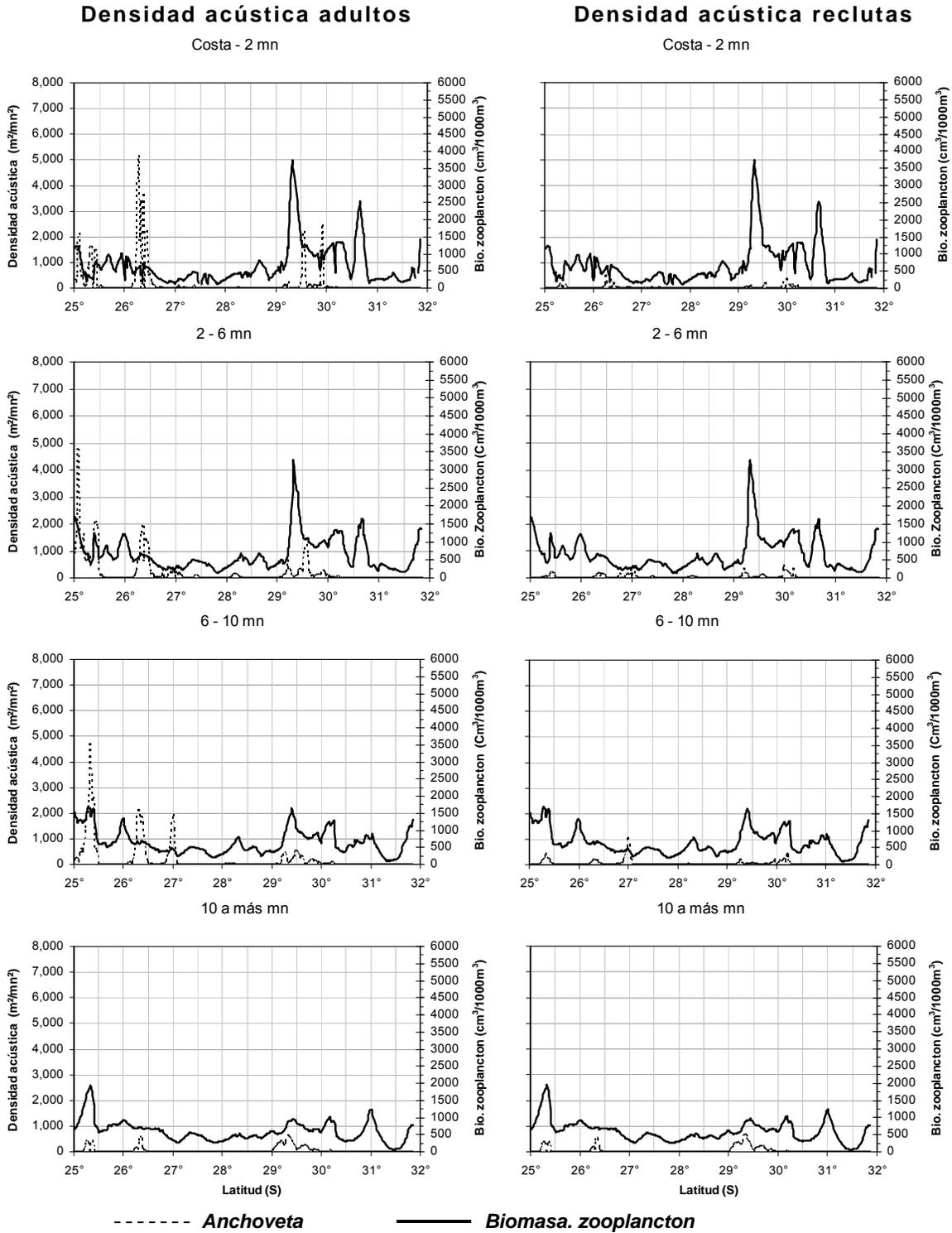


Figura 93. Señal latitudinal de la variable Biomasa zooplancton integrado en la columna de agua ($\text{cm}^3/1000\text{m}^3$), con respecto de la densidad acústica de las fracciones adulto y reclutas de anchoveta. Crucero RECLAN34 0703.

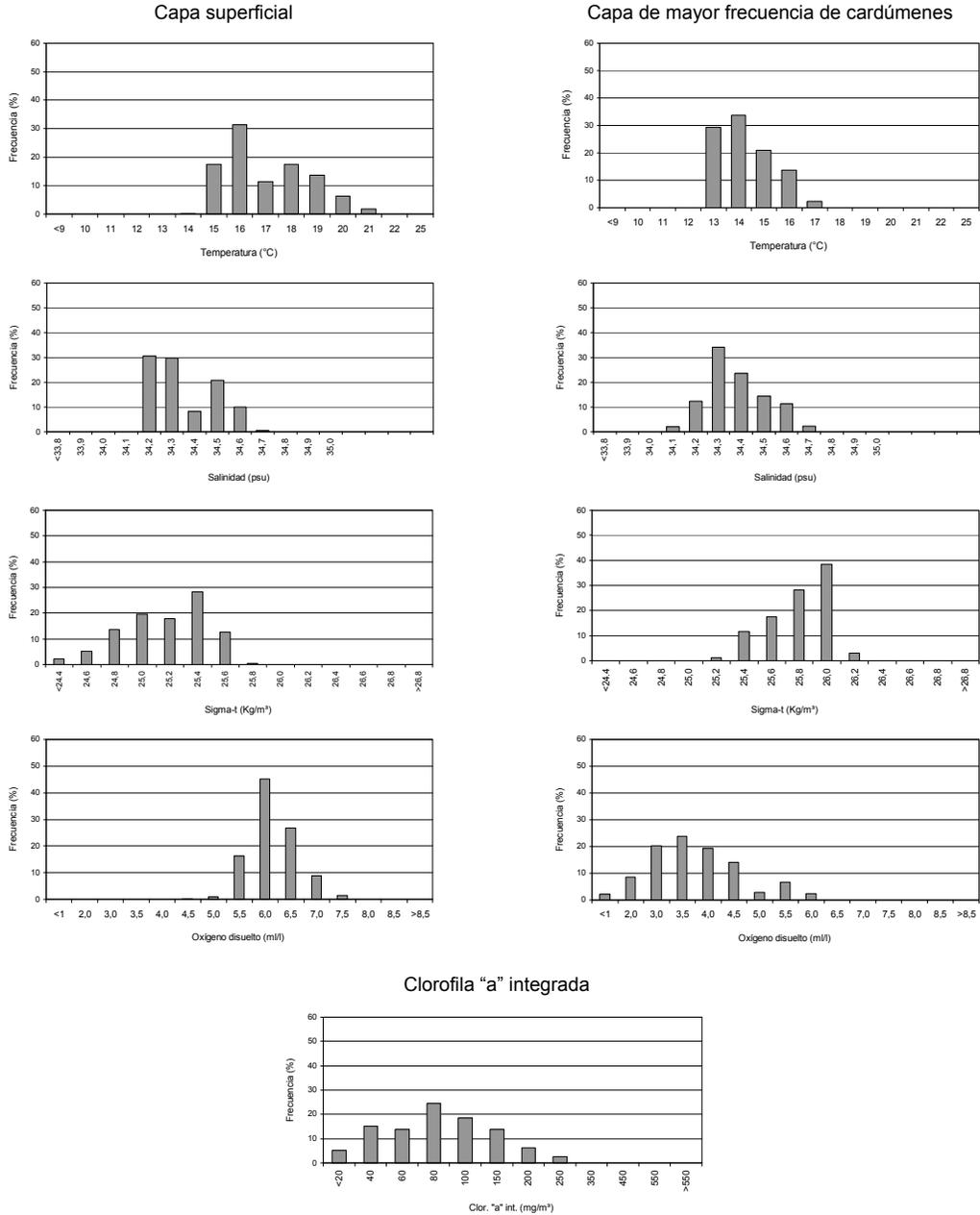


Figura 94. Histogramas de la distribución de adultos de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada. Crucero RECLAN34 0703.

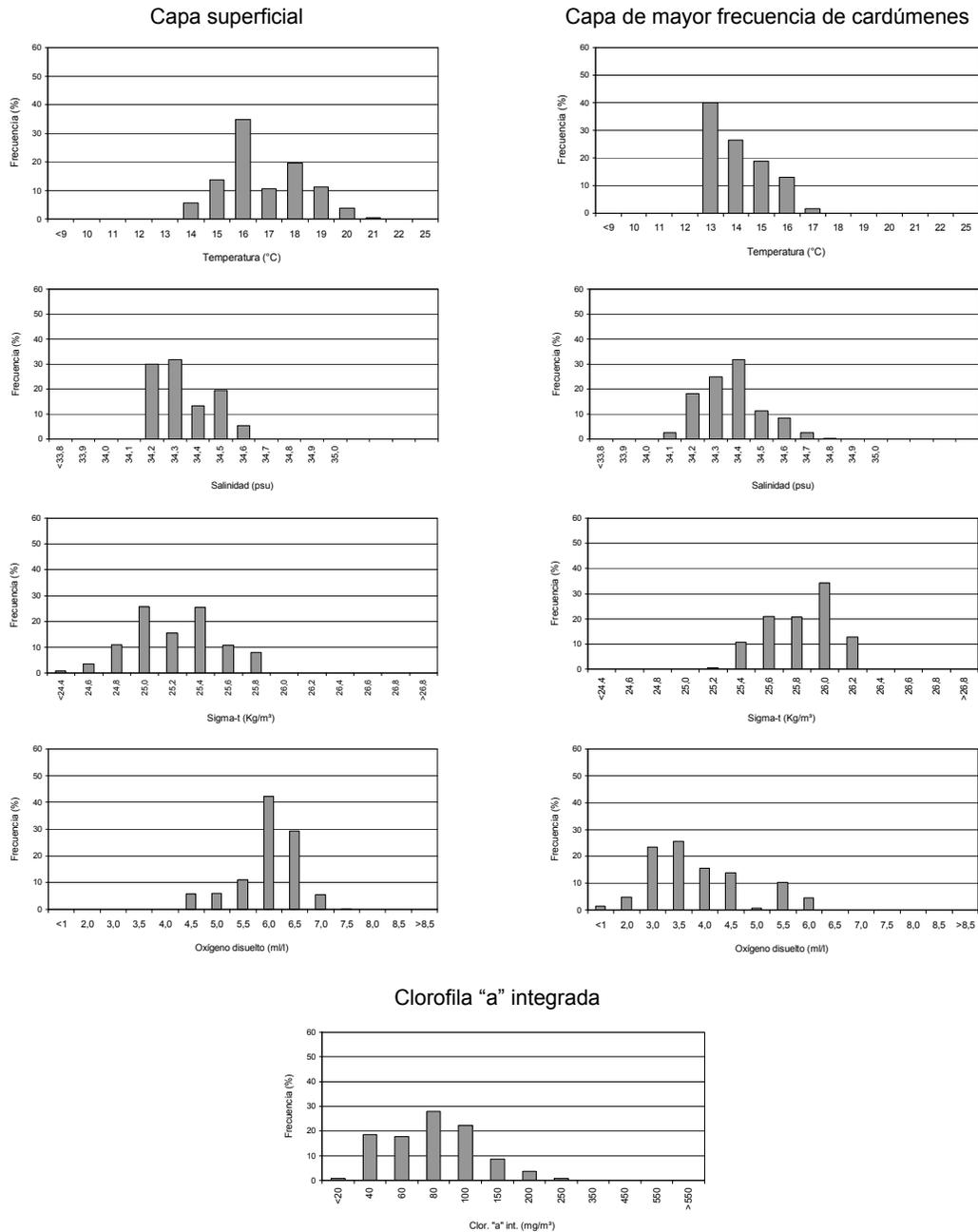


Figura 95. Histogramas de la distribución de reclutas de Anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad, Sigma-t y oxígeno disuelto en superficie y en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes y clorofila "a" integrada. Crucero RECLAN34 0703.

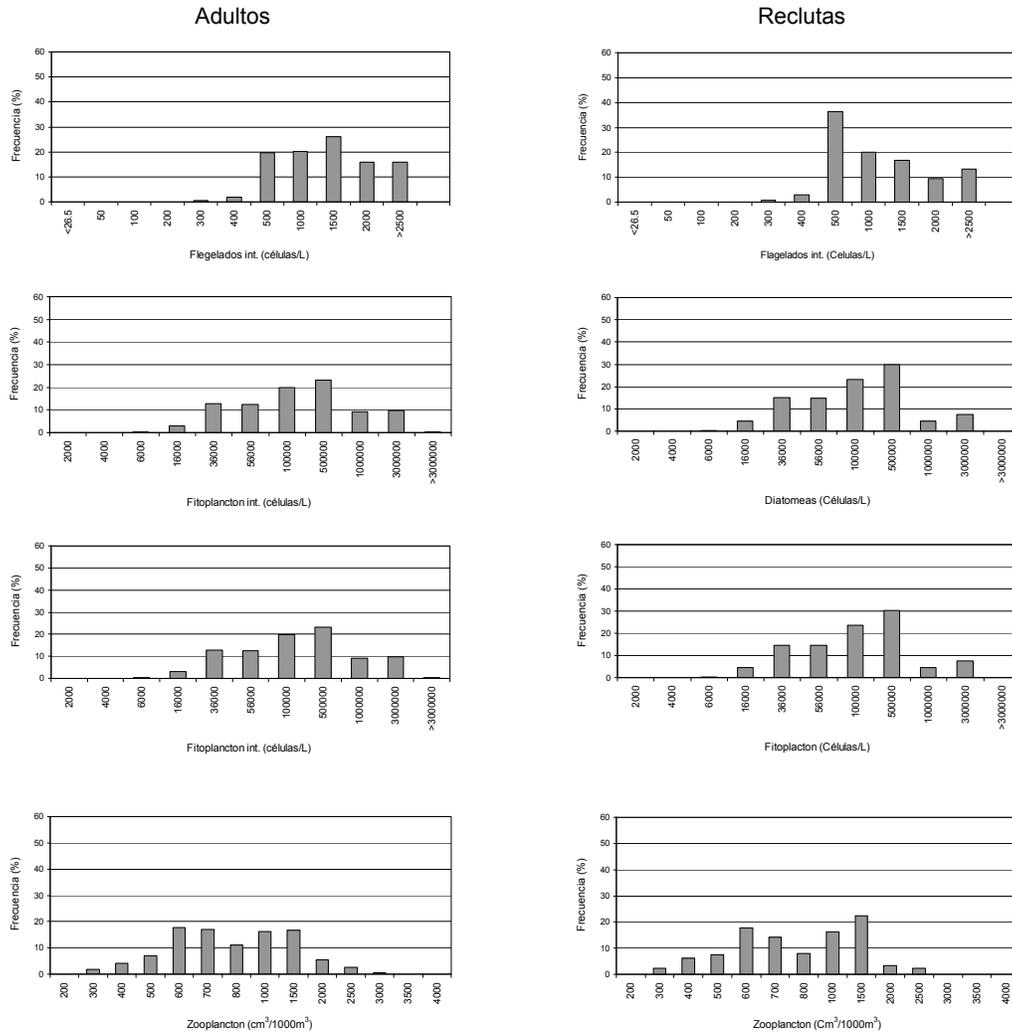


Figura 96. Histogramas de la distribuci3n de adultos y reclutas de Anchoveta respecto a las variables biol3gicas abundancia de flagelados, diatomeas, fitoplancton y biomasa de zooplankton. Crucero RECLAN34 0703.

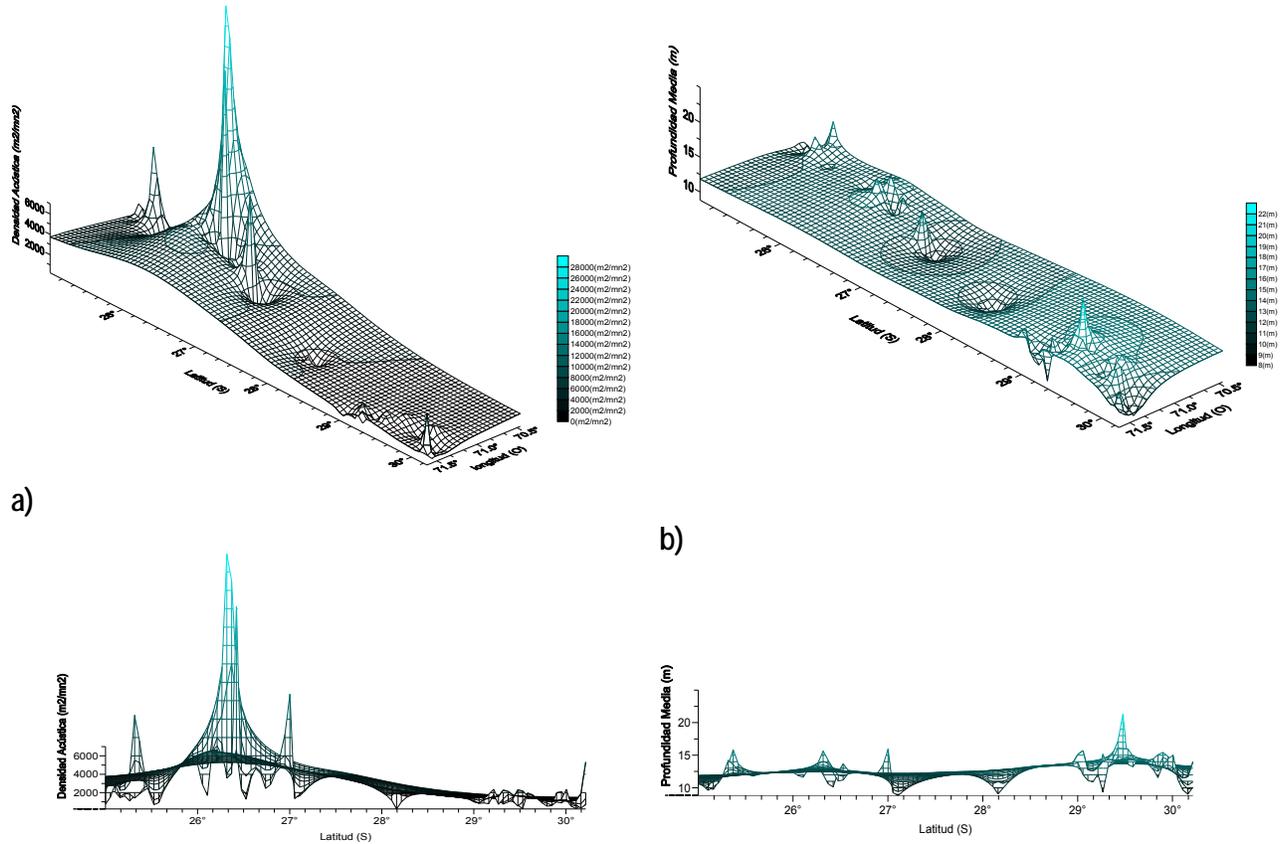


Figura 97. Distribuci3n espacial de: a) la densidad ac3stica de anchoveta (m^2/mn^2) y b) profundidad media de la agregaci3n (m).

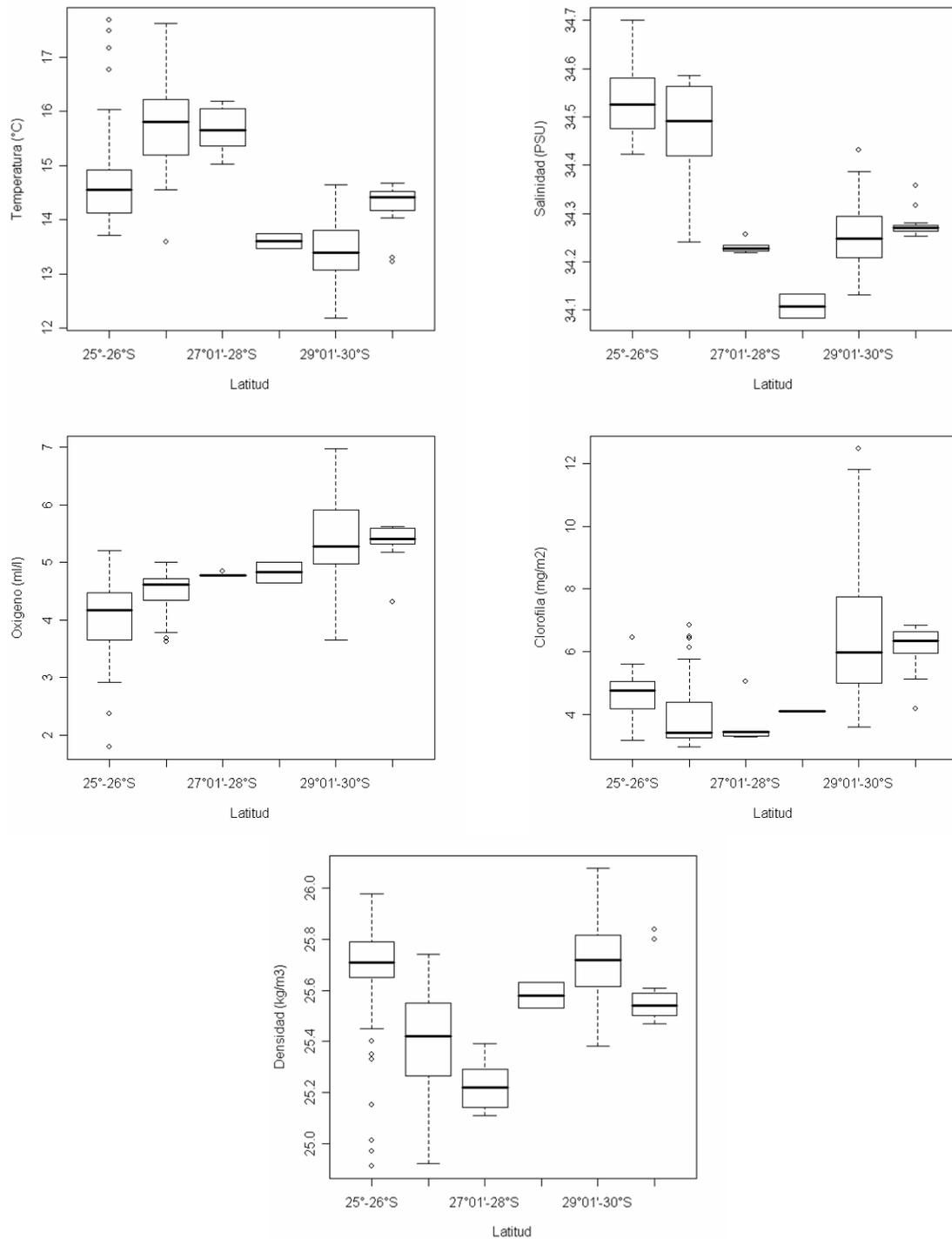


Figura 98. Distribuci3n latitudinal de los valores medios de las variables oceanogr3ficas temperatura (°C), salinidad (PSU), oxígeno (ml/l), clorofila (mg/m^2) y densidad (kg/m^3).

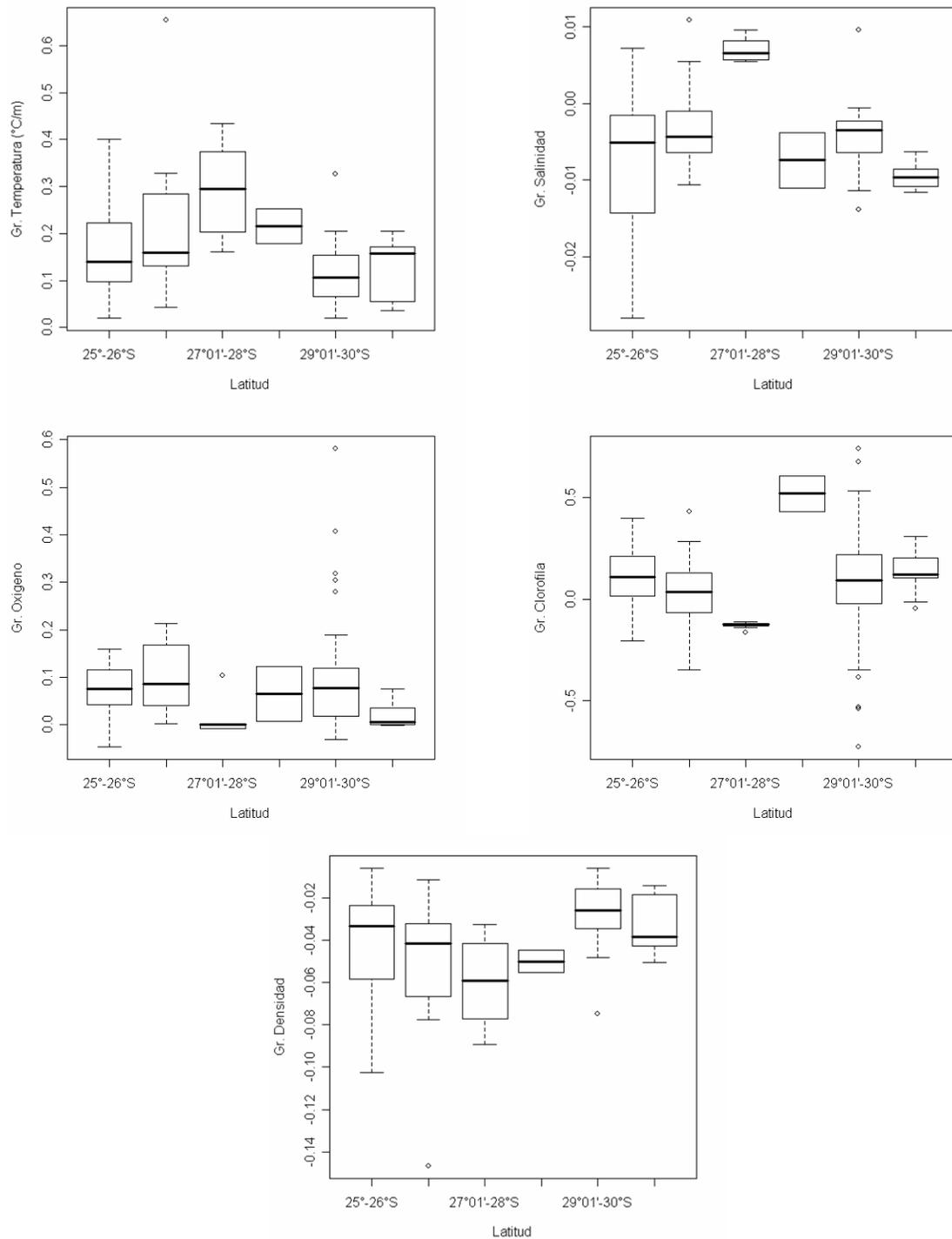


Figura 99. Distribuci3n latitudinal de los valores medios de los gradientes de las variables oceanogr3ficas temperatura (°C), salinidad (PSU), oxígeno (ml/l), clorofila (mg/m²) y densidad (kg/m³).

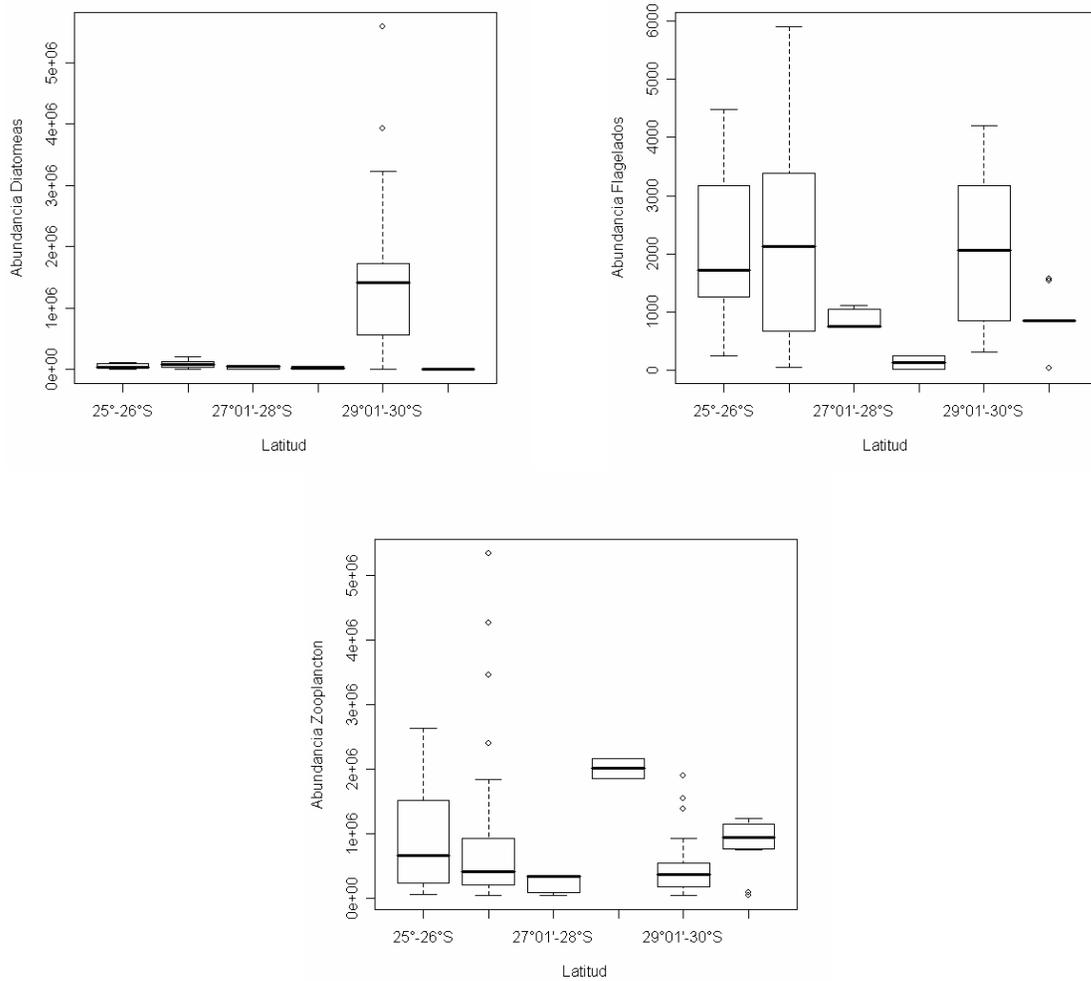


Figura 100. Distribuci3n latitudinal de los valores medios de las variables de oferta ambiental: Abundancia de diatomeas (C3lulas/L), abundancia de flagelados (C3lulas/ml) y abundancia de zooplankton (C3lulas/Cm3/1000m3).

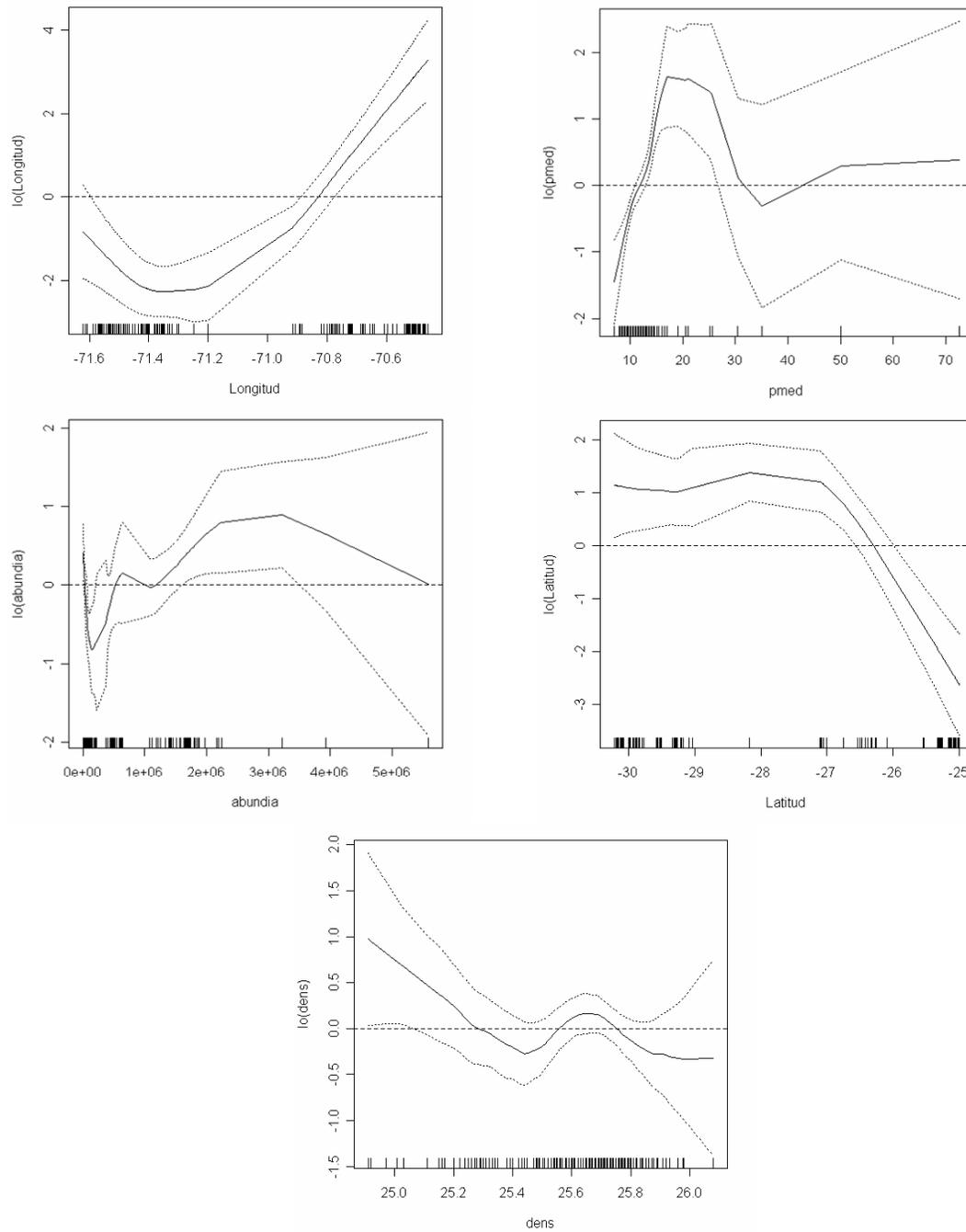


Figura 101. Efectos de los predictores Longitud (longitud), profundidad media de la agregacion (pmed), abundancia de diatomeas (abundia), latitud (Latitud) y densidad (dens) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. LÍneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y $\log(\text{predictor})$ función suavizadora loess.

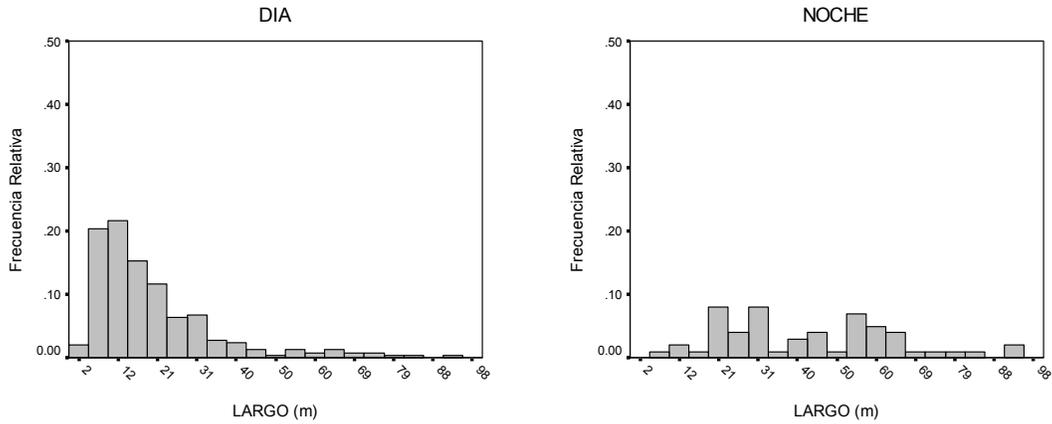


Figura 102. Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.

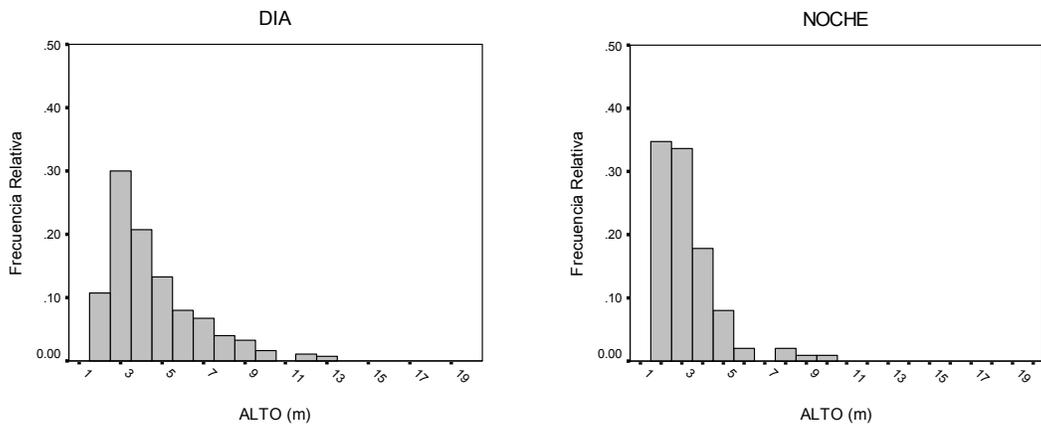


Figura 103. Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.

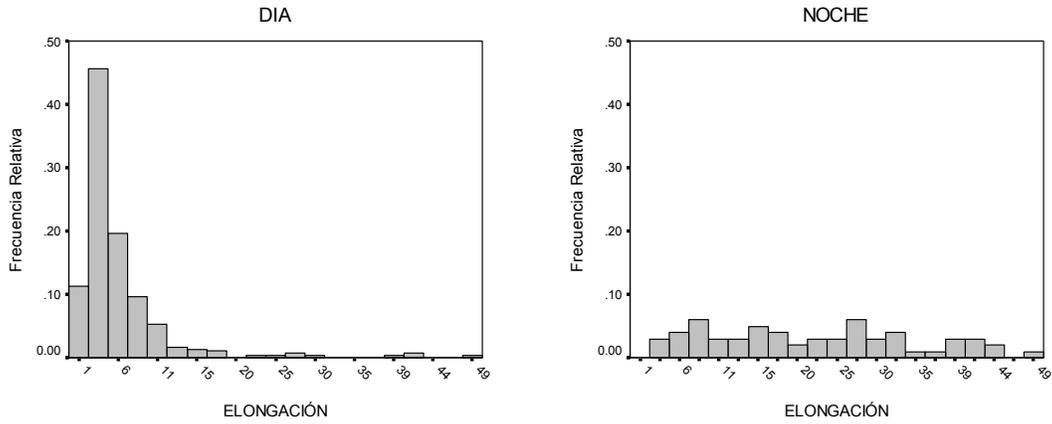


Figura 104. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones, caso diurno nocturno.

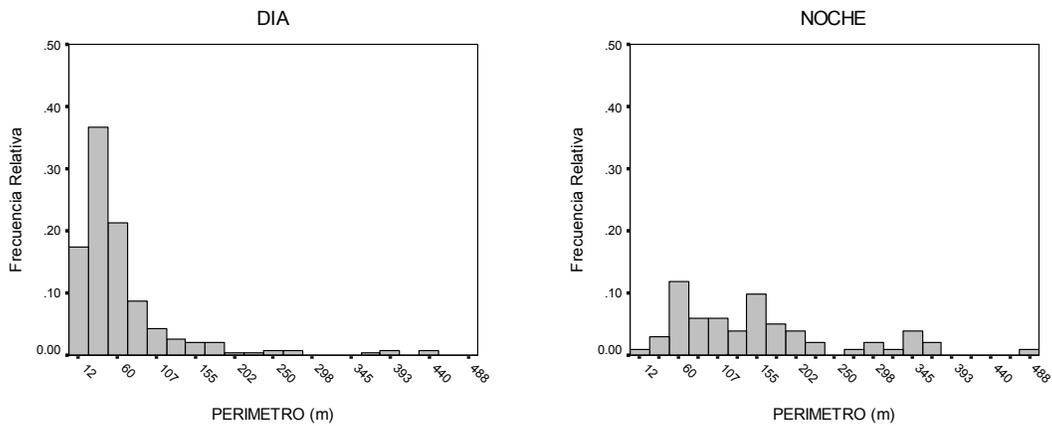


Figura 105. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones, caso diurno nocturno.

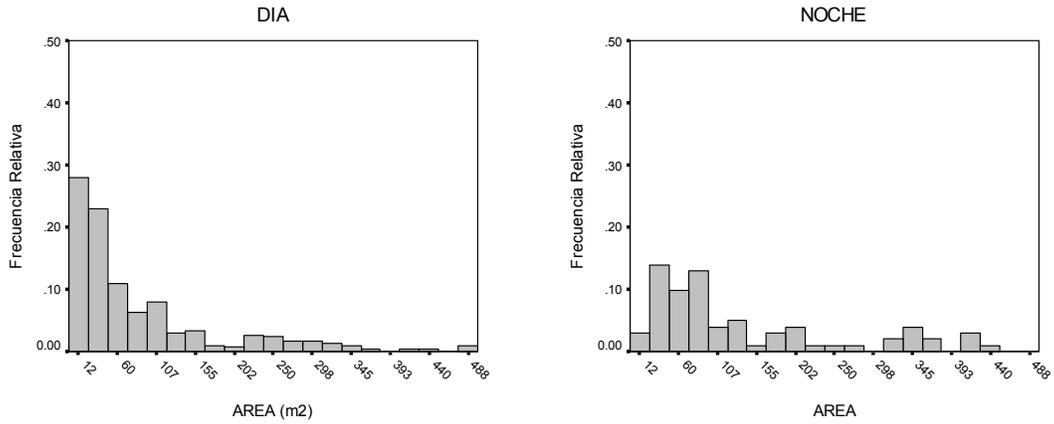


Figura 106. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 1rea de agregaciones, caso diurno nocturno.

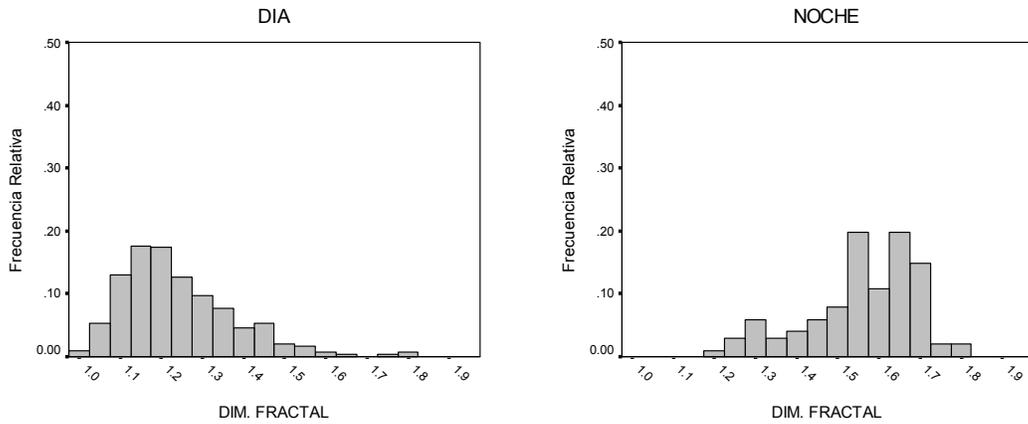


Figura 107. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal, caso diurno nocturno.

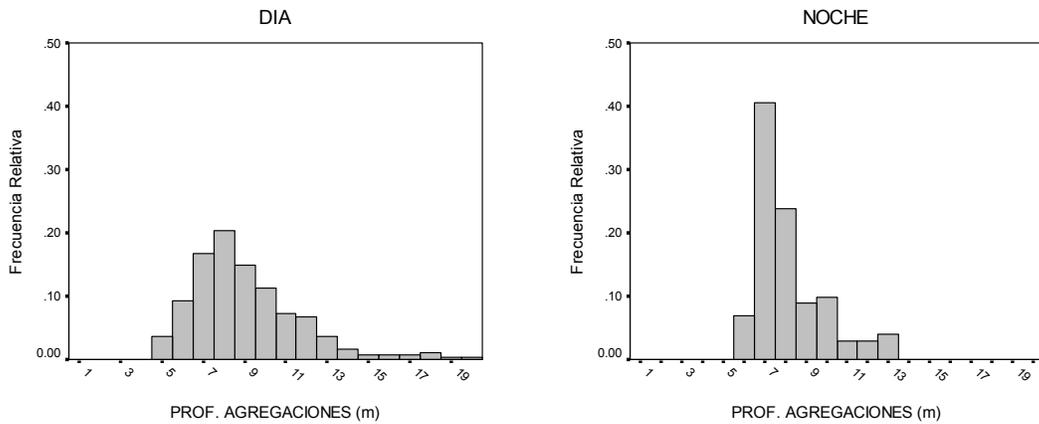


Figura 108. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

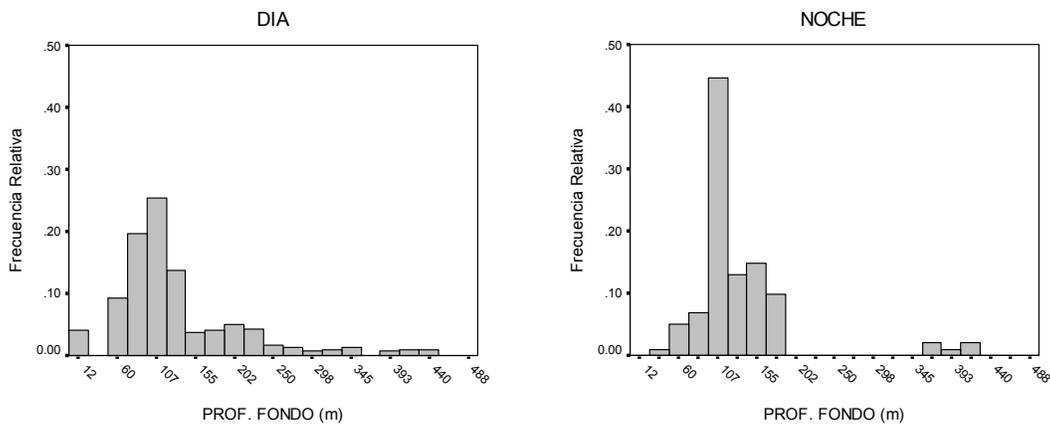


Figura 109. Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.

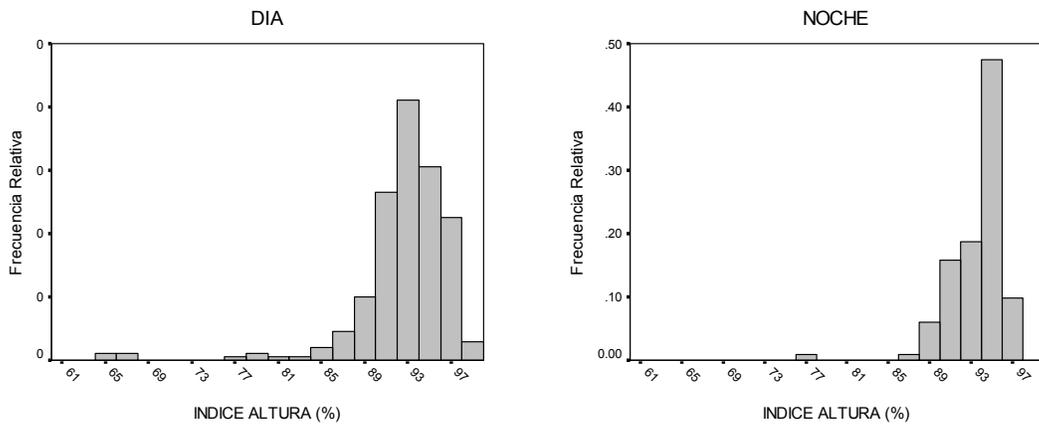


Figura 110. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura, caso diurno nocturno.

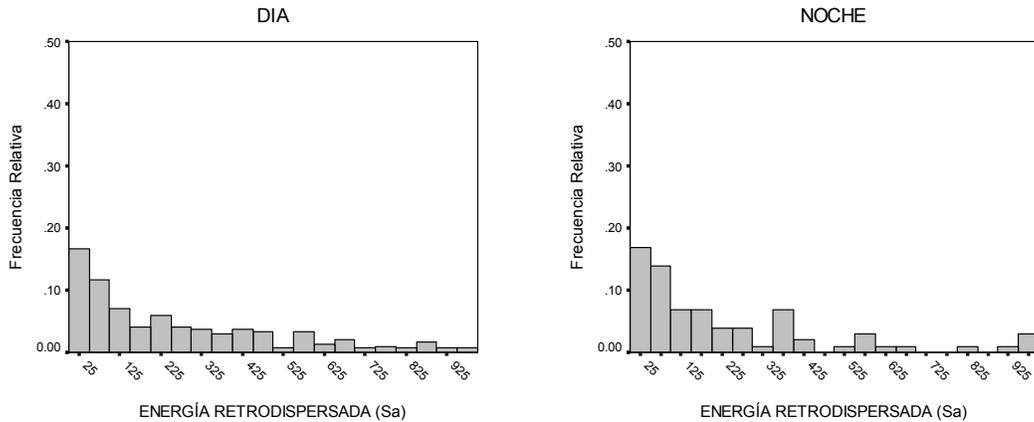


Figura 111. Distribuci3n de frecuencia de energa retrodispersada (Sa), caso diurno nocturno.

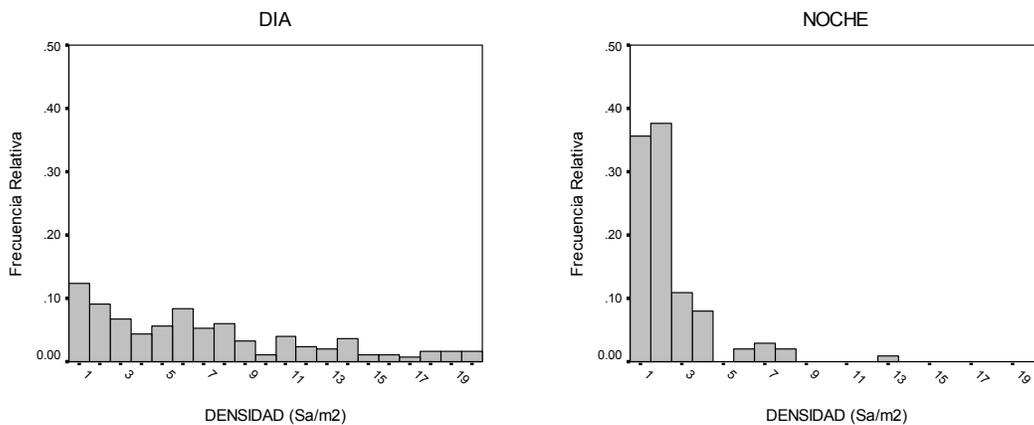


Figura 112. Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

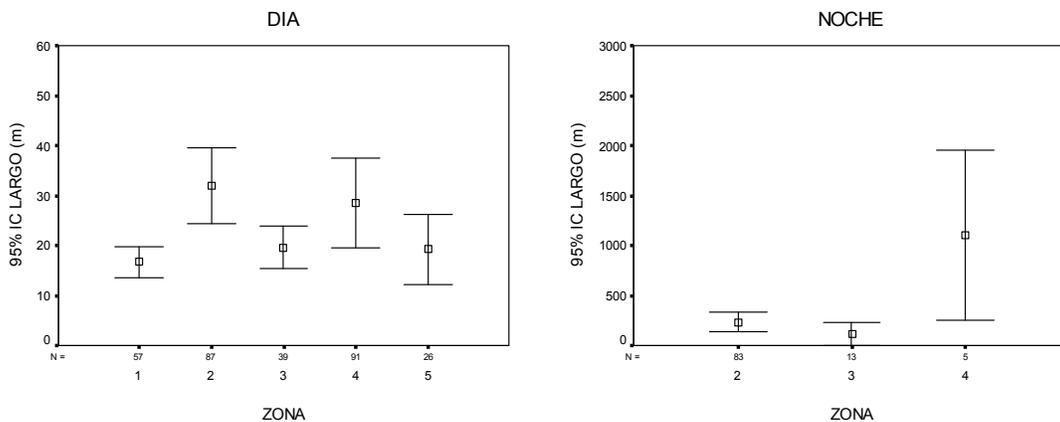


Figura 113. Promedio de largo de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

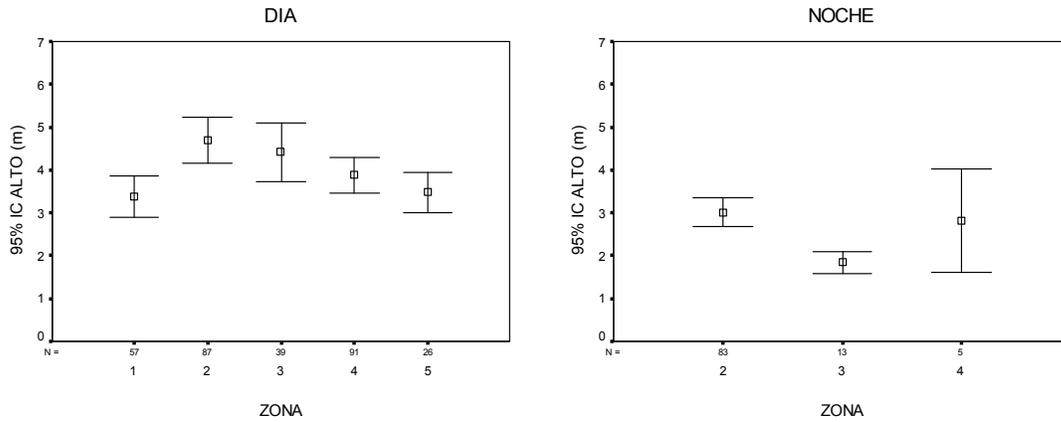


Figura 114. Promedio de alto de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

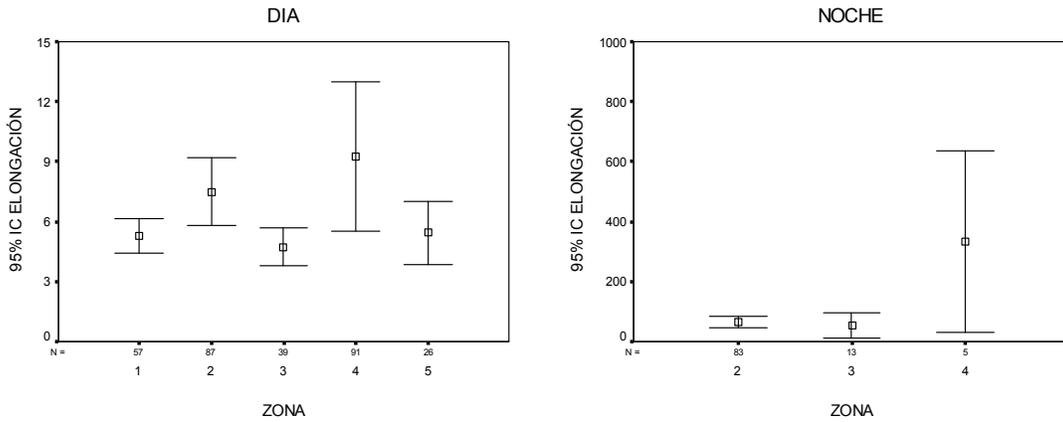


Figura 115. Promedio de elongaci3n de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

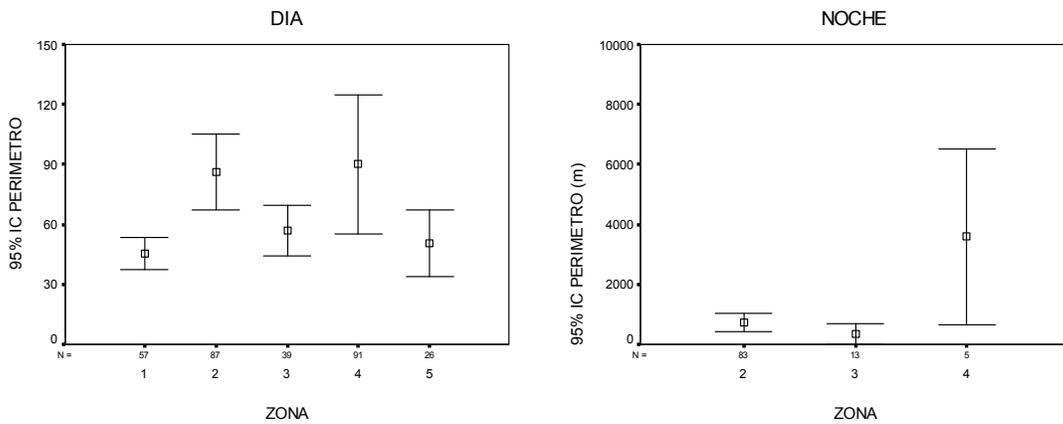


Figura 116. Promedio de per3metro de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

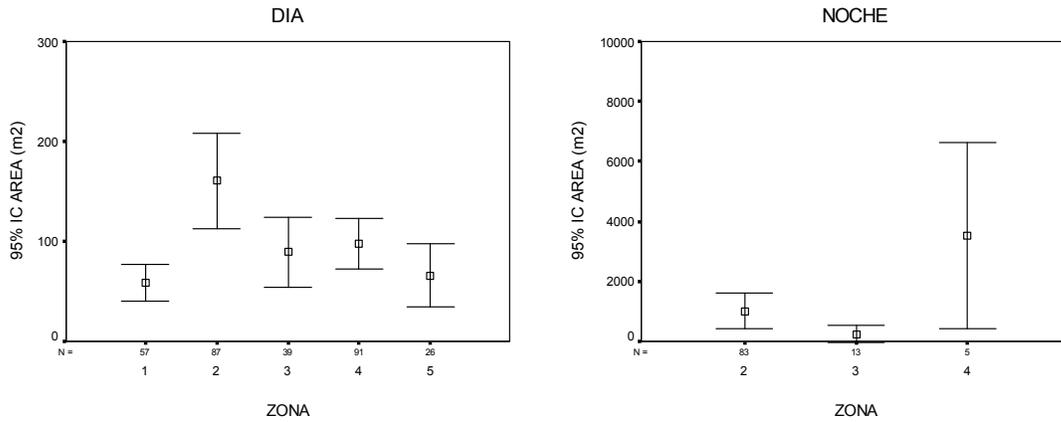


Figura 117. Promedio de 1rea de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

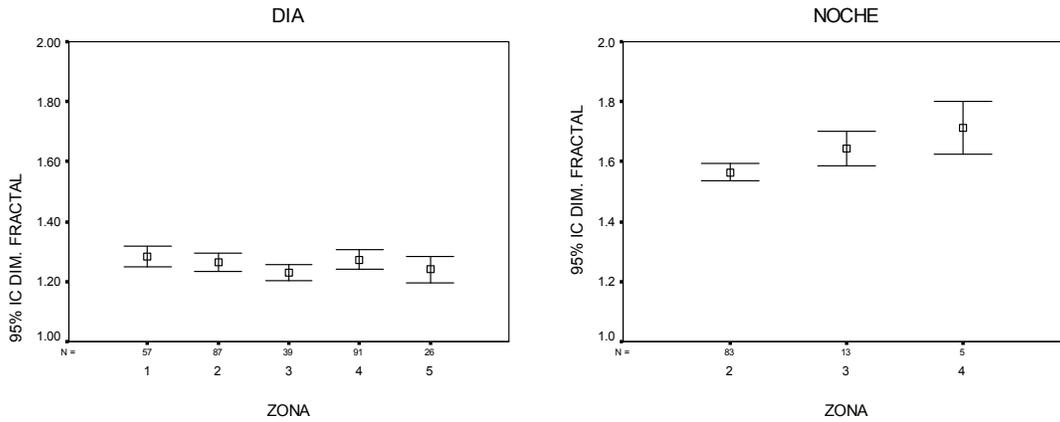


Figura 118. Promedio de dimensi3n fractal por zona, condici3n diurna y nocturna.

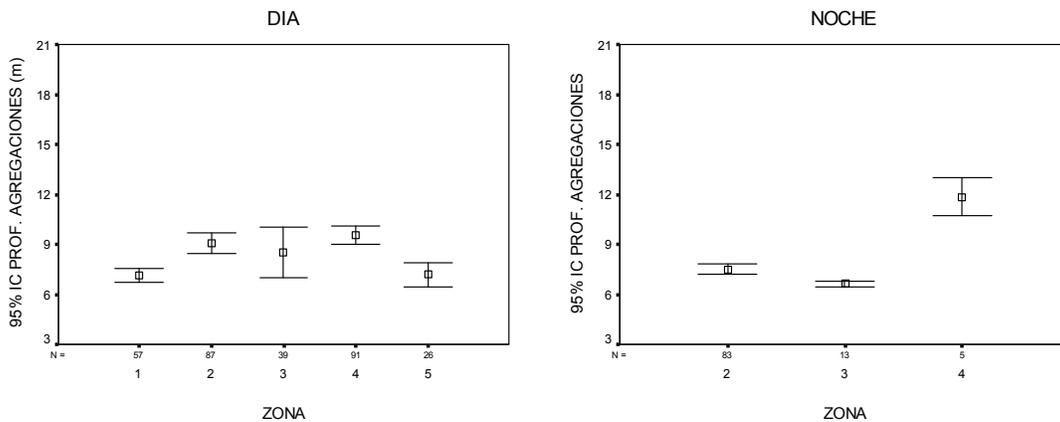


Figura 119. Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

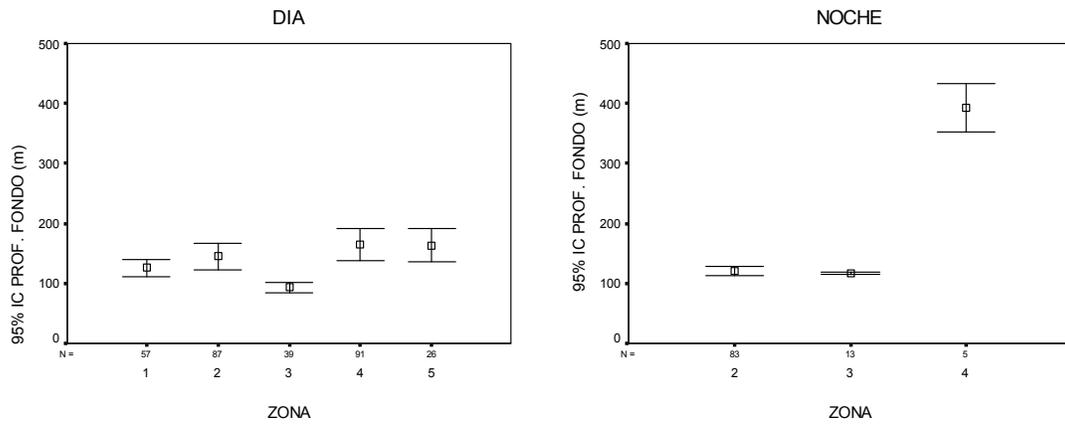


Figura 120. Promedio de profundidad del fondo por zona, condici3n diurna y nocturna.

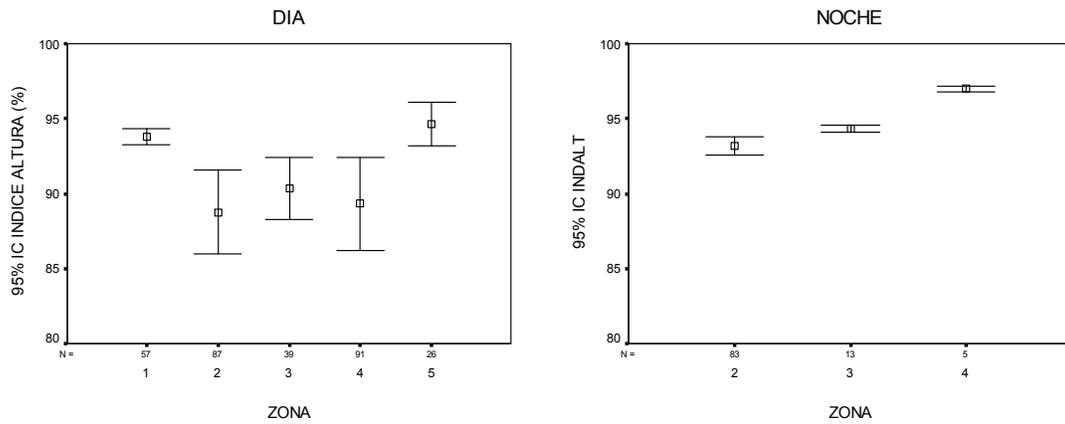


Figura 121. Promedio de 3ndice de altura por zona, condici3n diurna y nocturna.

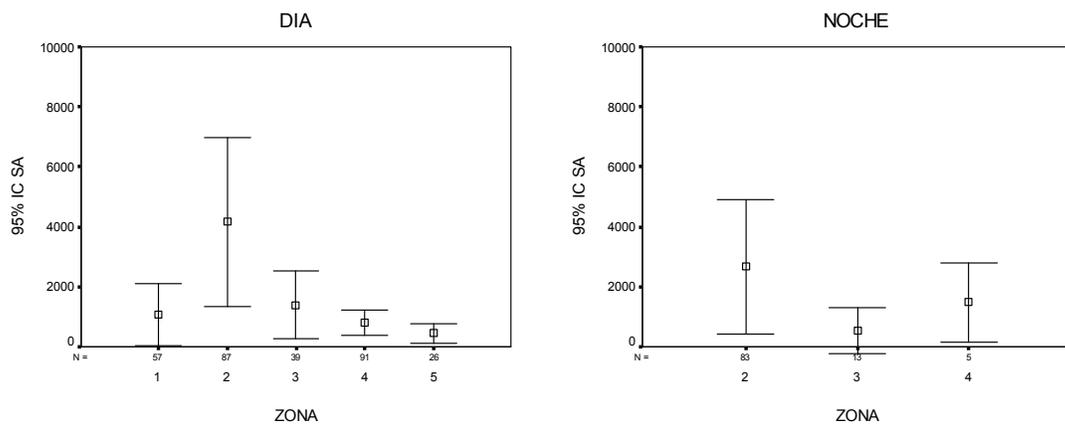


Figura 122. Promedio de Sa de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

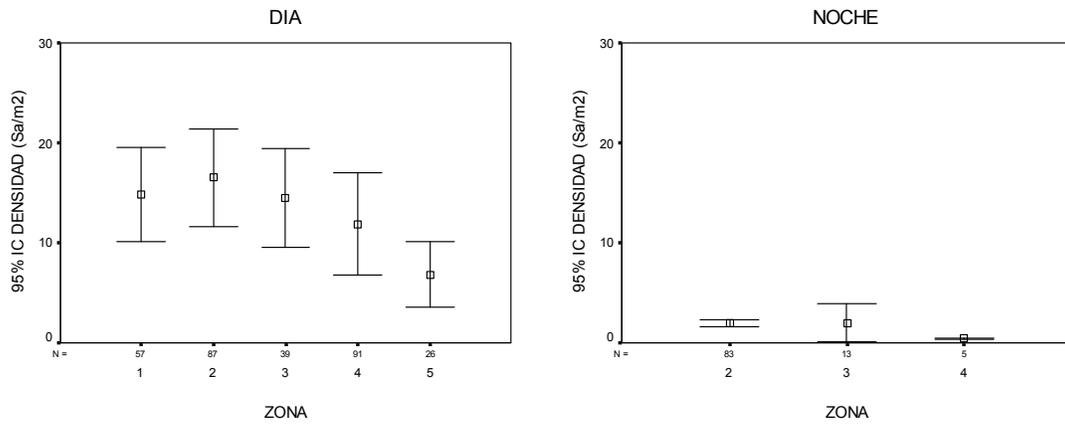


Figura 123. Promedio de densidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

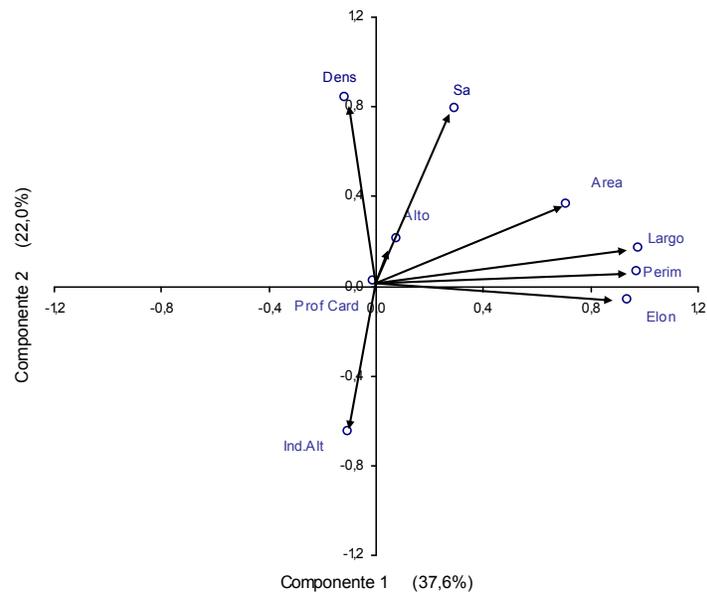


Figura 124. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas

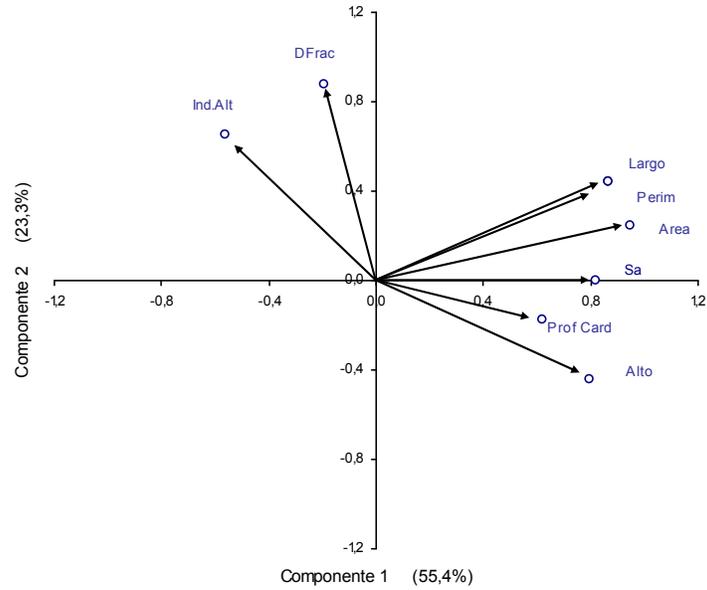


Figura 125. Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

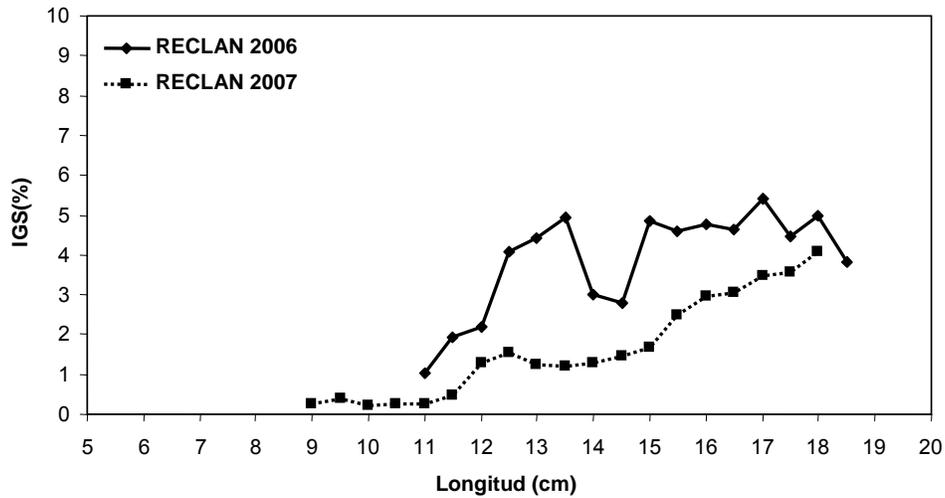


Figura 126. IGS promedio de anchoveta por talla obtenido durante los cruceros RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.

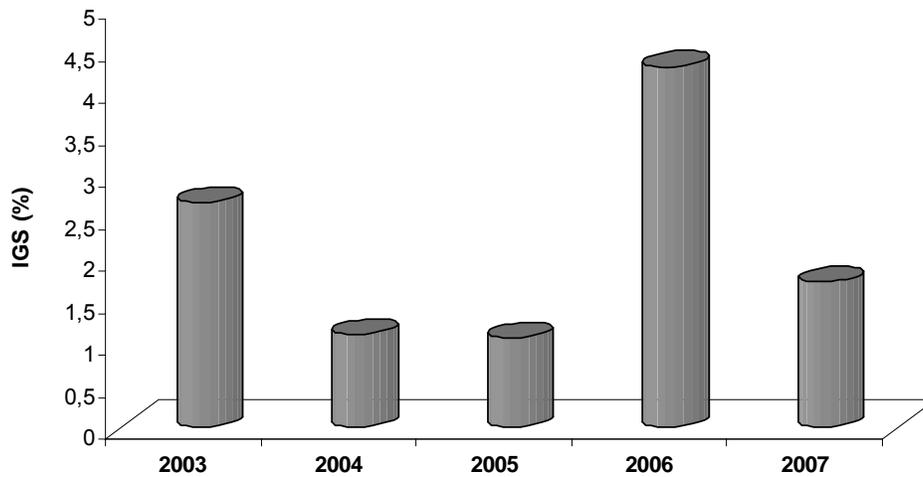


Figura 127. IGS promedio de anchoveta obtenido durante los seguimientos 2003, 2004 y 2005 y cruceros de evaluaci3n RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.

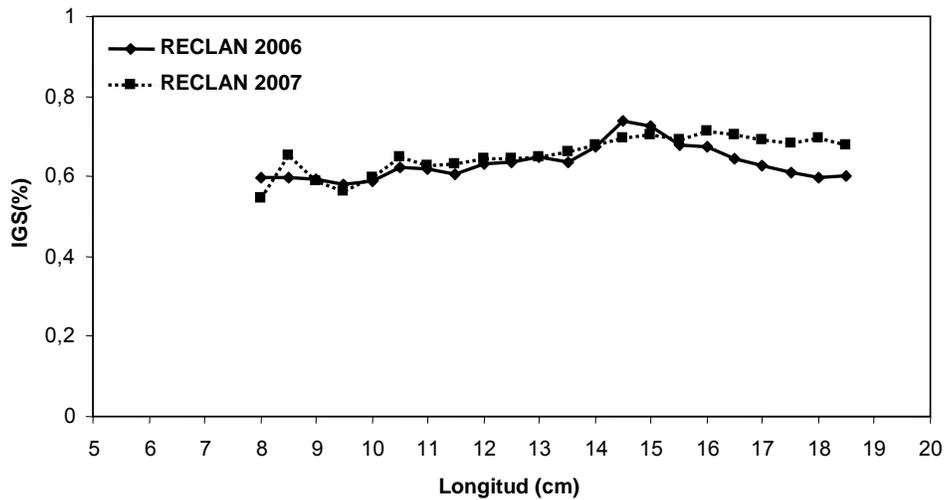


Figura 128. Factor de condici3n de anchoveta por talla obtenido durante los cruceros RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.

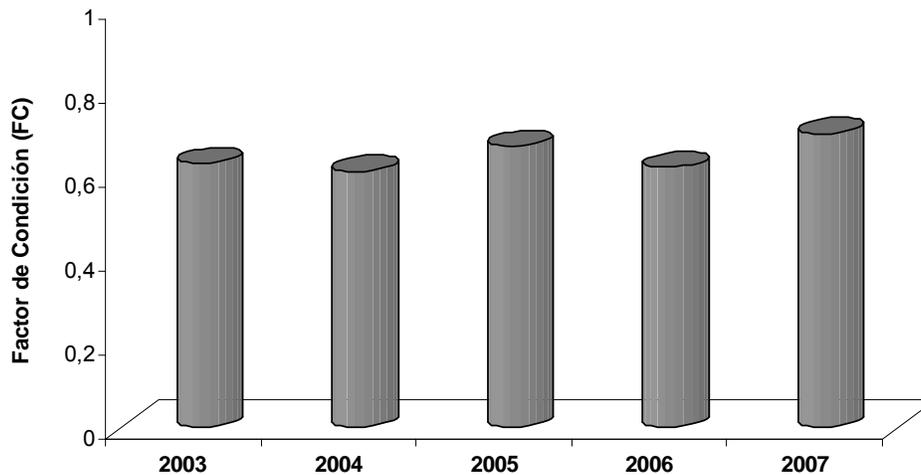


Figura 129. Factor de condici3n promedio de anchoveta obtenido durante los seguimientos 2003, 2004 y 2005 y cruceros de evaluaci3n RECLAN 2006 y 2007, 3° y 4° regiones.

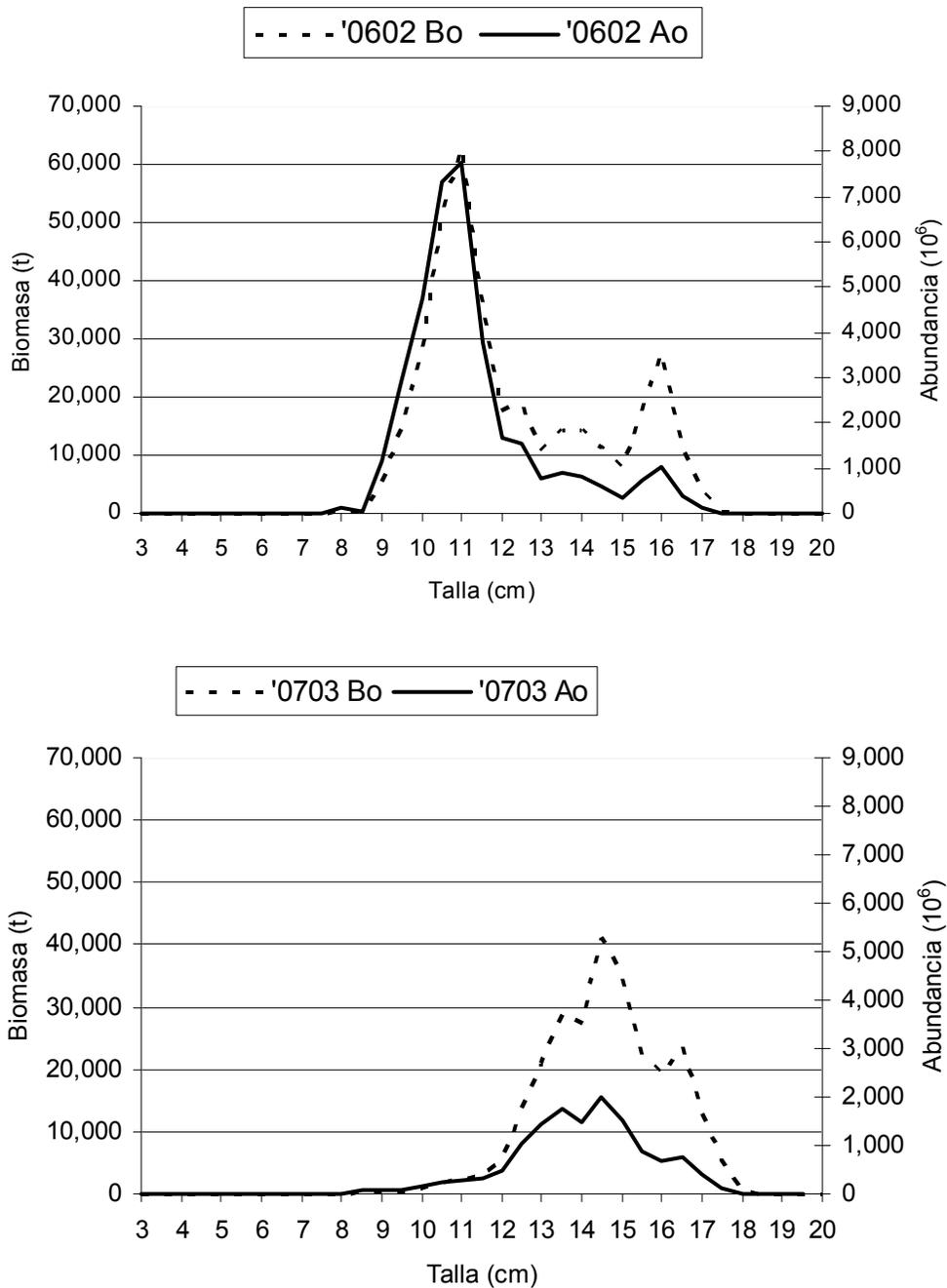


Figura 130. Estimaciones de Abundancia y Biomasa por talla de anchoveta en el periodo 2006 y 2007 (RECLAN 0602 y 0703).