



INFORME FINAL *CORREGIDO*

Evaluación hidroacústica reclutamiento
anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2008

FIP N° 2007-03 / Enero-2009



INFORME FINAL *CORREGIDO*

Evaluación hidroacústica reclutamiento
anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2008

FIP N° 2007-03 / Enero-2009

REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
Presidente Consejo de Investigación Pesquera:
Jorge Chocair Santibáñez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo
Mauricio Braun Alegría

JEFE DE PROYECTO

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 2008.

Jorge Castillo P.
Alvaro Saavedra G.
Carola Hernández S.
Víctor Catasti B.

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la III y IV Regiones durante el verano del 2008.

Hernán Reyes R.
Milena Pizarro R.
Jaime Letelier P.

Biología Pesquera de la anchoveta en la III y IV Regiones durante el período del reclutamiento. Verano 2008

Carola Hernández S.

Edad y Crecimiento de anchoveta en la III y IV Regiones en el verano del 2008

Francisco Cerna T.
Amalia López A.

Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2008 (Universidad Católica del Norte).

Armando Mujica R.
Eduardo Uribe T.
María Luisa Nava S.



I. RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los resultados de la evaluaci3n acústica de la biomasa, abundancia por talla y distribuci3n espacial de la anchoveta; oferta ambiental de alimento y las condiciones oceanográficas físicas asociadas en el periodo de reclutamiento de febrero del ańo 2008 entre Taltal y Cta. Maitencillo de Coquimbo (II y IV Regiones). Adicionalmente se entregan las estimaciones de abundancia y biomasa y el mapa de distribuci3n espacial del jurel detectado en el presente crucero.

Los datos fueron recolectados en un crucero realizado a bordo del B/C "Abate Molina" entre el 06 y el 28 de febrero del ańo 2008. La zona de estudio se localiz3 entre Taltal (24°55'S) y Cta. Maitencillo de Coquimbo (31°55'), donde se realizaron 40 transectas de prospecci3n hidroacústica diurnas perpendiculares a la costa; 18 réplicas nocturnas; 100 estaciones oceanográficas y 21 lances de pesca a media agua.

El estudio del sesgo de orilla en la evaluaci3n acústica, comprometido en el proyecto, no se realiz3 debido a que en el periodo que se program3 el trabajo, la anchoveta se encontraba en temporada de pesca, siendo insuficientes los incentivos ofrecidos a los armadores para participar en la investigaci3n.

La abundancia total de anchoveta, vari3 entre 15 731,86 (\pm 21,2%) y 16 288,6 (\pm 34,5%) millones de ejemplares, segun el m3todo utilizado, siendo el mayor con el geoestadístico. De este total, el 60,8% correspondi3 a reclutas (\leq 12 cm) (9 563,8 millones de ejemplares). El 42,9% de la abundancia se registr3 entre punta Ballenita (25°44'S) y sur de punta Flamenco (26°44'S), con 6 751,7 millones de ejemplares. En este sector se registr3 el 66,6% de los reclutas estimados para toda el área de estudio (2 436,8 millones de ejemplares). El otro sector que concentr3 una importante



fracci3n de la abundancia de anchoveta se localiz3 entre Huasco (28°24'S) y Carrizal (28°55'S), con el 21,1% del total evaluado (3.341 millones), sector que correspondi3 en su totalidad a reclutas.

Regionalmente, la abundancia de anchoveta se concentr3 en un 66,6% en la III Regi3n (10 480,7 millones de ejemplares); un 13,5 % en la fracci3n prospectada de la II Regi3n (2 116,2 millones de ejemplares) y un 19,9% en la IV Regi3n (3 134,9 millones de ejemplares). El mayor porcentaje relativo de reclutas se verific3 en la III-IV Regi3n, con m3s del 84%. La III Regi3n concentr3 el 64,5% de los reclutas de toda el 3rea de estudio con 6.165,7 millones de ejemplares.

La biomasa total de anchoveta vari3 entre 217 949 ($\pm 28,2\%$) y 226 555 ($\pm 47,0\%$) t, seg3n el m3todo aplicado, siendo el mayor con el geoestadístico. El 78,2% de esta biomasa se localiz3 entre sur de punta Buitre (24°47'S) y sur de punta Flamenco (26°44'S) con 170 464 t. Entre punta Ballenita y sur de punta Flamenco se registr3 el 59,7% de la biomasa total (129 785 $\pm 43\%$ t); mientras que en el sector entre bahía Carrizal (28°57'S) y punta Talinay (30°36'S), se concentr3 el 12,3% del total evaluado. Regionalmente, la Regi3n III concentr3 el 69,1% de la biomasa total (150 529 t) y el 63,6% de la fracci3n reclutas (44 851 t); la IV Regi3n aport3 con el 12,3% (26 742 t) y la fracci3n de la Regi3n II registr3 el 18,7% del total (40.678 t).

En general la estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 16,5 cm y modas secundarias en 12,5 y 10 cm, el rango vari3 entre 7 y 18,5 cm. La longitud y el peso promedio en los lances de pesca alcanz3 a 12 cm y 13 g, respectivamente. El aporte en n3mero y peso de los reclutas en las capturas de media agua fue de 57% y 30,5%, respectivamente. La longitud promedio de los reclutas fue 10,2 cm, con un peso promedio de 7 g.



La abundancia de jurel varió entre 2.160,3 y 2.243,22 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap. El 52,04% del total estuvo compuesto por ejemplares bajo la talla mínima legal (TML=26 cm) con 1.125,3 millones. El 97,8% de esta abundancia se concentró entre norte de punta Grande (24°58'S) y punta Chungungo (29°25'S). La biomasa del jurel varió entre 307.133 y 318.923 t, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap. El 7,1% de esta biomasa correspondió a ejemplares bajo la Talla Mínima Legal (TML=26 cm) con 22.661,09 t. El 97% de la biomasa se localizó entre norte de punta Grande (24°58'S) y punta Chungungo (29°25'S).

En general la estructura de tallas de jurel fue bimodal con una moda principal centrada en 27,5 cm y una secundaria en 7 cm, el rango varió entre 5 y 37 cm.

De los 21 lances de pesca de mediana realizada por el Abate Molina, 14 resultaron con captura positiva de anchoveta. La captura total fue de 6.299,3 kg, con un 91,1% correspondiente a anchoveta, la captura incidental de otras especies alcanzó al 8,8%.

La proporción sexual de anchoveta evidenció un claro predominio de las hembras. Se registraron estados de madurez sexual 1, 2, 3 y 4, con una mayor proporción del estado de madurez 1 y 2.

Durante el periodo en que se realizó el crucero, las anomalías de temperatura y salinidad superficial no mostraron evidencias claras de estar bajo el efecto La Niña 2007-2008, sino que la zona de estudio presentó más bien condiciones ambientales normales dominadas por procesos locales. En general los eventos de afloramiento registrados en el crucero fueron de tipo moderados, los que alcanzaron su intensidad durante la segunda semana de febrero de 2008, para luego decaer hacia fines de febrero. En paralelo al incremento de la surgencia, se desarrolló una banda costera de bajas temperaturas donde el mayor foco fue observado frente a Huasco, lo que



fue consistente con la intensidad del transporte de Ekman observado en la misma área. En la zona estuvieron presentes los tres tipos de agua característicos: Agua Subtropical con un máximo salino cerca de superficie, Agua Subantártica asociada a un mínimo salino subsuperficial y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) caracterizada por máximo salino y un mínimo de oxígeno. Durante el periodo del crucero la presencia e intensidad del AESS fue mayor respecto al mismo periodo de 2007 y especialmente de 2006. Lo anterior se evidenció por mayores porcentajes de participación de AESS y por la presencia del límite de la capa de la mínima de oxígeno (1 mL/L) más cerca de la superficie que durante el mismo periodo de los años anteriores. Las concentraciones de clorofila en la superficie y en la columna de agua fueron similares a las del crucero de 2006 pero inferiores a las reportadas en el 2007.

La anchoveta se localizó en algunos rangos bien acotados de las variables ambientales. Considerando las dos fracciones (adulta y recluta) se apreció que en el caso de la temperatura el recurso se ubicó en el rango entre 12°C hasta 20,9°C con una clara preferencia por aguas de 16-17,9°C, en cuanto a la salinidad, la anchoveta se reportó entre los 34,2 y 34,69 psu, con una inclinación por el rango 34,3-34,69 psu y con respecto al oxígeno disuelto, el recurso exhibió una clara preferencia por aguas bien oxigenadas.

En el 70% del área se registró pobreza fitoplanctónica, con valores de carbono, en los primeros 10 m de profundidad, inferiores a 100 ugC/L. En el sector norte se registran pequeñas áreas con valores de mediana biomasa, resaltándose dos focos con valores > 800 ugC/L. Las mayores biomásas de localizaron en la zona comprendida entre Chañaral y Bahía Coquimbo (> 900 ugC/L), lo que puede ser resultado de la acción de procesos de surgencia costera. En cambio, al norte de Chañaral se registra una extrema pobreza fitoplanctónica.



Los focos de alta biomasa fitoplanctónica del área de estudio, fueron dominados por la especie *Guinardia striata*; *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* desde Chañaral, junto con *Chaetoceros convolutus* desde Bahía Coquimbo hasta el final del muestreo

En el zooplancton los eufáusidos fue uno de los tres grupos de mayor dominancia numérica y presente en todas las estaciones de muestreo. Además, este grupo estuvo constituido mayoritariamente por ejemplares de tallas superiores a 2 cm, lo cual significa una importante oferta alimentaria para consumidores secundarios, como son la mayoría de los vertebrados pelágicos.

El modelamiento estadístico GAM de la densidad de anchoveta utilizando un suavizador tipo loess con un span de 0,5, fue explicado por relaciones que resultaron significativas con variables espaciales como longitud (grados) y latitud (grados); oferta ambiental de alimento con abundancia de diatomeas (cél/ml), abundancia de zooplancton ($N^{\circ}/100m^3$); y oceanográficas con densidad del agua (kg/m^3). Las variables espaciales son las que aportaron a la mayor variabilidad del modelo con un 13,3%, mientras que las restantes variables contribuyen marginalmente con un aporte máximo del 5%, obteniendo un pseudo coeficiente de determinación final que explica un 25% de la variabilidad total. La densidad de la anchoveta se correlacionó positivamente con la longitud (aumenta hacia el este) y negativamente con la latitud (disminuye al sur). La abundancia de diatomeas muestra una ventana ambiental óptima sobre la densidad de anchoveta.



II. 3NDICE GENERAL

	P3gina
I. RESUMEN EJECUTIVO -----	1
II. 3NDICE GENERAL -----	6
III. 3NDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS -----	12
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO -----	27
A. Objetivo general -----	27
B. Objetivos espec3ficos -----	27
V. ANTECEDENTES-----	28
VI. METODOLOG3A POR OBJETIVO-----	33
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. -----	33
1.1 Zona de estudio-----	33
1.2 Plan de muestreo ac3stico-----	33
1.3 Calibraci3n del sistema ac3stico -----	35
1.3.1 Calibraci3n electroac3stica -----	35
1.3.2 Medici3n del TS <i>in situ</i> de anchoveta -----	36
1.4 Identificaci3n de especies-----	39
1.4.1 M3todo ac3stico (Guzm3n <i>et al.</i> , 1983) -----	39
1.4.2 Pescas de identificaci3n-----	39
1.5 Procesamiento de la informaci3n ac3stica -----	40
1.6 Estimaci3n de la abundancia y la biomasa-----	41
1.6.1 Estratificaci3n de la estructura de tallas-----	41
1.6.2 Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso)-----	41
1.6.3 Estimaci3n de la varianza de la abundancia y biomasa -----	45
1.6.4 Estimaci3n del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variaci3n (CV)----	50



2. Objetivo B2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio-----	51
2.1 Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio-----	51
2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua -----	51
2.1.2 Estructura de tallas -----	52
2.1.3 Estimador de la composición en talla -----	53
2.1.4 Pesos medios a la talla -----	54
2.1.5 Expansión al área total-----	55
2.1.6 Relación longitud/peso-----	56
2.2 Descripción de los estadios de madurez de anchoveta -----	58
2.3 Índice gonadosomático -----	60
2.4 Proporción sexual -----	60
2.5 Estimación y composición de la edad de anchoveta -----	60
2.5.1 Lectura de otolitos-----	60
2.5.2 Clave edad-talla y composición de edad de la abundancia-----	62
3. 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. -----	65
3.1 Distribución espacial de los recursos -----	65
3.2 Índices de ocupación y abundancia relativa -----	68
3.3 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas en la III y IV región durante el verano del 2008. -----	69
3.3.1 Información Metereológica-----	69
3.3.2 Muestreo de temperatura, salinidad, oxígeno y clorofila-a-----	69
3.3.3 Procesamiento de la información -----	71
3.3.4 Distribución espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital-----	77
3.3.5 Distribución espacial y temporal de la clorofila superficial del mar-----	78
3.3.6 Imágenes satelitales del nivel del mar y corriente geostrófica superficial-----	78
3.3.7 Imágenes satelitales del viento superficial -----	79
3.4 Oferta ambiental de alimento en las Regiones III y IV en el verano 2008 -----	80
3.4.1 Fitoplancton -----	80
3.4.2 Muestreo biológico-----	80
3.4.3 Análisis de las muestras-----	80
3.4.4 Análisis de datos biológicos -----	81
3.4.5 Zooplancton-----	82
3.5 Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y anchoveta.-----	83
3.5.1 Procesamiento de la información -----	83



3.5.2 Relaciones entre la distribuci3n espacial de anchoveta y las variables oceanogr3ficas.-----	86
3.5.3 An3lisis de la se1al latitudinal -----	88
3.6 Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales. -----	89
4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta y sardina comú n en el á rea de estudio. -----	90
4.1 Procedimiento de detecci3n y asignaci3n de ecotrazos de anchoveta. -----	91
4.2 Descriptores de una agregaci3n.-----	92
4.2.1 Descriptores de posici3n. -----	92
4.2.2 Descriptores de energí a -----	92
4.2.3 Descriptores morfol3gicos.-----	93
4.2.4 Descriptores batimétricos -----	95
4.3 An3lisis de los datos. -----	96
VII. RESULTADOS -----	98
1. Condiciones hidrogr3ficas y meteorol3gicas de la III y IV Regiones de Chile durante el verano del 2008 (Objetivo B3) -----	98
1.1 Viento y viento satelital-----	98
1.2 Condiciones hidrogr3ficas en superficie-----	99
1.2.1 Temperatura -----	99
1.2.2 Salinidad -----	100
1.2.3 Densidad -----	100
1.2.4 Oxí geno -----	101
1.3 Profundidad de la isolínea de 1 mL/L -----	102
1.4 Capa de mezcla -----	102
1.5 Espesor de la Termoclina, temperatura base de la termoclina y profundidad base de la termoclina-----	104
1.6 Anomalías de nivel del Mar y circulaci3n Geostrofica -----	105
1.7 Distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas -----	105
1.7.1 Temperatura -----	105
1.7.2 Salinidad -----	105
1.7.3 Densidad -----	106
1.7.4 Distribuci3n vertical de OD-----	106



1.8	Masas de aguas	108
1.9	Distribuci3n espacial de la TSM satelital	109
1.10	Clorofila	110
1.10.1	Clorofila superficial	110
1.10.2	Clorofila integrada	111
1.10.3	Fluorescencia superficial	112
1.10.4	Clorofila satelital	112
1.10.5	Distribuci3n vertical de clorofila	113
1.10.6	Distribuci3n vertical de fluorescencia in vivo	114
1.10.7	Asociaci3n entre clorofila-a superficial, clorofila total, clorofila integrada y fluorescencia	115
2.	Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2008 (Objetivo B3)	115
2.1	Fitoplancton	115
2.1.1	Analisis taxonomico	115
2.1.2	Analisis cuantitativo	116
2.1.3	Densidad celular	116
2.1.4	Biomasa	118
2.2	Zooplancton	119
2.2.1	Volumen h3medo de zooplancton (cm ³ /100m ³ de agua filtrada)	119
2.2.2	N3mero de zooplancteres (N ^o /1000 m ³ de agua filtrada)	120
2.2.3	Composici3n de grupos zooplanct3nicos (%)	121
2.2.4	Rangos de tallas de los zooplancteres	122
3.	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. (Objetivo B2)	123
3.1	Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C "Abate Molina".	123
3.1.1	Comparaci3n estructura de tallas entre cerco y arrastre	125
3.2	Composici3n de tallas y pesos del stock de reclutas de anchoveta en el 3rea de estudio	125
3.3	Estructura de tallas de anchoveta	126
3.3.1	Estructura de tallas de anchoveta en la zona total	126
3.3.2	Estratificaci3n de las estructura de talla	127
3.4	Relaciones longitud-peso	129
3.4.1	Modelos lineales	129



3.4.2 Modelos no lineales-----	131
3.4.3. Comparaci3n de pesos de anchoveta entre cruceros mediante el modelo lineal y no lineal-----	131
3.4.4. An3lisis de covarianza para la relaci3n longitud-peso de anchoveta -----	132
3.5 Proporci3n sexual-----	132
3.6 IGS y estados de madurez-----	133
3.7 Determinaci3n de las estructuras de edad de anchoveta -----	136
3.7.1 Clave talla- edad -----	137
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). -----	137
4.1 Calibraci3n hidroac3stica-----	137
4.2 Calibraci3n de la intensidad de blanco TS <i>in situ</i> de anchoveta -----	137
4.3 Sesgo de orilla -----	139
4.4. Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta -----	140
4.5 Estimaci3n de la abundancia y biomasa de jurel -----	142
4.6 Precisi3n de los estimados de biomasa-----	143
4.7 Estructuras de edad de la abundancia -----	143
5. Distribuci3n de los recursos -----	145
5.1 Distribuci3n geogr3fica -----	145
5.2 Distribuci3n batim3trica de los recursos -----	147
5.3. Distribuci3n espacial de anchoveta y su relaci3n con las variables bio-oceanogr3ficas -----	149
5.3.1 An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de anchoveta y las variables bio-oceanogr3ficas -----	149
5.3.2 Medida de asociaci3n entre la densidad de anchoveta y las variables bio-oceanogr3ficas -----	154
5.4 Modelamiento estad3stico de la densidad ac3stica de anchoveta y las condiciones ambientales -----	159
5.4.1 An3lisis Inferencial -----	159
6. Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj B4)-----	165



6.1	Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas-----	165
6.1.1	Descriptores morfológicos -----	165
6.1.2	Descriptores batimétricos -----	166
6.1.3	Descriptores de energía -----	167
6.1.4	Distancia a la costa -----	168
6.2	Valores promedio descriptores por rango de hora -----	169
6.3	Valores promedio por zona y periodo del día- noche-----	171
6.4	Resultados análisis componentes principales -----	173
6.4.1	Agregaciones diurnas -----	173
6.4.2	Agregaciones nocturnas -----	175
VIII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS -----	178
1.	Análisis de la hidrografía-----	178
2.	Oferta Ambiental-----	184
3.	Biología Pesquera-----	187
4.	Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta utilizadas -----	189
5.	Análisis día-noche de las lecturas acústicas de anchoveta -----	191
6.	Estimados de biomasa y abundancia de anchoveta -----	193
7.	Precisión de los estimados de biomasa -----	196
8.	Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables bio oceanográficas -----	197
IX.	CONCLUSIONES -----	202
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	206
FIGURAS		
TABLAS		
ANEXOS		
Anexo 1	Personal participante por actividad y objetivo específico	
Anexo 2	Convenio Pesca de Investigación estudio sesgo de orilla	
Anexo 3	Talleres de difusión y discusión proyecto FIP N° 2007- 03	



III. 3NDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

- Figura 1.** Distribuci3n de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. A3os 2001 a 2007.
- Figura 2.** Localizaci3n de transectas de prospecci3n ac3stica diurnas (a) prospecciones en sentido norte -sur y sur - norte (b) y transectas nocturnas (c), realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 3.** Localizaci3n de los lances de pesca de media agua realizados por B/C Abate Molina (21 lances) (a) y localizaci3n de estaciones bio-oceanogr3ficas (b). Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 4.** Cartas de a) Direcci3n e intensidad del viento (m/s) registrado cada una hora sobre el track de navegaci3n, b) promedios del 3ndice de surgencia y c) promedios de turbulencia. Los promedios se obtuvieron de mediciones del viento horario dentro de 1° de latitud. Crucero febrero 2008.
- Figura 5.** Distribuci3n espacial del viento medido con sat3lite QuickScat y entregada como promedios semanales: a) 4 al 11 de febrero, b) 11 al 18 de febrero y c) 18 al 25 de febrero de 2008.
- Figura 6.** Distribuci3n superficial de a) temperatura (°C), b) salinidad (psu) y c) densidad del mar (sigma-t) (kg/m³). Crucero febrero 2008.
- Figura 7.** Cartas de a) distribuci3n superficial del contenido de ox3geno disuelto (mL/L), b) profundidad de la isol3nea de ox3geno correspondiente a la concentraci3n de 1 mL/L (indicadora del l3mite superior de la capa de m3nimo ox3geno disuelto) y c) espesor de la capa de mezcla (m). Crucero febrero 2008.
- 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 2008.
- Figura 9.** Cartas de a) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (°C/m), b) m3ximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y c) profundidad del m3ximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero febrero 2008.



- Figura 10.** Mapas de anomalía de nivel del mar (cm) y vectores de circulación geostrófica superficial obtenido con satélite los días 8, 17 y 27 de febrero. 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 2008.
- Figura 12.** Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.
- Figura 13.** Distribución vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.
- Figura 14.** Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.
- Figura 15.** Diagramas **T-S** de las estaciones de transectas ubicadas cada un grado de latitud. Crucero febrero 2008.
- 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 2008.
- 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 y 37. Crucero febrero 2008.
- Figura 18.** Imágenes satelitales de TSM entregada como promedios semanales: a) 2 al 9 febrero, b) 10 al 17 de febrero y c) 18 al 25 de febrero de 2008.
- 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 2008.
- Figura 20.** Distribución integrada de a) clorofila-a (mg/m^2) y b) feopigmento (mg/m^2). Crucero febrero 2008.
- Figura 21.** Clorofila satelital, promedio semanal que abarca los periodos del 2 a 9, 10 al



17 y 18 al 25 de febrero de 2008. En cada imagen se incorporo los contornos de 1 mg/m^3 (Línea negra gruesa) y $0,25 \text{ ug/L}$ (Línea negra delgada). Datos provenientes de satélites MODIS-A.

- Figura 22.** Distribución vertical de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.
- Figura 23.** Distribución vertical de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.
- Figura 24.** Distribución vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.
- 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 2008.
- Figura 26.** Distribución espacial de la densidad celular (cél/L) en superficie y 10 m de profundidad. Crucero RECLAN del 13 al 27 de Febrero del 2008.
- Figura 27.** Distribución espacial de la biomasa del Carbono (ugC/L) en superficie y 10 m de profundidad. Crucero RECLAN del 13 al 27 de Febrero del 2008.
- Figura 28.** Distribución del volumen zooplanctónico ($\text{Cm}^3/1.000 \text{ m}^3$) en estaciones de muestreo ubicadas entre Rada Paposo (25°S) y Caleta del medio (28°S).
- Figura 29.** Distribución del volumen zooplanctónico ($\text{Cm}^3/1.000 \text{ m}^3$) en estaciones de muestreo ubicadas entre Puerto carrizal Bajo (25°S) y Puerto Oscuro ($31,5^\circ\text{S}$).
- Figura 30.** Distribución del volumen zooplanctónico ($\text{N}^\circ/1.000 \text{ m}^3$) en estaciones de muestreo ubicadas entre Rada Paposo (25°S) y Caleta del medio (28°S).
- Figura 31.** Distribución del volumen zooplanctónico ($\text{N}^\circ/1.000 \text{ m}^3$) en estaciones de muestreo ubicadas entre Puerto carrizal Bajo (25°S) y Puerto Oscuro ($31,5^\circ\text{S}$).
- Figura 32.** Composición porcentual de grupos zooplanctónicos de estaciones de muestreo ubicadas entre Rada Paposo (25°S) y Caleta del medio (28°S).
- Figura 33.** Composición porcentual de grupos zooplanctónicos de estaciones de



muestreo ubicadas entre Puerto carrizal Bajo (25°S) y Puerto Oscuro (31,5°S).

- 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), 0703 (marzo 2007) y 0802 (febrero 2008). Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 35.** Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 1 entre la II y III regiones, lances 8, 9 y 10 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 36.** Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 2 en la III regi3n, lances 11, 13 y 14, realizado por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 37.** Estructura de tallas para anchoveta capturada en la subzona 3 en la IV regi3n, lances 16, 17, 18, 19 y 21, realizado por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 38.** Distribuci3n de subzonas de Anchoveta y estructura de tallas asociadas. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 39.** Distribuci3n de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (n°), B) frecuencia (%), C) en peso (kg) y D) peso (%), Crucero RECLA34N 0802.
- Figura 40.** Relaci3n longitud – peso establecida para anchoveta, para la zona 1, 2, 3 y total. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 41.** Proporci3n de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta, por zona y total. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 42.** Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta por subzona y área total de estudio. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 43.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total de estudio. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 44.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 1. Crucero



RECLAN34 0802.

- Figura 45.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 2. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 46.** Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 3. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 47.** IGS de anchoveta en relación al estado de madurez sexual, zona total de estudio y por subzona. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 48.** Relación funcional entre el TS y la talla modal de anchoveta medida en los cruceros RECLAN12 0712 y RECLAN34 0802.
- Figura 49.** Relación funcional de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla modal para la serie completa de datos disponible en la zona norte desde 1996.
- Figura 50.** a) Track diario total, b) track diario dentro de las primeras 5 millas de costa y c) valores de S_A según distancia de costa para el crucero RECLAN34 0802.
- Figura 51.** Frecuencia de ubm (línea ploma) y sumatoria de S_A (línea negra) según distancia a la costa para el crucero RECLAN34-0802.
- Figura 52.** Abundancia (millones de ejemplares) y Biomasa (t) de anchoveta por talla y zona. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 53.** Abundancia y biomasa total de jurel por tallas. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 54.** Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluación hidroacústica III y IV región, 2008.
- Figura 55.** Distribución espacial de la densidad acústica (t/mn^2) de anchoveta (a) y jurel (b) durante el Crucero RECLAN43 0802.
- Figura 56.** Variogramas de las densidades acústicas locales (m^2/mn^2) de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN43 0802.
- Figura 57.** Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de



anchoveta por zona en el crucero RECLAN34 0802. Se indican tendencias del rango respecto a la talla (---) y nugget respecto a la talla (- - - -).

- Figura 58.** Distribución espacial de la biomasa de anchoveta (t/mn^2): a) adultos, b) reclutas y c) total.
- Figura 59.** Distribución batimétrica (m), Temperatura ($^{\circ}C$), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/L), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de jurel y anchoveta entre la III y IV regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 60.** Distribución batimétrica (m), Temperatura ($^{\circ}C$), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/L), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de vincinguerria entre la III y IV regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Figura 61.** Distribución espacial de las variables ambientales: a) temperatura ($^{\circ}C$), b) salinidad (psu), c) densidad del agua ($\sigma-t$) y d) oxígeno disuelto (ml/L).
- Figura 62.** Señal latitudinal de adultos de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn, c) 6-10 mn y d) > 10 mn.
- Figura 63.** Señal latitudinal de reclutas de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn c) 6-10 mn y d) > 10 mn.
- Figura 64.** Señal latitudinal de a) adultos y b) reclutas de anchoveta y su relación con la salinidad entre: costa-2 mn, 2-6 mn, c) 6-10 mn y d) > 10 mn.
- Figura 65.** Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables oceanográficas.
- Figura 66.** Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables oceanográficas.
- Figura 67.** Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a variables oceanográficas y biológicas.
- Figura 68.** Distribución espacial de las variables ambientales: a) clorofila, b) zooplancton, c) copépodos y d) diatomeas.
- Figura 69.** Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación



a variables oceanográficas y biológicas.

- Figura 70.** Efectos de los predictores latitud (lat), longitud (lon), densidad (den), zooplancton (zoop), diatomeas (diat) sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta total, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.
- Figura 71.** Efectos de los predictores latitud (lat), longitud (lon), densidad (den), zooplancton (zoop), diatomeas (diat) sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.
- Figura 72.** Efectos de los predictores latitud (lat), densidad (den), zooplancton (zoop), apendicularias (apen) sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.
- Figura 73.** Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 74.** Distribución de frecuencias del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 75.** Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 76.** Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 77.** Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones, caso diurno nocturno.



- Figura 78.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal, caso diurno nocturno.
- Figura 79.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 80.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad del fondo, caso diurno nocturno.
- Figura 81.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura, caso diurno nocturno.
- Figura 82.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor energ3a retrodispersada (S_a), caso diurno nocturno.
- Figura 83.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 84.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor distancia a la costa de agregaciones, caso diurno nocturno.
- Figura 85.** Promedio del largo de agregaciones por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 86.** Promedio de alto de agregaciones por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 87.** Promedio de elongaci3n de agregaciones por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 88.** Promedio de per3metro de agregaciones por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 89.** Promedio de 3rea de agregaciones por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 90.** Promedio de dimensi3n fractal por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 91.** Promedio de profundidad de agregaciones por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 92.** Promedio de profundidad del fondo por rango de hora y d3a-noche.
- Figura 93.** Promedio de 3ndice de altura por rango de hora y d3a-noche.



- Figura 94.** Promedio de energía retrodispersada por rango de hora y día-noche.
- Figura 95.** Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora y día-noche.
- Figura 96.** Promedio de distancia a la costa de agregaciones por rango de hora y día-noche.
- Figura 97.** Promedio de largo de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 98.** Promedio de alto de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 99.** Promedio de elongaci3n de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 100.** Promedio de perímetro de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 101.** Promedio de área de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 102.** Promedio de dimensi3n fractal por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 103.** Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 104.** Promedio de profundidad del fondo por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 105.** Promedio de índice de altura por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 106.** Promedio de S_a de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 107.** Promedio de densidad de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 108.** Promedio de distancia de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.
- Figura 109.** Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas



- Figura 110.** Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Figura 111.** IGS promedio de anchoveta obtenido durante los seguimientos 2003, 2004 y 2005 y cruceros de evaluaci3n RECLAN 2006, 2007 y 2008, 3° y 4° regiones.
- Figura 112.** Abundancia (a), Biomasa (b) por talla en los veranos del 2006 (RECLAN34 0602; 2007 (RECLAN34 0703) Y 2008 (RECLAN34 0802).
- Figura 113.** Se1al latitudinal de la densidad de anchoveta, con respecto a las especies de diatomeas y zooplancton. Crucero RECLAN34 0802.

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.** Listado de especies encontradas en los análisis cuantitativo y cualitativo de fitoplancton.
- Tabla 4.** Abundancia, dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia de grupos zooplanctónicos.
- Tabla 5.** Talla máxima y mínima de los grupos zooplanctónicos (micrones, u).
- 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, 0702 y 0802.
- Tabla 7.** Resumen operacional y captura del Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 8.** Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 9.** Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificaci3n), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN34 0802.



- Tabla 10.** Límite de las zonas estratificación de tallas para anchoveta y lances de pesca asignados. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 11.** Comparación de la estructura de talla entre las zonas, mediante el test DHG ($\alpha=0,05$). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 12.** Comparación de la estructura de talla de anchoveta. Datos ponderados a la captura para la zona 1, 2 y 3. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 13.** Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelo lineal y no lineal. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 14.** Análisis de varianza (Andeva) para anchoveta. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 15.** Análisis de varianza para anchoveta por subzona y total. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 16.** Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 17.** Comparación de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluación y métodos de regresiones lineales y no lineales. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 18.** Test Tukey para la comparación de las pendientes, obtenidas por subzona, de la relación longitud – peso de anchoveta. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 19.** Clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Región. Crucero hidroacustico 2008.
- Tabla 20.** Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Región crucero hidroacustico 2008.
- Tabla 21.** 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 21(a).** 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 22.** Fuerza de blanco de anchoveta por lance y estaci3n de medici3n. Crucero RECLAN12 0712. se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg} .
- Tabla 23.** Fuerza de blanco de anchoveta por lance y estaci3n de medici3n. Crucero RECLAN34 0802. se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg} .
- Tabla 24.** Abundancia (millones) de anchoveta por talla seg3n m3todo de la Razon (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 25.** Abundancia (millones) de anchoveta por talla seg3n m3todo geoestadistico (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 26.** Biomasa (Toneladas) de anchoveta por talla seg3n m3todo de la Razon (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 27.** Biomasa (Toneladas) de anchoveta por talla seg3n m3todo geoestadistico (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 28.** Abundancia por talla de jurel por zona y m3todo. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 29.** Biomasa (t) por talla de jurel por zona y m3todo. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 30.** Varianza de la abundancia de anchoveta por talla seg3n m3todo de la Razon (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 31.** Varianza de la abundancia de anchoveta por talla seg3n m3todo geoestadistico por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 32.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla seg3n m3todo de la Razon (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 33.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla seg3n m3todo geoestadistico por subzonas y regiones. Crucero RECLAN34 0802.



- Tabla 34.** Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV regi3n. M3todo Bootstrap. Crucero Reclan III y IV 2008.
- Tabla 35.** Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regi3n. M3todo Geoestadistico. CRUCERO RECLAN III y IV, 2008.
- Tabla 36.** Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona en la III y IV Regi3n. Metodo hansen. CRUCERO RECLAN III y IV, 2008.
- Tabla 37.** Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona en la III y IV Regi3n. Metodo KISH. CRUCERO RECLAN III y IV, 2008.
- Tabla 38.** Par3metros de los modelos de variogramas ajustados a la anchoveta por subzona. Crucero RECLAN34 0802.
- Tabla 39.** Media aritm3tica (\bar{x}), krigger ($\bar{x} k$); varianzas, 3rea e influencia de los par3metros de los modelos espaciales en la distribuci3n de anchoveta por subzona.
- Tabla 40.** Indices de ocupaci3n totales (N3 pixels por categor3as/N3 pixels totales) e Indices de ocupaci3n positivos (N3 pixels por categor3as/N3 pixels positivos).
- Tabla 41.** Coeficientes de Cramer de las cartograf3as de distribuci3n de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC.
- Tabla 42.** An3lisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la anchoveta total seleccionadas a trav3s del m3todo stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinaci3n.
- Tabla 43.** An3lisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para adultos de anchoveta seleccionadas a trav3s del m3todo stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinaci3n.
- Tabla 44.** An3lisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para reclutas de anchoveta seleccionadas a trav3s del m3todo stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinaci3n.
- Tabla 45.** Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y



batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

- Tabla 46.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.
- Tabla 47.** Valores promedio, máximo, mínimos y desviación estándar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para día y noche por zona de estudio.
- Tabla 48.** Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.
- Tabla 49.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 50.** Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 51.** Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 52.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 53.** Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 54.** Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta ajustadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2008.
- Tabla 55.** Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta estandarizada en la zona norte de Chile entre 1996 a 2008.
- Tabla 56.** Comparación día-noche del número total de ubm, ubm con anchoveta (ubm+) y su promedio de las ubm+ para transectas e intertransectas durante el Crucero RECLAN34-0802.
- Tabla 57.** Comparación día-noche del número total de ubm, ubm con anchoveta (ubm+) y su promedio de las ubm+ para transectas e intertransectas coincidentes durante el Crucero RECLAN 34-0802.



ANEXOS

- Anexo 1** Personal participante por actividad y objetivo espec3fico
- Anexo 2** Convenio Pesca de Investigaci3n estudio sesgo de orilla
- Anexo 3** Talleres de difusi3n y discusi3n proyecto FIP 2007- 03



IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A Objetivo general

Evaluar el stock juvenil del recurso anchoveta, a través del método hidroacústico, existente en el área comprendida entre la III y IV Regiones y caracterizar el proceso de reclutamiento de la especie en el área de estudio.

B. Objetivos específicos

- B.1.** Estimar la abundancia y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

- B.2.** Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock juvenil de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

- B.3.** 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.

- B.4.** Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área 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 1995 con 201 mil t y m3nimos en 2001 con 8,6 mil t, increment3ndose en m3s del 300% en el trienio 2002-2005 respecto a los dos a3os anteriores alcanzando hasta las 77 mil t.

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 XV 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 administraci3n pesquera se ha enfocado a la protecci3n del segmento reclutas de la



especie, estableciendo vedas a las pesquerías desarrolladas en la XV-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 XV y II Región (Castillo *et al*, 1997, 2000) y en los cruceros de monitoreo de las condiciones oceanográficas (Braun *et al*, 2007) 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 c3ldas, 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 y Tevesz, 1958; Einarsson y Rojas de Mendiola, 1963).

La distribuci3n espacial del reclutamiento de anchoveta en la zona norte de Chile (I-II Regi3n) t3picamente se caracteriza por una estratificaci3n temporal y geogr3fica en el sentido latitudinal, inici3ndose en Arica durante noviembre, para finalizar hacia fines de febrero en Mejillones, con la sola excepci3n de la primavera de 1998 en que dicho comportamiento tuvo un sentido inverso al observado en otros periodos. Espec3ficamente la anchoveta en el norte de Chile ha presentado algunos cambios en la estacionalidad y extensi3n de los periodos m3ximos de desove antes de 1993; entre 1999-2001 y en 2002 y 2004. En efecto, en el periodo 1987-93 el desove se caracterizaba por su notable estacionalidad con m3ximos entre julio y septiembre, centrados en agosto y m3nimos entre marzo y mayo, centrado en abril, con reducciones discretas, que no alcanzaban al m3nimo, entre octubre y diciembre. En el periodo 1999-2001 la estacionalidad se mantuvo, pero increment3ndose los valores de los indicadores en el periodo m3nimo, reduci3ndose las diferencias entre los m3ximos y m3nimos. Los a3os 2002 y 2004 presentan una notable reducci3n en la extensi3n temporal del m3ximo del desove, ci3ndose en forma importante s3lo a los meses de invierno, entre julio y septiembre. El 2005 y 2006, nuevamente se verifica un incremento del desove en la primavera, sugiriendo un desove casi permanente en el segundo semestre. En todos los casos se mantiene la estacionalidad de agosto, no obstante los cambios registrados en los oto3os (m3nimos) o primaveras (intermedio) (Mart3nez *et al*, 2007).

En sinton3a con lo anterior, la evoluci3n mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2007 (Fig. 1) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detect3 el ingreso de reclutas en la pesquer3a a fines del 2002 y



principio del 2003. 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.

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 presentó 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 anticipación de la presencia de juveniles, registrándose su presencia en las capturas desde diciembre del 2005, manteniéndose la extensión temporal hasta mayo del 2006. En Coquimbo, la proporción de juveniles es frecuentemente inferior a Caldera, aún cuando la tendencia temporal es similar, con una mayor presencia mayoritaria entre febrero y marzo (**Fig. 1**)

Los resultados de las prospecciones acústicas 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, situación que se vincula a la influencia de las intensas gradientes térmicas y salinas que se producen en zonas cercanas a la costa

Al sur de Mejillones la anchoveta aumenta su asociación con la costa en ambas estaciones. A la luz de estos antecedentes, se postula la hipótesis 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 ańos 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 patr3n de agregaci3n y distribuci3n es tambi3n 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 y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.*

1.1 Zona de estudio

La zona de estudio estuvo comprendida entre punta Grande (24°55´S) en la II Región y Cta. Maitencillo de Coquimbo (31°55´) 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 6 y el 28 de febrero del 2008.

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 (Simmonds y MacLennan 2005) 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 informaci3n acústica relativa a las densidades de los peces se registr3 de manera continua durante la navegaci3n, discretizándose en intervalos de muestreo (ESDU) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de ecointegraci3n con el navegador satelital GPS.

En la zona de estudio se realizaron 40 transectas diurnas perpendiculares a la costa separadas por 10 mn y 19 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribuci3n espacial en los recursos. **(Fig. 2).**

En atenci3n a la característica costera de la especie estudiada, se hizo especial hincapié en la prospecci3n costera, con navegaciones paralelas a la costa, en sentido general norte sur y sur-norte, con las que se cubrieron los sectores intertransectas no consideradas en las navegaciones de cambio de transectas. Adicionalmente, durante las etapas preparatorias a los lances de pesca, tambi3n se realizaron prospecciones acústicas. De este modo, se logr3 un buen mapeo de la distribuci3n pero en algunos sectores se registraron sobremuestreos acústicos, que fue necesario filtrar a fin de permitir que los datos utilizados en la evaluaci3n de la biomasa se ajusten a un patr3n de muestreo sistemático y que con ellos se pudiera construir de mejor manera los mapas de distribuci3n de los recursos, especialmente en el caso del m3todo de las variables regionalizadas.



1.3 Calibraci3n del sistema acústico

1.3.1 Calibraci3n electroacústica

El procedimiento de calibraci3n electroacústica del sistema de eointegraci3n SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las seÑales de la intensidad de blanco (TS) y eointegraci3n (Sa) provenientes de un blanco estándar de cobre diseÑado para la frecuencia de trabajo y de intensidad medida en laboratorio, ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el valor teórico del blanco de referencia (Foote, 1987; Foote, 1983). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisi3n de $\pm 0,1$ dB.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibraci3n, ésta se ubic3 en el haz acústico mediante tres líneas de nailon monofilamento, utilizándose carretes de caÑas de pescar para variar y controlar la ubicaci3n del blanco en el haz.

El procedimiento de medici3n 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 eointegrador (Sa) se aplica el siguiente procedimiento:



$$G_I = G_o + \frac{10 \log \left(\frac{Sa_{(m)}}{Sa_{(t)}} \right)}{2}$$

siendo:

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

donde:

- s_{bs} = sección dispersante de la esfera (dB)
- r = profundidad de la esfera (m)
- r_0 = profundidad de referencia (1 m)
- ψ = ángulo equivalente del haz acústico (dB)
- $Sa_{(t)}$ = salida teórica del ecoinTEGRADOR
- $Sa_{(m)}$ = salida medida del ecoinTEGRADOR
- ψ = ángulo equivalente del haz acústico

1.3.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta

La información necesaria para determinar el TS *in situ* de anchoveta fue recopilada durante los lances de pesca. Además se realizaron mediciones del TS en sectores en los que se estableció 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 medición 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 automáticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utilizó típicamente una escala de 25 m, almacenándose en medios magnéticos. A fin de aumentar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detección del EK-500,



durante los experimentos se 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 informaci3n recolectada fue procesada mediante la opci3n del programa SIMBAD. Complementariamente, se utiliz3 el programa SONAR DATA, 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 seg3n Rayleigh, es posible considerar que el 3rea dispersante de sonido del pez se distribuye exponencialmente pudiendo ajustarse a una funci3n de probabilidades de densidades (PDF) (MacLennan and Simmonds, 1992) seg3n:

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

El TS corresponde a la ecuaci3n:

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

donde:

- TS = intensidad de blanco (dB)
- σ = 3rea dispersante (m²)



La relaci3n TS-Longitud del pez se ajusta a una ecuaci3n logar3tmica seg3n:

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

En esta ecuaci3n la pendiente "b" tiende a variar en torno a 20, valor que frecuentemente se adopta por convenci3n, 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 ecointegraci3n en n3mero (C_n) se calcul3 seg3n:

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

El coeficiente de ecointegraci3n en peso (C_b) se calcul3 seg3n:

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

Adicionalmente se incorpor3 la informaci3n recolectada durante el crucero de evaluaci3n de la biomasa de anchoveta en la XV y II Regiones (RECLAN12 0712), llevado a cabo en diciembre del 2007.

En ambos cruceros se procesaron los lances en que la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo en el crucero RECLAN12 0712 se consideraron los datos recopilados en los lances 20, 21, 23 y 49 y en las estaciones de TS 20, 23 y 29 con los pulsos corto, medio y largo. En el crucero RECLAN34 0802, se recolect3 informaci3n en los lances 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18 y 21 y en la estaci3n de medici3n de TS n3mero 21.



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 ecointegrador
- L = longitud de la agregaci3n (m)
- D = altura media de la se3al 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 dise3o 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 t1nel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m² de 1rea y 750 kg de peso seco (300 kg peso h1medo), 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, permiti1ndose 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 1nfasis en anchoveta aplic1ndose a las lecturas ac1sticas 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 m1todo ac1stico.

1.5 Procesamiento de la informaci3n ac1stica

El procesamiento de los datos fue realizado mediante los softwares SONARDATA y SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Los datos a ingresar a la base de datos son las lecturas ac1sticas por cada ESDU, las profundidades m1ximas y m1nimas de la agregaci3n, la posici3n geogr1fica de cada ESDU, fecha, n1mero y rumbo de la transecta. Adem1s, se ingres3 la informaci3n sobre temperatura y salinidades para cada estaci3n oceanogr1fica.



Posteriormente, la informaci3n fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistem3tico, 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, determin3ndose una estructura de tallas com3n, con la que se obtuvo el aporte por cada talla y el correspondiente peso, deriv3ndose el TS y el coeficiente de ecointegraci3n.

Se probaron las estratificaciones de las tallas por subzonas, mediante el m3todo D3cima de Hip3tesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2 , la homogeneidad en distribuciones de tallas.

1.6.2 Estimaci3n de la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de anchoveta por subzona se estim3 seg3n:

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



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

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

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

donde :

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

a = área de distribución del recurso (mn^2), en cada subzona.

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

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.

El área de distribución de los recursos se determinó delimitando los contornos de la distribución, resultando en una figura geométrica georeferenciada, realizándose el cálculo según:

$$a = \int_{L_0}^{L_1} \int_{g_0}^{g_1} \phi(L, g) dL dg$$



Donde:

L_0 y L_1 = l3mites en latitud, referidas a millas n3uticas.

g_0 y g_1 = l3mites en longitud, referida a millas n3uticas, corregidas por la loxodr3mica.

$\Phi(L,g)$ = funci3n geom3trica del 3rea que encierra a la distribuci3n del recurso.

Las 3reas se determinaron mediante los programas SURFER 8, utilizando el m3dulo Volumen y EVA2. Para este fin, en cada zona, se digitalizaron los puntos que delimitaron la distribuci3n de la especie. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se corrigieron seg3n la proyecci3n loxodr3mica a fin de hacerlas equivalentes. En el caso de SURFER 8, posteriormente se construy3 una grilla equivalente al 3rea rectangular m3nima que contuviera el pol3gono de la zona en estudio. En el caso del software EVA2, el 3rea de cada pol3gono de distribuci3n de la anchoveta (V) se calcula en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas n3uticas cuadradas seg3n:

$$v (mn^2) = Area_{\text{grados}} * 3600$$

Este m3todo de estimaci3n del 3rea se aplica teniendo presente que la longitud de las transectas corresponden con las loxodr3micas lo que permite aplicar la correcci3n del coseno de la latitud en la escala de la longitud, haciendo equivalente ambas escalas y pudiendo usar la geometr3a y trigonometr3a plana. En aquellos casos en que esta distancia se encuentra en el rango de las ortodr3micas, el 3rea debe ser calculada mediante la trigonometr3a esf3rica.



- **Hansen y Wolter**

El estimador de raz3n (\hat{R}) de las lecturas ac3sticas del ecointegrador (\hat{S}_a^i) 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 tama3o n seleccionado con reposici3n de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

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



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

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

La lectura acústica del econtegrador 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 econtegraci3n 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 determin3ó segùn:

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

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

mientras que la varianza de la biomasa se calcula segùn:



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

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

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0.1T\bar{S}+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\bar{T}\bar{S}_k)$$

Donde:

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

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)**

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

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



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

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

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

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

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

- **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:

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

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

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

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



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

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

donde:

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

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

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

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

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

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

y donde,

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

siendo f^{-1} la función inversa de la distribución normal estándar y Z_α es el percentil superior de una normal estándar.

- **Método de las variables regionalizadas**



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

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

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

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

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

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

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

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la función de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos últimos 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 través de tres factores geométricos; de la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$.

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición 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:

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

2. Objetivo espec3fico B2. *Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock juvenil de anchoveta en el 3rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.*



2.1 Determinación 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 composición específica, realizándose un muestreo aleatorio simple de las anchovetas, tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla, así como un análisis biológico de las muestras, recolectándose estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extrayéndose otolitos.

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

- **Muestreo de proporción**

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



- **Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud consiste en seleccionar en cada lance 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.

- **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 3reas de caracter3sticas similares mediante pruebas estad3sticas chi- cuadrado (Conover, 1981) para probar hip3tesis de homogeneidad en distribuciones de tallas, para lo cual se utilizaron las estructuras de tallas y pesos medios espec3ficos provenientes de los lances de pesca a mediagua, agrupados en sub-zonas, determin3ndose de este modo, las caracter3sticas de las estructuras de longitudes y pesos medios espec3ficos.

2.1.3 Estimador de la composici3n en talla

Los estimadores son expresados por estrato, en la eventualidad que el post-an3lisis de los datos indique la existencia de ellos.

Notaci3n

- H : 3ndice de estrato (1,, L)
- K : 3ndice de clase de talla (1,..... K)
- L : 3ndice de lance (1, 2,.....)
- T : n3mero de lances en la muestra
- T : n3mero total de lances en el 3rea
- N : muestra de ejemplares en el lance (j= 1,.....n)
- X : captura en n3mero de ejemplares en el lance.
- Y : captura en peso en el lance.

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

donde:

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



a. Estimador de la varianza de P_{hk}

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

donde:

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

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

donde la captura en número 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

Notación

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

a. Estimador del peso medio a la talla por estrato

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



donde:

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

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

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

donde:

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

2.1.5 Expansión al área total

a. Composición por talla

a1. Estimador de la composición 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 número para el estrato h .



c. Estimaci3n del peso medio por talla para el 1rea de estudio

c.1. Estimador del peso medio por talla

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

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 an1lisis de regresi3n lineal simple linearizado. Este modelo estima los par1metros de las curvas v1a m1nimos cuadrados ordinarios. Puesto que la variable peso se relaciona con la variable longitud a trav1s de una relaci3n potencial, para ajustar la regresi3n se utiliza una transformaci3n logar1tmica, seg1n 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 RSS_1 y RSS_2 corresponden a la suma residual de cuadrados de la regresi3n 1 y 2 respectivamente; RDF_1 y RDF_2 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.

Las g3nadas de los ejemplares de anchoveta son clasificadas de acuerdo a la siguiente escala de madurez:



Estadios de las hembras

1. 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.

2. 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.

3. 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 forma ovalada y de color blanquecino opaco, separados en sus septos ováricos.

IV Hidratado. Han aumentado considerablemente de tamaño ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El 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 mas intenso; los óvulos son translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en 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 máximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y están en pleno proceso de desove. La coloración varía del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento ocasionando por la rotura de los septos ováricos, luego de alcanzar los óvulos su maduración total.
Ocurre a veces que las gónadas pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovados y con óvulos en pleno desarrollo.

VI Desovado. Corresponde al post-desove y los ovarios se tornan flácidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vacías. Su color es anaranjado violáceo. La longitud está visiblemente reducida. El interior de la pared ovárica presenta un aspecto hemorrágico y los septos ováricos contienen ovocitos y óvulos grandes y opacos en vías de deformación y reabsorción.
A esta fase de recuperación sigue el estado de reposo, después del cual se reiniciar un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.



2.3 Índice gonadosomático

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

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

donde:

- PO = peso de la gónada (g)
PT = peso total del 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 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:

- Diámetro total del otolito (DT).
- Diámetro 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:

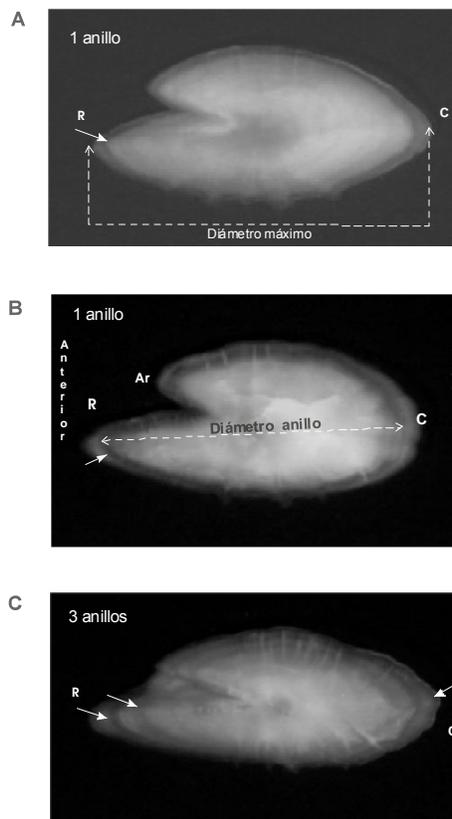
O = opaco

o = opaco peque1o

H = hialino

h = hialino peque1o

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 n1mero que permite, *a posteriori*, relacionar la lectura con el muestreo biol3gico.



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.



2.5.2 Clave edad-talla y Composici3n de edad de la abundancia

2.5.2.1 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), seg3n la longitud de los peces observados, se elaboran calculando la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos (Aguayo y Ojeda, 1981). La asignaci3n de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo a3o (clase anual); corresponde a un n3mero entero de a3os y se basa en el n3mero de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la 3poca del a3o en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquer3as chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificaci3n de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al a3o de la captura el GE asignado.

El concepto b3sico de los modelos estructurados por edades es el de "cohortes", el cual esta 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 clasificaci3n de las lecturas de cada estructura (secci3n de espina) por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad seg3n:

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

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} : n3mero de individuos de edad "i" con longitud "j"

n_j : n3mero 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.

2.5.2.2 Abundancia en n3mero por Grupo de Edad

Denominada tambi3n como estructura de edad, corresponde a la expansi3n de 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 abundancia estimada mediante ac3stica, 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 hidroac3stica, 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 proporción con que participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

2.5.2.4 Peso medio a la edad

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

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

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



Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, se pueden presentar dos casos, uno es cuando se est1 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 funci3n de W, $\Psi(L)$, es:

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

donde el n1mero de t1rminos depender1 del exponente b.

- 3. Objetivo B3.** *Determinar las 1reas de reclutamiento principales y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batimétrica, 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.*

3.1 Distribuci3n espacial de los recursos

La informaci3n proveniente del crucero de prospecci3n, procesada seg1n los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribuci3n geogr1fica, utilizando una escala de densidad (t/mn^2), determinada por la expresi3n (**Tabla 1**):

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

donde:

I = intervalo de densidad.

n = representa el nivel de la categor1a, 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; Rivoirard *et al.*, 2000).

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:

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

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

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

3.2 Índices de ocupación y abundancia relativa

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregación relativo de los reclutas de anchoveta, se utilizan los índices de Densidad y de Ocupación (Castillo y Briones, 1987). El índice de ocupación indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, dando una idea acerca del grado de agregación presentado por la especie en el momento de la prospección. Su cálculo se realiza según:

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

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

donde:

- k = número de observaciones acústicas con presencia de recurso
- z = número total de observaciones acústicas en el crucero
- Sa_{ij} = lecturas acústicas en la i-ésima ESDU, según la norma internacional, de la j-ésima transecta



- C_b = coeficiente de eointegraci3n
 IC = 3ndice de ocupaci3n (%)
 ID = 3ndice de densidad en t/mn²

3.3 Caracterizaci3n de las condiciones hidrogr3ficas y meteorol3gicas en la III y IV Regiones durante el verano del 2008.

3.3.1 Informaci3n Meteorol3gica

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanogr3ficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanogr3ficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se realizaron adem3s estaciones costeras intertransectas a 1 mn de la costa, lo que sum3 un total de 100 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 m3ximo 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 autom3tico tipo ROSETA. Para la determinaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto se recolectaron muestras de agua, a profundidades est3ndares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200 y 300 metros como m3ximo.



Con las muestras de agua recolectadas se realizaron a bordo los análisis conducentes a la obtención de la concentración de oxígeno disuelto (OD), mediante el método Winkler modificado por Carpenter (1965) y los análisis de salinidad con un salinómetro digital marca TSK modelo DIGIAUTO. La clorofila-a se analizará según la metodología descrita más 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.

Para los análisis de clorofila-a, se colectó un total de 626 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), con un volumen de filtrado estandarizado en 50 mL, almacenándose éstas en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis.

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.* (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 información

La información del CTD del crucero se procesó de acuerdo a procedimientos estándar recomendados por el fabricante Sea Bird. El control de calidad de los datos de CTD se realizó con la información de temperatura obtenida en terreno con los termómetros de inversión y de los análisis de muestras de agua para salinidad.

Dado que los termómetros y el salinómetro utilizados como instrumentos de control tienen sólo una precisión de $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ y $\pm 0,01$ psu, respectivamente, es que se utilizó este valor como límite de las diferencias entre las mediciones del CTD y la de estos dos instrumentos, para aplicar una corrección a los registros del equipo electrónico. La observación de las diferencias entre ambas mediciones se hizo en forma secuencial de acuerdo a la realización de las estaciones, para determinar de esta forma el comportamiento del equipo electrónico CTD en el tiempo. Ya que no hubo diferencias sobre el valor $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ y $\pm 0,01$ psu en las mediciones de ambas variables respecto a las obtenidas con el equipo de control no fue necesario corregir la información del equipo electrónico.

Con los datos del crucero ya procesados se confeccionaron las cartas de distribución superficial y vertical de las variables: temperatura, salinidad, oxígeno y densidad ($\sigma\text{-t}$). Con los datos verticales se obtuvo información de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad de la base, temperatura base, gradiente de temperatura promedio y máximo, profundidad del máximo gradiente), y el límite superior de la capa de mínimo OD (profundidad), realizándose las respectivas cartas y su posterior análisis.

Con respecto a la metodología de cálculo de estas estructuras verticales (eg. capa de mezcla, termoclina, y capa de mínimo 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). 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 an3lisis estacional de las masas de agua se confeccionaron diagramas T-S para las transectas cada 1° de latitud. Se calcul3 el porcentaje de participaci3n de las masas de agua (PPM): Subtropical, Subant3rtica y Ecuatorial subsuperficial de cada transecta. Los PPM de cada estaci3n se obtuvieron mediante el m3todo del tri3ngulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gr3fica como secciones verticales. Los valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los tri3ngulos de mezcla se muestran en la **Tabla 2**.

Con los datos de viento horario obtenidos durante la ejecuci3n del crucero se elabor3 una carta de intensidad y direcci3n, las cuales se utilizaron principalmente en la interpretaci3n de los datos oceanogr3ficos superficiales. Lo anterior permite discutir la posible asociaci3n de anomal3as t3rmicas superficiales con el comportamiento del viento, justificando as3 los valores de anomal3a encontrados.

Los vientos horario medidos durante la navegaci3n fueron corregidos en forma vectorial, rest3ndose el efecto de navegaci3n de la embarcaci3n de acuerdo a la siguiente expresi3n:

$$V_r = V_m - V_b$$

Donde:

V_r = vector del viento real

V_m = vector del viento medido durante la navegaci3n

V_b = vector del viento relativo producido por la navegaci3n del buque

Con la informaci3n de viento horario se calcul3 tambi3n el 3ndice de surgencia (IS) instant3neo (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 dirección de éste.

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

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

donde:

M_x = transporte de masa hacia el oeste

t_y = coacción del viento sobre la superficie en la dirección norte-sur

f = parámetro de Coriolis

siendo:

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

donde en (2) :

ω = velocidad angular de la tierra

l = latitud del lugar

a su vez, de la ecuación 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 utiliz3 en los c3lculos fue igual a 0,0013 de acuerdo a Bakun y Parrish, (1982).

Con la informaci3n de viento horario registrado durante la navegaci3n se determin3 tambi3n el 3ndice de turbulencia (IT), el cual corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (W^3) (Bakun y Parrish, 1982). Con la informaci3n 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 informaci3n meteorol3gica obtenida en cada una de las estaciones bio-oceanogr3ficas ser3 remitida al CENDOC a fin de mantener actualizada la base de datos meteorol3gica del pa3s.

Se utiliz3 la informaci3n de viento *in situ* y satelital, TSM satelital, circulaci3n geotr3fica (medida con sat3lite) para analizar procesos locales de mesoescala que pueden estar definiendo las condiciones encontradas. Las condiciones subsuperficiales son discutidas tambi3n respecto de las condiciones superficiales y los posibles procesos que est3n ocurriendo o se desarrollaron previamente en la zona.

Respecto a la clorofila-a, una vez cuantificadas las muestras la informaci3n fue codificada, digitada y geo-referenciada por profundidad de origen. Esta informaci3n permiti3 confeccionar cartas de distribuci3n vertical para las transectas, adem3s de las cartas superficiales. Los resultados de clorofila-a y de los productos de



degradaci3n 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 ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (volt), b) clorofila-a superficial ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (volt) superficial y c) clorofila-a superficial ($\mu\text{g/L}$) y clorofila integrada. El modelo que mejor represent3 las relaciones correspondi3 a una relaci3n lineal del tipo: $Y = \alpha + \beta X$



3.3.4 Distribuci3n espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital.

Para el an3lisis de la estructura t3rmica superficial se recibieron im3genes diarias para obtener 3 im3genes promedio semanal de TSM. Los promedios semanales de TSM se procesaron con la informaci3n correspondiente a los d3as entre el 2 y 9 de febrero, 10 y 17 de febrero y 18 y 25 de febrero de 2008.

Las im3genes diarias corresponden a datos MODIS, provenientes del espectroradi3metro a bordo del sat3lite MODIS Aqua (NASA). Estos datos satelitales fueron obtenidos de PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center). Para las im3genes obtenidas de los datos MODIS se cuenta con una matriz de calidad, la que indica la confiabilidad de los datos, indicando los que corresponden a continente y nubes, entre otros par3metros. Con esta matriz se procedi3 a filtrar los datos, dejando s3lo los datos de mayor calidad, sin nubes y continente.

El prop3sito de utilizar cartas promediadas semanalmente es el de obtener una buena visualizaci3n de los fen3menos t3rmicos superficiales y minimizar el efecto de la nubosidad, lo anterior se sostiene en dos fundamentos principales: primero, Pizarro *et al.* (1994), al describir el comportamiento de las fluctuaciones interdiarias, indica que los eventos de surgencia tienen una respuesta temporal de 8 o m3s d3as, por otro lado Barbieri *et al.* (1995), al efectuar un an3lisis multitemporal de las im3genes diarias en la zona norte, llega a la conclusi3n que los procesos asociados con la estructura t3rmica superficial y/o eventos de surgencia tienen una moda de 8 d3as.

3.3.5 Distribuci3n espacial y temporal de la clorofila superficial del mar



Para el análisis de la clorofila superficial del mar, se recibieron y procesaron imágenes satelitales diarias simultáneas al periodo del crucero. Dichas imágenes son de alta resolución y fueron derivadas del sensor MODIS AQUA. Las imágenes fueron geo-referenciadas y re-muestreadas con el objeto de obtener los valores de Clorofila.

Al igual que las imágenes de TSM satelital, la disponibilidad de imágenes de Cloa 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.

Con las imágenes diarias disponibles se confeccionaron 3 imágenes promedio semanales que comprenden el periodo del 2 al 9, 10 al 17 y 18 al 25 de febrero de 2008.

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 geostróficas 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 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 de los días 8, 17 y 27 de febrero de 2008, las cuales ilustran la condición mensual de esta variable. La resolución de este tipo de imágenes no entrega



informaci3n del 1rea costera de la zona de estudio (aproximadamente las primeras 20 mn).

3.3.7 Im1genes satelitales del viento superficial

Datos diarios del campo vectorial superficial del viento del oc3ano son obtenidos del sat3lite 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 clim1tico global y la interacci3n aire-oc3ano (Jet Propulsi3n 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 est1n actualmente disponibles en Formato de Datos Jer1rquico, conocido en su sigla en ingl3s como HDF (Hierarchical Data Format) y existen desde julio de 1999 a la fecha.

Las im1genes del campo vectorial del viento tienen una cobertura global y una resoluci3n espacial de 0,25° x 0,25°. Im1genes separadas est1n 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 im1genes del paso ascendente y descendente pueden ser f1cilmente combinadas para obtener mapas de vientos diarios. Adem1s, los datos del nivel 3 dan una grilla global de 1440 p1xeles en longitud por 720 p1xeles de latitud (grilla de 0,25°).

Se obtuvo im1genes de viento diarias con las que se realizaron 3 im1genes promedio semanal para la caracterizaci3n del r3gimen de vientos presente en el 1rea de estudio durante el crucero. Las im1genes promedio analizadas corresponden al periodo del 4 al 11 de febrero, 11 al 18 de febrero y 18 al 25 de febrero de 2008.



3.4 Oferta ambiental del alimento en las Regiones III y IV en el verano del 2008.

3.4.1 Fitoplancton

El muestreo cont3 con un total de 17 transectas perpendiculares a la l3nea de costa, y 17 estaciones intermedias. Al final se tomaron 255 muestras, de las cuales 85 son muestras de red y 170 son muestra de botella a 0 m y 10 m de profundidad (**Fig. 2 y 3**).

3.4.2 Muestreo biol3gico

Para la obtenci3n de muestras se utiliz3 una red c3nica est3ndar de 25 micrones (μm) de abertura de malla, estas se guardaron en botellas pl3sticas de 100mL y fueron fijadas con formalina neutralizada al 5%. Las muestras volum3tricas se tomaron con una botella Niskin a profundidades de 0 y 10 m, estas se guardaron en botellas pl3sticas de 100mL y fijadas con una soluci3n de lugol. Las muestras fueron guardadas para su posterior an3lisis en el laboratorio.

3.4.3 An3lisis de las muestras

Las muestras de red se usaron para el an3lisis cualitativo o taxon3mico del fitoplancton, para esto se utiliz3 un microscopio Olympus CKX 41 de contraste de fase y con maquina fotogr3fica digital Olympus complementada al programa Imagen ProPlus. Para el an3lisis taxon3mico de las especies se utiliz3 la literatura Cupp (1943), Taylor (1976), Yamaji (1986), Tomas (1997).

Las muestras volum3tricas se utilizaron para el an3lisis cuantitativo, el que consisti3 en un recuento de c3lulas por especies bajo el m3todo Utherm3l (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), cuando se presentaba una pobreza fitoplanctónica, en cambio las muestras que presentaban una abundancia de diatomeas se evaluó 0.55 mL, para esto 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 (**Tabla 3**)

Los resultados del análisis cuantitativo proporciono los datos de densidad celular específica y total expresados en células por litro (cél/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 para obtener el volumen celular se utilizó el programa Imagen ProPlus. El contenido de carbono se obtuvo según las recomendaciones de

Eddler (1979). Esta última variable se incluyó para evitar la sobreestimación de 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 soluci3n de formalina en agua de mar al 5%, para su posterior an3lisis en laboratorio.

De un total de 20 transectos perpendiculares a la l3nea de costa comprendidos entre Rada Paposo (25°5'S) y Los Vilos (31°50'S), se tomaron muestras nocturnas (20 a 08 hrs. aproximadamente), en 74 estaciones oceanogr3ficas y en 24 estaciones diurnas, de las cuales 20 son costeras distribuidas entre cada (**Fig. 3**).

Se determin3 el volumen h3medo del zooplancton de cada muestra (cm³ de zooplancton /1.000 m³), 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, fue estandarizado en 1.000 m³ 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 An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de las variables bio-oceanogr3ficas y la anchoveta.

Se efectu3 un an3lisis espacial de la distribuci3n y abundancia de anchoveta y de las variables biooceanogr3ficas temperatura, salinidad, ox3geno disuelto, densidad del agua, clorofila a y abundancia de zooplancton, cop3podos y diatomeas en la capa de mayor frecuencia de card3menes.

3.5.1 Procesamiento de la informaci3n

La capa de mayor frecuencia de card3menes (CMFC), se determin3 en base a la moda de la distribuci3n de las profundidades medias de los card3menes de la especie para toda la zona. Se determin3 que dicha capa fluctu3 entre los 10 y 20 m de profundidad (sobre el 50% de los card3menes).

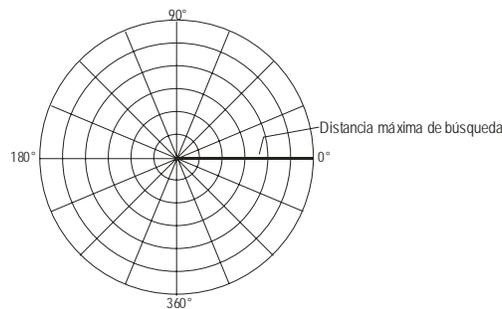
Todas las variables bio-oceanogr3ficas, en el plano considerado, fueron interpoladas en el 3rea de prospecci3n, mediante la utilizaci3n de m3dulos del programa Surfer 8.0. La anchoveta fue interpolada en el 3rea de prospecci3n mediante el m3todo Inverso de la distancia, donde se crean grillas continuas 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:

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

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

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 máximo de búsqueda y con un ángulo de separación entre 0° y 180°.

Los variogramas con los mejores parámetros, se obtuvieron después de diversas pruebas, definiéndose los siguientes:

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

Una vez construidos los variogramas, ajustados los modelos y verificados los valores estimados, se aplicaron en la interpolación de las variables, generando grillas de distribución con una resolución espacial de 1 mn app. Posteriormente, éstas fueron importadas por el programa IDRISI Kilimanjaro (Eastman, 2003), mediante los cuales se generaron los planos de distribución de abundancia de anchoveta y de variables bio-oceanográficas en las dos capas analizadas.

El mapeo de cada variable y cada plano implicó la superposición de un vector de costa obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 1era Edición- enero del 2000. Cada plano así generados fueron reclasificados para favorecer el estudio visual.

A la cartografía reclasificada de abundancia de anchoveta, se le determinó el Índice de Ocupación (IOC), por categorías de clases de acuerdo a:

$$IOC_i = \frac{NC_i}{NT}$$

Donde:



IOC_i = Índice de Ocupaci3n de la categoría "i".

NC_i = N° de píxeles categoría "i".

NT = N° píxeles positivos totales.

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

Para determinar si existe asociaci3n entre la distribuci3n de anchoveta y las variables ambientales en la 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 categoría 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:

H_0 : No hay asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la variable bio-oceanográfica "X" (hay independencia)

Donde "X" corresponde a la variable temperatura, salinidad, densidad, zooplancton, fitoplancton, etc.

Por su parte la hipótesis alternativa est3 dada por:

H_a : SÍ hay asociaci3n entre densidad de anchoveta y variable oceanográfica.

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 est1 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 seg1n lo establecido en la hip3tesis nula, asumiendo que esta es verdadera.

La estadística de prueba, corresponde a una estadística que se distribuye como una Chi-cuadrado con $(r-1)(c-1)$ grados de libertad. El criterio de “aceptaci3n o de rechazo” de la hip3tesis Nula est1 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 ” ($p < 0,05$ es un nivel com1n).

Una vez determinada la posible existencia de asociaci3n entre las variables, se cuantifica el grado de asociaci3n observada entre las variables por medio del 1ndice $V(\text{Cramer})$ (Aguilera, 2001), cuyo rango de variaci3n se encuentra entre 0 y “+1”. Valores destacados del 1ndice 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 1ndice constituir1 un antecedente de no asociaci3n existente entre las variables y, por el contrario, una proximidad a “+1” constituir1 un antecedente o presunci3n de alta asociaci3n entre las variables.

3.5.3 An1lisis de la se1al latitudinal



Para contrastar la hip3tesis de que la distribuci3n y abundancia de la especie se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes t3rmicos), se estim3 la se1al latitudinal de las variables ambientales y la densidad de anchoveta expresada en S_A . Para tal efecto se cre3 una grilla con una resoluci3n de 2 mn latitudinalmente y 2 mn longitudinalmente, gener3ndose cuatro se1ales: la primera denominada costera (costa-2 mn), la segunda llamada intermedia costera (2-6 mn), una tercera nominada intermedia (6-10 mn) y la cuarta llamada oce3nica (> 10 mn). Asimismo, se estimaron los gradientes t3rmicos longitudinales, calcul3ndose el diferencial entre pixeles vecinos mediante los comandos del SIG.

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

Existe m3s de una aproximaci3n para relacionar las se1ales acústicas (S_A) de anchoveta con variables ambientales. El objetivo de este an3lisis se orienta a conocer la relaci3n entre variables ambientales y la distribuci3n 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 oceanogr3ficos y biol3gicos considerados. El GAM es un m3todo estadístico, similar al de regresi3n cl3sica, pero con supuestos distribucionales m3s generales, adem3s de no suponer linealidad en las covariables. Gen3ricamente el GAM tiene la siguiente estructura (Hastie & Tibshirani, 1990).

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

La funci3n $g(\cdot)$ es la funci3n de enlace, la cual define la relaci3n 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 funci3n de suavizamiento unidimensional para la k-ésima covariable.

La variable de inter3s a modelar corresponde en este caso a la densidad de anchoveta, asumiendo una distribuci3n de probabilidad log-normal, con distribuci3n normal y funci3n de enlace identidad. La informaci3n bio oceanografica pareada con la anchoveta, se determin3n mediante una interpolaci3n lineal de las variables oceanograficas en las estaciones cercanas respecto a la posici3n geogr3fica y profundidad promedio de la anchoveta. En el caso de la cloa-a integrada y la oferta ambiental de alimento, la interpolaci3n se realiz3n considerando solamente la situaci3n geogr3fica (Latitud y Longitud). El logaritmo de la densidad de anchoveta fue modelada como funci3n de variables bio-oceanogr3ficas y espaciales. Entre las variables espaciales se consider3n: latitud, longitud y profundidad media de las ESDU con anchoveta; mientras que las variables oceanogr3ficas f3sicas fueron: temperatura, salinidad, ox3geno, densidad del agua y sus gradientes y finalmente las variables biol3gicas descriptoras de la oferta ambiental de alimento fueron: abundancia del fitoplancton y del zooplancton y clorofila integrada en la columna de agua. Todas estas variables fueron introducidas en el modelo a trav3s de funciones de suavizamiento no-param3tricas, 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 3rea de estudio.*

La caracterizaci3n de las agregaciones de anchoveta, se efectu3n mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones ac3sticas realizadas durante las transectas de prospecci3n ac3stica diurna, sus r3plicas nocturnas y las



intertransectas costeras mediante el sistema de eointegración Simrad EK500 y fueron procesadas mediante el programa SonarData Echoview®. Versión 3.00.

Un ecotrazo es definido como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponderá a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

4.1 Procedimiento de detección y de asignación de ecotrazos de anchoveta

- Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitan las zonas de detección superior e inferior en el ecograma.
- Revisión y edición de la línea de fondo, la cual debió ser corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, corrigiendo la señal por zona muerta. Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración y detección.
- Revisión y edición de la línea de superficie, la cual fue generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubica generalmente 3 metros bajo el transductor.
- Limpieza del ecograma, este proceso consistió en definir regiones del tipo “bad regions”, las cuales fueron excluidas de la detección e integración de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido acústico y fuera del contorno de éstos.
- Una vez limpio el ecograma se enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una



región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones mediante el modulo Shapes de echoview, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estándar provocaba cortes en la agregación.

- Asignación de S_A : A fin de asignar correctamente los S_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaron el largo de la ESDU (0,5 mn), se procedió a exportar dos tipos de archivos. Uno con “regiones” y otro con “regiones y celdas (ESDU's)”, debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada “región” la sumatoria de los S_A (PRC_NASC) que esta región generó en cada celda o ESDU.

4.2 Descriptores de una agregación

Se extrajeron descripciones referidas a su posición geográfica, energía, morfometría, batimetría y distancia a la costa.

4.2.1 Descriptores de posición: Están referidas a la posición geográfica de las agregaciones y a la distancia a la costa.

- a) Posición: se utiliza la posición media de la agregación referida a latitud (Lat_m) y longitud (Lon_m).

$$Lat_m = Lat(p_m)$$

$$Lon_m = Lon(p_m)$$

Donde: $p_m = (p_s + p_e) / 2$

p_m : Ping ubicado en el medio de la agregación

p_s : Ping ubicado al inicio de la agregación

p_e : ultimo ping asociado a la agregación



- b) Distancia a la costa : Referido a la distancia en el sentido Este-Oeste de la agregaci3n respecto a la referencia costera m3s cercana. En atenci3n a que las distancias son loxodr3micas se calcula mediante la resoluci3n de trigonometr3a plana, siendo $x = Lon_m \cos (Lat_m)$. La distancia se obtiene mediante la diferencia de las Longitudes de la costa y de la agregaci3n multiplicada por 60 (mn).

4.2.2 Descriptores de energ3a: Est3n referidos a la energ3a retrodispersada de las agregaciones en unidades de S_A (m^2/mn^2) y a la densidad ac3stica ($Dens$) de las agregaciones referidas en unidades de S_A por 3rea (S_A /m^2), determinadas de acuerdo a:

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

Donde:

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

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

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

Altura media = Altura media (m) de la agregaci3n (definida a continuaci3n en descriptores morfol3gicos).

N: n3mero de muestras utilizadas para calcular Sv_{prom} en la agregaci3n, y

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

Donde *Area*: Area transversal (m^2) de la agregaci3n (definida a continuaci3n en descriptores morfol3gicos).



4.2.3 Descriptores morfológicos: Dentro de los descriptores morfológicos extraídos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el área transversal (m²), el largo (m) y el perímetro (m) donde:

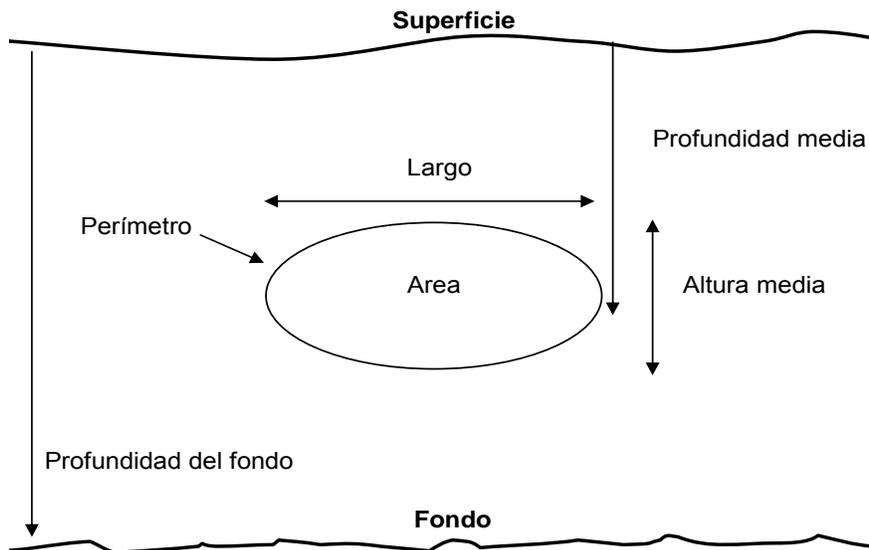
La altura media se define como la altura promedio de todos los pings que conforman la agregación

$$\text{Altura media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \text{ (m)}$$

Donde

t_i = altura o espesor del ping;

N= número total de pings en la agregación.



Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación

El área de una agregación se obtuvo asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo se fue 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 3rea transversal de la agregaci3n (*Area*) es el resultado de la suma del 3rea de todos los rect3ngulos elementales:

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

Finalmente se extrajo el largo de la agregaci3n (*Largo*) medida en metros junto al per3metro de 3stas (*Perim*) en metros, completando las estimaciones b3sicas, a partir de las cuales se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter3sticas de la agregaci3n.

La dimensi3n fractal (*DFrac*) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 3ste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro 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 asociar3a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1997):

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

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.



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

4.2.4 Descriptores batimétricos: Los descriptores batimétricos extraídos directamente del ecograma fueron la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calculó el índice de altura (*IndAlt*). Este índice fue utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo pudiéndose determinar si la especie en cuestión presenta dependencia con el fondo marino y se expresa en forma porcentual como:

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

4.3 Análisis de los datos

La muestra fue diferenciada de acuerdo a la hora de detección en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 6 de la mañana y las 21 horas, mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el período restante para completar las 24 horas.

En un primer paso se aplicó estadística descriptiva entregándose valores promedio, máximo, mínimos y sus respectivas dispersiones de las variables analizadas para el día y la noche, respectivamente. Posteriormente los datos fueron analizados de acuerdo a la separación por zonas determinadas con anterioridad para la estimación de biomasa y abundancia. Finalmente se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) separado según condición diurna y nocturna, herramienta que permite resumir la información contenida en los datos y reducir su dimensionalidad



(Rencher, 1995), El ACP permiti3 resumir la informaci3n contenida en la matriz de datos y permitir una representaci3n visual o geom3trica de la informaci3n (Rencher, 1995), preservando las caracteristicas de la observaci3n original. Esto se efectu3 mediante la b3squeda de un grupo de vectores propios (eigenvectors) ortogonales de la matriz de correlaci3n, y que correspondieron a una nueva variable que es la combinaci3n lineal de las variables iniciales. Cada eigenvector es asociado a un eigenvalue, que representa la proporci3n de la varianza total que es explicada por cada factor (Scalabrin, 1997).

Se redujo la dimensionalidad del problema obteni3ndose nuevas variables que fueron expresadas como combinaci3n lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utiliz3 la matriz de correlaciones como matriz de entrada, d3ndole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que fueron trabajadas las diferentes variables. Se aplic3 el criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), para determinar los componentes que fueron seleccionados como principales para su posterior interpretaci3n.



VII. RESULTADOS

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

1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la III y IV Regiones de Chile durante el verano del 2008. (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 100 (**Fig. 2 y 3**).

1.1 Viento y viento satelital

Durante el crucero se realizaron 402 mediciones de viento horario (**Fig. 4a**), de las cuales el 70% de los datos indicó una intensidad menor a 5 m/s, el 26% tuvo entre 5 y 10 m/s y el restante 4% tuvo intensidad mayor a 10 m/s con un máximo de 14 m/s.

Las mayores intensidades relativas, de 5 a 10 m/s, se ubicaron en la areas comprendidas por las localidades de rada Paposo y punta Ballenita, bahía Salada y puerto Carrizal Bajo, Huasco y caleta Inglesa y de Coquimbo a Río Limarí (30°50'S). Intensidades del viento mayores a 10 m/s se localizaron sólo en caleta Peña Blanca (28°40'S). Toda la zona se caracterizó por registrar un amplio predominio de viento con componente sur (90% de los registros). Eventos de viento norte se registraron en forma aislada sin caracterizar un área en particular.



El 3ndice de surgencia (IS) promedio latitudinal tuvo un rango de 163 a 756 m³/s x 1000 m de costa (en adelante s3lo m³/s) (**Fig. 4b**). El m3ximo se3alado se ubic3 en el sector de Huasco (28°30'S) y el m3nimo en el extremo sur de la zona, frente a punta Pozo, entre los 31° y 31°20'S. El 3ndice de turbulencia (IT) (**Fig. 4c**) registr3 un rango de 39 a 364 m³/s³, donde el m3ximo y m3nimo del IT fueron coincidentes con la ubicaci3n de los m3ximos y m3nimos de IS ya se3alados.

El viento satelital (**Fig. 5**) muestra una consistencia en t3rminos de direcci3n ya que a lo largo del periodo del crucero, la direcci3n predominante fue a lo largo de la costa y hacia el Ecuador, aunque durante la segunda semana, la componente a lo largo de la costa se observa disminuida. Dentro de la primera semana las magnitudes del viento fluctuaron entre 5 y 7 m/s, mientras que durante la segunda semana se observ3 una disminuci3n generalizada de la magnitud a valores entre 3 y 6 m/s, especialmente al norte de Huasco. Finalmente, durante la tercera semana la intensidad del viento se recuper3 y aparecen magnitudes entre 4 y 7 m/s.

1.2 Condiciones hidrogr3ficas en superficie

1.2.1 Temperatura

El rango de temperatura superficial (TSM) para la zona de estudio (**Fig. 6a**) fue de 13,3° a 21,5°C. El m3nimo se midi3 en la estaci3n costera (1 mn) en los 28°50'S, y el m3ximo a 20 mn frente a Chañaral (26°20'S). La distribuci3n de TSM muestra procesos de surgencia que se desarrollaron pr3cticamente a lo largo de toda la costa, registr3ndose focos de afloramiento de distinta intensidad y tamaño. Se destacan como de mayor intensidad relativa los sectores que van desde Tal -Tal a Punta Ballenita y desde caleta Inglesa a Huasco. En estas dos 3reas, los menores valores de TSM se ubicaron desde la costa hasta las 20 mn. Las 3reas con baja intensidad o sin surgencia, y que



registraron la entrada de aguas más cálidas hacia el sector costero son: punta Totalillo a Coquimbo y río Limarí a Caleta Maitencillo, siendo esta última la que ocupa una mayor área con agua más cálida ($> 18^{\circ}\text{C}$).

La temperatura superficial en el sector más oceánico (aunque las 20 mn aun se puede considerar como área costera) entre punta Ballenita y Carrizal Bajo, en la mitad norte de la zona de estudio, superó los 20°C , mientras que hacia el sur, los focos de aguas cálidas, siempre asociados a las áreas de menor surgencia, superaron sólo los 19°C , pero en este caso alcanzaron la costa.

1.2.2 Salinidad

Esta variable registró un rango total de valores entre 34,15 y 34,68 psu. Las máximas salinidades se ubicaron en la mitad norte, midiéndose el mayor valor indicado en la estación de 1 mn frente a rada Paposó, mientras que el mínimo lo hizo en la estación de 5 mn en la transecta de la latitud $31^{\circ}20'S$ (**Fig. 6b**). Desde puerto Carrizal Bajo hacia el norte predominaron salinidades mayores a 34,5 psu, mientras que en la mitad sur, los valores estuvieron referentemente en el rango 34,2 a 34,4 psu. Existió poca variación de salinidad este –oeste, registrándose los gradientes más bien en un sentido norte-sur. Los gradientes de salinidad, en este último aspecto, fueron mayores en el sector central de la zona, específicamente entre bahía de Copiapó por el norte y caleta Inglesa por el sur.

1.2.3 Densidad

La densidad superficial registró un rango de 24,09 a 25,9 kg/m^3 (**Fig. 6c**). Las áreas de máxima densidad son Tal-Tal, punta obispo y de Huasco a caleta inglesa. Las mínimas se ubicaron en el área más oeste desde punta Ballenita a puerto Carrizal Bajo mientras que desde caleta inglesa al sur se presentaron formando focos pegados a la costa, principalmente en Coquimbo y río Limarí. En general, se



registraron importantes gradientes de densidad este-oeste en toda la zona, pero en menor grado desde caleta inglesa al sur.

1.2.4 Oxígeno

En el mes de febrero de 2008, las aguas del nivel superficial estuvieron en general bien oxigenadas, con concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre 3,6 y 7,9 mL/L, correspondiendo la mayor parte de ellas a valores > 5 mL/L (**Fig 7a**).

Altas concentraciones (> 6 mL/L) se presentaron en los extremos del área de muestreo, un foco se extendió entre Tal-Tal y punta Obispo, y el segundo abarcó el sector costero entre punta Totalillo y Coquimbo. En ambos focos valores fueron > 7 mL/L.

Se observaron tres focos subóxicos (< 5 mL/L) repartidos en la zona centro norte del área de muestreo. Desde el extremo norte, se observó un pequeño foco en las 5 mn frente a rada Paposos, el segundo en las 5 mn en punta Obispo, y el tercero de mayor tamaño estuvo ubicado entre puerto Carrizal Bajo y caleta Peña Blanca, en este último lugar es donde se registró el valor más bajo del muestreo, 3,6 mL/L.

Dos sectores se presentaron con concentraciones bastante homogéneas, uno entre Caldera y bahía Salada donde los valores en su mayoría fluctuaron cercanos a los 5 mL/L, mientras que el segundo sector comprendió desde la transecta de Caleta Inglesa, siguiendo por la parte más oceánica de la bahía de Coquimbo y desde punta Farallones al sur donde la distribución del OD estuvo entre $> 5,5$ y < 6 mL/L.



1.3 Profundidad de la isolínea de 1 mL/L

En general la profundidad de la isolínea 1 mL/L (**Fig. 7b**) aumentó de norte a sur, presentando gradientes latitudinales de distinta intensidad. En la parte norte de la zona de estudio, entre rada Paposo y Caldera la profundidad de esta isolínea se mantuvo a menos de 20 m de la superficie en el sector costero, aumentando hasta > 60 m entre punta Ballenita y Chañaral.

Hacia el sur, el gradiente costa océano se vio intensificado, aumentando la profundidad en el sector costero de 40 a > 60 m en el límite sur, con la excepción de un levantamiento entre puerto Carrizal Bajo y caleta Peña Blanca que llegó a < 20 m. En el sector oceánico se observaron núcleos de más de 80 m entre bahía Salada y puerto Carrizal Bajo, y en caleta Inglesa, y mayores a 100 m en el extremo sur. La máxima profundidad, > 120 m, se observó al norte de Coquimbo (T29).

1.4 Capa de mezcla

El rango de espesor de la capa de mezcla (CM) fue de 0 a 15 m (**Fig. 7c**). En general, el área presento una CM de entre 0 y 5 m, registrándose sólo entre bahía salada y caleta Inglesa una CM de 5 a 10 m. Valores > 10 m sólo se registraron en la estación de 20 mn frente a Puerto Carrizal Bajo y frente a Arica.

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

En general, el espesor de la termoclina (ET) (**Fig. 8a**) estuvo entre 10 y 15 m en gran parte del área entre rada Paposo y caleta Inglesa, con algunos focos aislados de espesor entre 15 y 20 m. Al sur de caleta Inglesa los ET aumentaron, principalmente



frente a Coquimbo y del río Limarí al sur, en donde se alcanzaron espesores de 25 y > 30 m hacia el sector más oeste. El máximo se localizó en este último sector y fue de 34 m.

La temperatura en la base de la termoclina (TBT) (**Fig. 8b**) registró un rango de valores entre 11,6° y de 15,4°C. La TBT muestra un predominio de valores de temperatura de 13° a 14° entre rada Paposo y carrizal bajo. Al sur de esta localidad las temperaturas fueron preferentemente de 12° a 13°C. En esta última área se presentó un foco de valores mayores a 14°C en el área más oeste frente a punta Farellones.

La profundidad de la base de la termoclina (PBT) (**Fig. 8c**) presentó un rango de valores entre 9 y 52 m. En general la PBT fue menor en el área de rada Paposo a bahía Copiapó en donde el límite inferior o base de esta capa se ubicó a menos de 20 m de la superficie. De bahía Copiapó a punta Totalillo, la profundidad fue de 20 a 30 m, mientras que desde esta última localidad al sur los niveles de profundidad aumentaron a mayor de 30 m, ubicándose un par de focos de profundidad mayor a 40 m frente a Coquimbo y río Limarí.

El gradiente promedio de la termoclina (GPT) (**Fig. 9a**) tuvo valores entre 0,17 a 0,7°C/m pero con un amplio predominio de un valor de 0.3 a 0.4°C/m entre el límite norte y puerto Carrizal bajo con algunos focos en donde el gradiente aumentó en 0,1°C/m. Al sur de puerto Carrizal bajo el gradiente disminuyó a un rango de 0 a 0,3 °C/m, con algunos focos de > 0.4°C/m donde el mayor en cobertura es el de punta Totalillo a punta Farellones,

Los gradientes máximos de la termoclina (GMT) (**Fig. 9b**) señalaron valores comparativamente mayores a los del gradiente promedio, y estuvieron en el rango de



0,3 a 2,3°C/m. El 3rea estuvo dominada por dos rangos, el primero con GMT > 0,6°C/m, con focos > 1°C/m, donde el m3ximo valor de esta variable se midi3 en la estaci3n de 1 mn en los 25°10'S. Al sur de Huasco predominaron valores de 0,5 a 0,7°C/m, con algunos focos pegados a la costa de mayor valor que llegaron hasta 1°C/m.

La profundidad del gradiente m3ximo de la termoclina (PGMT) (**Fig. 9c**) tuvo un estrecho rango de niveles, el que fue de 2 a 36 m. Esta variable tuvo un gradiente este-oeste el cual fue m3s intenso al sur de punta Totalillo, desde donde se presentaron focos de PGMT mayor a 20 m.

1.6. Anomal3as de nivel del Mar y Circulaci3n Geostr3fica

Las anomal3as de nivel del mar observadas durante el desarrollo del crucero (**Fig. 10**), mostraron un incremento paulatino de las anomal3as positivas tanto en intensidad como en cobertura espacial en decremento de las anomal3as negativas. Durante los primeros d3as de febrero los valores de anomal3a desnivel del mar fluctuaron entre -6 y 5 cm, mientras que durante los 3ltimos d3as de febrero, anomal3as mayores a 6 cm dominaron casi toda la zona, incluso llegando a valores de 10 cm entre Tal-Tal y caleta Inglesa.

Las corrientes geostr3ficas presentes en la zona definieron claramente una corriente me3ndrica hacia el sur (>10 cm/s) centrada en los 73°W, la cual est3 relacionada con un gran giro cicl3nico (>150 km de di3metro) cuyo n3cleo est3 en 27°30'S y 73°30'W. Otra corriente me3ndrica, pero esta vez con direcci3n hacia el Ecuador, se observ3 desde bah3a Salada hacia el norte, pero la falta de datos cerca de la costa no permite apreciar si tiene continuidad hacia el sur de este punto. Entre el 17 y 27 de febrero, la corriente hacia el polo al sur de caleta



Inglesa tendió a difundir y desaparecer, mientras que la corriente hacia el Ecuador cercana a la costa tendió a estar mejor definida y ser más intensa a lo largo de la costa (>10 cm/s). La anomalía negativa asociada al giro ciclónico se debilitó en el tiempo pero las corrientes en el extremo del giro permanecieron intensas debido a la interacción con las anomalías positivas y la corriente hacia el sur.

En general, durante el periodo del cruce predominaron corrientes hacia el Ecuador cerca de la plataforma continental, intensificándose a finales del periodo, y hacia el sur en el sector oceánico.

1.7 Distribución vertical de variables oceanográficas

1.7.1 Temperatura

Todas las secciones perpendiculares a la costa muestran un gradiente térmico en la vertical en los primeros 25 metros de las transectas T1 a T27, mientras que al sur el gradiente térmico abarcó hasta los 50 m, pero disminuye en intensidad (**Fig. 11**). En la mayoría de las estaciones se presentó el típico ascenso de las isotermas en el sector costero, sin embargo este ascenso es de una pendiente en general baja y que no alcanza niveles de profundidad mayores a 25 m. Se destacan, en este sentido, las secciones T21 a T25. En la columna de agua, desde la T25 (Caleta Inglesa) al sur se presentó un ascenso de la isoterma de 12°C hacia el nivel de 50 m respecto al nivel observado en las secciones anteriores (100 m). Es así también como desde transecta al sur aparece en los niveles inferiores de la columna de agua la isoterma de 8°C , ubicándose ésta en el nivel de 400 m en la sección del límite sur de la zona.

1.7.2 Salinidad

La distribución de salinidad en la vertical (**Fig. 12**), mostró básicamente la presencia de núcleos de distinta salinidad ubicados por estratos. En las secciones T1 a T13 se



ubic3 un n3cleo superficial en los primeros 50 m con una m3xima relativa cercana a 34,7 psu, el cual no se present3 en al sur de la secci3n T13. En las secciones T15 al sur se registr3 un intenso n3cleo subsuperficial de m3nima salinidad centrado en los 50 m, el cual hacia el sur se hizo m3s intenso, de mayor espesor llegando hasta los 100 m y que alcanz3 la superficie con valores bajos de salinidad cercanos a 34,0 psu. El n3cleo salino subsuperficial se centr3 en los 200 m de profundidad, mostrando variabilidad en su valor m3ximo y en el espesor del n3cleo. En la secci3n T1 a T13 se observ3 un m3ximo de 34,8 psu de este n3cleo salino, valor que no se registr3 al sur de la secci3n T13, dejando un n3cleo de 34,7 psu que se hizo m3s delgado hacia el sur, destac3ndose la secci3n T37 en que se registr3 muy disminuido s3lo en las estaciones de 1 y 20 mn de la costa.

1.7.3 Densidad

La densidad en la vertical (**Fig. 13**) mostr3 una mayor estratificaci3n superficial en las secciones T1 a T27, gradiente que se ubic3 en los primeros 50 m de profundidad, mientras que hacia el sur la estratificaci3n alcanz3 niveles m3s profundos pero menos intensos (hasta los 100 m), principalmente desde la secci3n T25 al sur. En general, las isopicnas se ubicaron paralelas a la superficie, pero en la capa de los primeros 25 m registraron ascensos hacia la superficie, siendo esto 3ltimo m3s notorio en las secciones T21 a T25. En la zona de estudio, que es un sector costero, no se observaron cambios notorios en los valores y distribuci3n de la densidad en las secciones aun cuando la extensi3n latitudinal es extensa.

1.7.4 Distribuci3n vertical de OD

En febrero de 2008 la distribuci3n del OD de todas las transectas (**Fig. 14**) present3 la t3pica distribuci3n de dos capas, en donde la capa superficial de espesor variable estuvo bien oxigenada y la capa profunda se observ3 con m3nimas concentraciones, 0,05 a < 1 mL/L. Estas capas est3n separadas por el gradiente 3xico (para esta zona



concentraciones entre 1 y 5 mL/L), el que present3 en todas las transectas, en mayor o menor grado, una inclinaci3n hacia la superficie en el sector costero. En general, una mayor intensidad del gradiente se observ3 en el sector norte del 3rea de estudio, rada Paposo (T1) a bahía de Copiap3 (T15).

En la vertical, el 3rea de estudio se observ3 dividida en dos partes, desde rada Paposo (T1) en la parte norte hasta caleta Peña Blanca (T23) donde en general, gran parte del gradiente se mantuvo por sobre los 50 m, mientras que desde caleta Inglesa (T25) al sur el gradiente se profundiz3 y ampli3 su espesor superando incluso los 100 m. La isolínea de 1 mL/L present3 las mayores variaciones de profundidad entre costa y oc3ano en: rada Paposo (T1) con 50 m de diferencia, al norte de Coquimbo (29) con > 65 m y puerto Carrizal Bajo (T19) con casi 80 m.

Por otra parte, el espesor de la capa bien oxigenada, concentraciones de OD > 5 mL/L, aunque tendió a aumentar hacia el sur, present3 el menor espesor de 3sta en las transectas 3 y 11. En m3s de la mitad de las transectas se registraron valores > 6 mL/L, los que formaron núcleos tanto superficiales como subsuperficiales de diverso tamaño. Dentro de estos núcleos, los máximos valores de OD superaron los 7 mL/L. En sentido opuesto, en las transectas T1, T11, T19, T21, T23, las concentraciones sub3xicas, OD < 5 mL/L, alcanzaron la superficie en las 5 mn aumentando la concentraci3n de OD en la estaci3n costera con la consiguiente profundizaci3n de las isolíneas. Una similar situaci3n, aunque sin llegar bajos valores a la superficie fue observada en T9 con un aumento del OD en los primeros metros de la estaci3n costera y la profundizaci3n de las línneas de OD.

1.8 Masas de Agua



En los diagramas **T-S** por transecta (**Fig. 15**) se observ3 la participaci3n de las tres principales masas de agua de la zona ubicadas en la capa que alcanza los primeros 500 m de profundidad. El Agua subtropical (**AST**) se registr3 con una muy baja participaci3n en todas las transectas, siendo apenas part3cipe en la mezcla en las secciones. En esta zona se observ3 un amplio predominio en la participaci3n en la mezcla del agua ecuatorial subsuperficial (**AESS**) y subant3rtica (**ASAA**). En las secciones T1, T7 y T13 se registr3 una similitud en los diagramas TS, principalmente en las l3neas que representan los primeros metros de la columna de agua. De la secci3n T21 en adelante las l3neas de la capa superficial se separaron notoriamente, lo que significa una diferencia en las caracter3stica de las masas de agua en las primeras 20 mn de la costa. La participaci3n de **AESS** se observ3 en todas las secciones presentadas y esta es en forma similar. La mayor participaci3n de **ASAA** se registr3 en la secci3n 37.

Los porcentajes de participaci3n de masas de agua (**PPMA**) de las tres masas de agua indicadas, se muestran, por transecta, en la **Figuras 16 y 17**.

La **AST** se registr3 en superficie en todas las secciones graficadas, mostrando m3ximos de participaci3n en las secciones del extremo norte y sur, y una menor participaci3n en la secci3n central T21, donde lleg3 hasta valores de PPMA menores a 20%. En las otras secciones los m3ximos en superficie llegaron hasta un 40% desde la T1 a T13 (secciones mostradas) y de 20 a 30% de PPMA en las secciones T27 a T37. El espesor de esta masa de agua no super3 los 50 m, mostrando la capa m3s profunda en la secci3n T1, mientras que la capa de **AST** m3s delgada estuvo en la secci3n T21 con s3lo 25 m. En general, los mayores PPMA se registraron hacia el lado oeste de cada secci3n, sin embargo en las secciones T21 y T37 3ste m3ximo se ubic3 en la estaci3n m3s costera.

La **ASAA** registr3 un PPMA m3ximo de 70% a 80% en un n3cleo subsuperficial en la



secci3n T37 que se centr3 en los 25 m de profundidad y que abarc3 desde las 5 hasta las 10 mn. Hacia el norte esta masa de agua participa con menores PPMA relativos pero su m3nimo superficial fue de 50% en las secciones del extremo norte de la zona. La **ASAA** registra participaci3n hasta los 400 m pero el nivel de 10% llega s3lo hasta los 150 m de profundidad. La secci3n que registr3 una menor participaci3n de **ASAA** en la vertical es la T21, la cual tiene un 10% hasta los 100 m. En todas las secciones el m3ximo de PPMA superficial se registr3 hacia las estaciones ubicadas al oeste, con PPMA de 30%. De las transectas mostradas, las secciones T31 y T37 son las que registraron un mayor espesor de la **ASAA** con un n3cleo de 60% que llega al menos hasta los 50 m de profundidad, con niveles de 40% a 50% en la costa.

En todas las secciones se observ3 el n3cleo de **AESS** subsuperficial bien desarrollado, con valores que superaron el 70% por el sur y el 80% por el norte. Los m3ximos de **PPMA**, en n3cleos que superaron el 80%, se registraron en las secciones T1 a T21 y centrados en el nivel de profundidad de 150 m. La secci3n T37 mostr3 un n3cleo de 70% separado en dos, esto al no registrar la estaci3n de 10 mn, en la vertical, valores de PPMA mayores al se3alado. En general, las secciones mostraron participaci3n de **AESS** en superficie con PPMA menores a 20%, sin embargo en la secci3n T37 no hubo participaci3n de **AESS** en la capa de los primeros 25 m, alcanzando solamente en la costa un PPMA inferior al 10%.

1.9 Distribuci3n espacial de la TSM satelital

Durante el periodo del crucero la TSM obtenida desde sat3lites (**Fig. 18**) mostr3 b3sicamente tres estados diferentes, en el cual desde la primera a la segunda semana se potenci3 la surgencia en la costa, debilit3ndose durante la tercera semana. As3, desde la TSM promedio de la primera semana se observ3 el desarrollo de una banda costera asociada a un foco de surgencia (<18°C) frente a caleta Pe3a



Blanca, pero que abarcó entre bahía Salada y caleta Inglesa. Otros focos se desarrollaron en la bahía de Coquimbo, río Limarí y punta Pozo. Durante la tercera semana, las TSM menores de 18°C que caracterizan a los focos de surgencia pierden extensión espacial aunque todavía son visibles.

La TSM mostraron un descenso con la latitud de 22° a 23°C frente a Taltal a 19°-20°C frente a punta Pozo y hacia la costa a menores de 19°C. Entre la primera y tercera semana la zona oceánica la TSM presentó un incremento entre Taltal y Chañaral, lo que se evidenció por que la isoterma de 23°C abarcó una mayor distribución espacial. Por otro lado, durante la segunda semana al sur de Coquimbo, la isoterma de 20° se retrajo hacia el norte en paralelo con el desarrollo de la banda costeras de aguas más frías (<19°C), para posteriormente proyectarse nuevamente hacia el sur durante la tercera semana, junto con el debilitamiento de la banda costera.

1.10 Clorofila

1.10.1 Clorofila superficial

En febrero de 2008, la clorofila-a (cloa) superficial (**Fig. 19a**) presentó un rango de concentraciones de entre 0,16 a 10,81 µg/L, del cual las concentraciones > 1 µg/L se observaron restringidas principalmente a dos áreas, correspondientes a entre rada Paposo y Caldera en la parte norte y entre caleta Peña Blanca y Coquimbo, en la parte sur del área de muestreo.

En la primera área de altas concentraciones, los focos más importantes se ubicaron en Tal-Tal con un máximo > 8 µg/L en las 10 mn, el que se extendió hasta las 20 mn con un valor > 2 µg/L, mientras que hacia el sur las concentraciones > 3 µg/L se extendieron hasta punta Obispo. Un poco más al norte, en la estación costera de Chañaral se registró la máxima concentración del muestreo, 10,8 µg/L. La mayor extensión de este foco hacia el oeste se observó en Tal-Tal y al sur de punta



Ballenita en la transecta 7, donde el foco productivo superó las 20 mn.

En el área sur, las altas concentraciones estuvieron restringidas al sector de la bahía de Coquimbo con un núcleo de valores $> 4 \mu\text{g/L}$, y un máximo $> 5 \mu\text{g/L}$ en la estación de la milla en los 30°S .

Entre estas dos áreas se observó un pequeño foco de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ ubicado entre bahía Salada y puerto Carrizal Bajo.

Los feopigmentos (feop) (**Fig. 19b**) presentaron concentraciones $> 0,5 \mu\text{g/L}$ entre rada Papos y Caldera, con un núcleo de valores $> 3 \mu\text{g/L}$ en las 10 mn de Tal-Tal y otro de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ en las estaciones costeras entre T7 al sur de punta Ballenita y Chañaral (T9). Más al sur, en caleta Peña Blanca dentro de las 10 mn, se observó un pequeño núcleo de valores $> 0,5 \mu\text{g/L}$ con un máximo de $> 1,1 \mu\text{g/L}$. En el resto de la zona de estudio las concentraciones de feop fluctuaron en torno a los $0,2 \mu\text{g/L}$.

1.10.2 Clorofila Integrada

La distribución de la clorofila integrada (cloaint) (**Fig. 20a**) presentó un rango de valores entre 11 y 206 mg/m^2 . La cloaint estuvo focalizada en dos sectores, el más notable de ellos entre Tal-Tal y punta Obispo con valores de cloaint $> 40 \text{ mg/m}^2$, dentro del cual valores $> 100 \text{ mg/m}^2$ se registraron entre la transecta 7 (al sur de punta Ballenita) y punta Obispo, con un máximo de 206 mg/m^2 en la estación costera de Chañaral. Este foco se extendió hacia el norte pero con valores mucho menores, observándose un pequeño foco en las 10 mn de Tal-Tal con un valor $> 70 \text{ mg/m}^2$. En la parte sur del área de estudio, la cloaint presentó un segundo foco de importancia en el sector de Coquimbo, restringido a la estación costera de la transecta 31, con $> 80 \text{ mg/m}^2$. En el resto del sector prospectado los valores de cloaint fluctuaron en torno a los 20 mg/m^2 .



Los feopigmentos integrados (feopint) (**Fig. 20b**), desde caleta Peña Blanca hacia el norte en general presentaron valores $> 20 \text{ mg/m}^2$, con núcleos de $> 60 \text{ mg/m}^2$ en la transecta 7 al sur de punta Ballenita y en punta Obispo. En Coquimbo, T31, el foco costero superó los 40 mg/m^2 , mientras que en el resto de la zona de muestreo los valores de feopint fueron $< 20 \text{ mg/m}^2$.

1.10.3 Fluorescencia superficial

La fluorescencia in vivo (fliv) en la superficie (**Fig. 19c**) en este muestreo siguió un patrón similar al de la clorofila, con un rango de valores entre 1,82 y 11,05 volt. Los valores > 4 volt, se detectaron desde la parte norte hasta Caldera con valores máximos, > 10 volt, en las estaciones costeras de las transectas de punta Ballenita (T5), al sur de ésta T7 y en Chañaral (T9). Núcleos aislados de fliv > 4 volt se observaron entre bahía Salada y puerto Carrizal Bajo, y una franja costera continua abarcó entre Huasco y Coquimbo. Dentro de esta franja, valores de fliv > 7 volt se registraron en las estaciones costeras de punta Totalillo y de la T31 al sur de Coquimbo. Más al sur un pequeño foco de valores > 5 volt se registró en las inmediaciones del río Limarí.

1.10.4 Clorofila satelital

Las imágenes de clorofila satelital (cloas) promedio se presentan en la **Figura 21**. En la imagen promedio entre el 2 y 9 de febrero de 2008 el foco de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ se extendió desde Tal-Tal a bahía Salada, abarcando una banda de 25 mn, y con máximos $> 7,5 \mu\text{g/L}$ en gran parte del sector más costero. Hacia el sur, focos de menor concentración, $> 2 \mu\text{g/L}$ se observaron muy pegados a la costa, esparcidos entre puerto Carrizal Bajo y punta Totalillo, mientras que en Coquimbo el foco de poca extensión hacia el oeste, presentó concentraciones de $> 5 \mu\text{g/L}$. Desde punta Farellones sur las concentraciones se cloas se mantuvieron entre $> 0,5$ y $< 1 \mu\text{g/L}$. En



el sector oceánico valores $> 0,5 \mu\text{g/L}$ aumentaron su cobertura hacia el oeste gradualmente en sentido norte-sur, de $71,5^\circ\text{S}$ en Tal-Tal, a más allá de los 74°S en punta Pozo.

En la imagen promedio de los días 10 a 17 de febrero se mantiene la presencia de los focos de la imagen anterior, con similar tamaño, sin embargo se observa un aumento la cobertura de las concentraciones $> 5 \mu\text{g/L}$, lo mismo ocurre con el foco de Coquimbo. En el sector de caleta Peña Blanca, se observó la formación de una pluma de valores $> 0,5 \mu\text{g/L}$ con direcci3n oeste.

En la imagen promedio de los días 18 a 25 de febrero los núcleos ya descritos se han intensificado en concentraci3n. En el sector central, entre puerto Carrizal Bajo y punta Farellones, los focos tendieron a juntarse, y se observó la formaci3n de una pluma con direcci3n oeste con concentraciones $> 0,75 \mu\text{g/L}$ que se extendió hasta cerca de los 73°S . Otra pluma con orientaci3n nor-oeste se observó en bahía Salada. En el sector oceánico los valores $> 0,5 \mu\text{g/L}$ se desplazaron hasta los 74°S en el sector de Huasco a punta Totoralillo

1.10.5 Distribuci3n vertical de clorofila

En la vertical la cloa present3n núcleos de valores $> 1 \mu\text{g/L}$, en 14 de las 20 transectas (**Fig. 22**). En general, estos núcleos tuvieron espesores variables hasta 20 m, la única excepci3n fue Chañaral (T9), donde el núcleo costero se extendió hasta los 30 m.

En la parte norte de la zona de muestreo entre rada Paposo (T1) y Caldera (T13), los núcleos de cloa de mayores concentraciones se ubicaron en las transectas de Tal-Tal (T3) y al sur de punta Ballenita (T7), $> 7 \mu\text{g/L}$, en Chañaral (T9) $> 10 \mu\text{g/L}$ y punta Obispo (T11) $> 9 \mu\text{g/L}$. De éstas, los núcleos de valores $> 1 \mu\text{g/L}$ de las transectas 3 y 7, abarcaron las 20 mn de muestreo, en tanto que en rada Paposo (T1) se observaron



dos núcleos, uno desde la costa hasta más allá de las 5 mn y otro en las 20 mn. Más al sur, las transectas de Bahía de Copiapó (T15) y bahía Salada (T17) presentaron valores máximos $> 0,5 \mu\text{g/L}$. Desde puerto Carrizal Bajo (T19) a Coquimbo (T31), los núcleos de cloa de concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$ se vieron muy costeros, superando las 5 mn sólo en caleta Peña Blanca (T23) y T27 al sur de caleta Inglesa. Las mayores concentraciones de este sector se registraron en T27 y T29 al norte de Coquimbo con $> 2 \mu\text{g/L}$, y en Coquimbo (T31) con un máximo $> 5 \mu\text{g/L}$. En las cuatro transectas del extremo sur del área de muestreo los núcleos tuvieron concentraciones $> 0,5 \mu\text{g/L}$.

Los feop presentaron en la vertical (**Fig. 23**) núcleos de concentraciones $> 1 \mu\text{g/L}$, de distinto tamaño, en las transectas 1, 3, 7, 9, 11, 13, 23 y 31, dentro de éstas los máximos se registraron en las transectas 3 ($> 3 \mu\text{g/L}$), T7 y T9 (con $> 2 \mu\text{g/L}$), lo que coincidió además con los núcleos de mayor tamaño. Las transectas 19 y 21 sólo presentaron máximos $> 0,5 \mu\text{g/L}$, y en las restantes los feop fluctuaron en torno a los $0,2 \mu\text{g/L}$.

1.10.6 Distribución vertical de fluorescencia in vivo

La distribución de la fliv en la vertical (**Fig. 24**) presentó núcleos de valores > 5 volt entre rada Paposo (T1) y Caldera (T13), con máximos > 10 volt entre Tal-Tal (T3) y Chañaral (T9). Los valores más bajos se registraron en bahía de Copiapó (T15), con valores > 3 volt como máximo. Desde bahía Salada (T17) al sur todas las transectas presentaron al menos núcleos de valores > 4 volt, registrándose máximos de valores > 5 volt en las transectas de puerto Carrizal Bajo (T19), río Limarí (T35) y T37; > 7 volt en las transectas caleta Inglesa (T25) y 27; y > 9 volt en las transectas del sector de Coquimbo T29 y T31.

1.10.7 Asociación entre clorofila-a superficial, clorofila integrada y



Fluorescencia.

Para la zona comprendida entre rada Paposo y punta Pozo el an3lisis exploratorio de los datos graficados sugiri3 como mejor modelo una relaci3n lineal para los ajustes. En el primer caso entre la cloa v/s Fliv con todos los datos disponibles el coeficiente de determinaci3n fue bajo $R^2 = 0,4502(r \cong 0,67)$ (**Fig. 25a**), relaci3n que mejor3 a un $R^2 = 0,6612(r \cong 0,81)$ al utilizar s3lo los datos de superficie, reduci3ndose la dispersi3n de los datos (**Fig. 25b**).

Por otra parte, el ajuste del modelo, entre cloa y cloaint mediante el m3todo de m3nimos cuadrados de todos los datos disponibles, arroj3 un coeficiente de determinaci3n $R^2 = 0,6237(r \cong 0,79)$ (**Fig. 25c**).

2. Oferta ambiental de alimento en la III y IV Regiones durante el verano del 2008. (Objetivo B3)

2.1 Fitoplancton

2.1.1 An3lisis taxon3mico

En el an3lisis taxon3mico del fitoplancton se identifico un total de 73 especies (**Tabla 3**). La clase Bacillariophyceae aport3 un total de 39 especies (53,4%), de las cuales 27 corresponden a diatomeas centrales y las 12 restantes a diatomeas pennadas. De la clase Pyrrophyceae (Dinophyceae) se registraron 28 especies (38,4%). Y las 6 especies restantes (8,2%) corresponden a nanoflagelados.

2.1.2 Analisis cuantitativo

En el an3lisis cuantitativo realizado a 0 y 10 m de profundidad se encontraron 65 especies de las cuales 55 de estas (75,3%), fueron observadas en el an3lisis



cualitativo. Predominó el grupo de diatomeas con 33 especies (50,7%), seguido de los dinoflagelados con 27 especies (41,5%) y los nanoflagelados con 5 especies (7,8%).

2.1.3 Densidad Celular

La densidad celular total del área muestreada a los 0 y 10m de profundidad fue de 32.614.268 cél/L. Las muestras obtenidas a los 0m tuvieron una densidad total de 17.690.538 cél/L, representadas por diatomeas en un 79,7% (14.103.401 cél/L), dinoflagelados en un 0,1% (26.160 cél/L) y nanoflagelados en un 20,1% (3.560.977 cél/L).

A los 10m de profundidad la densidad total fue de 14.923.730 cél/L, donde las diatomeas aportaron con un 75,5% (11.273.317 cél/L), los dinoflagelados con un 0,1% (21.320 cél/L) y los nanoflagelados con un 24,3% (3.629.094 cél/L).

Al analizar la distribución de la densidad celular total a 0 m, se observó que las estaciones ubicadas entre Caleta Chañaral y la Bahía de Coquimbo presentaron las más altas densidades. La estación que presentó una mayor densidad correspondió a la estación 71 con 1.078.824 cél/L, donde las especies más representativas fueron las diatomeas *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* y *Leptocylindrus danicus* y el nanoflagelado *Plagioselmis prolunga*. La menor abundancia correspondió a la estación 80 con una densidad de 1.920 cél/L (**Fig. 26**) representada en su mayoría por *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*.

Las estaciones ubicadas al norte de Caleta Chañaral (estación 16 a la 50) presentaron las menores densidades del área de estudio. La mayor abundancia se presentó en la estación 22 con 409.611 cél/L y la menor abundancia fue en la estación 24 con 120 cél/L, donde la especie abundante fue *Guinardia striata*.



(Fig. 26)

Las estaciones ubicadas al sur de Bahía Coquimbo (estación 81 a la 100) presentaron una densidad celular mayor respecto a las estaciones ubicadas al norte de Caleta Chañaral. La mayor abundancia se presentó en la estación 97 con 572.927 cél/L y la menor abundancia fue en la estación, 85 con 640 cél/L donde las especies representativas fueron *Chaetoceros convolutus* y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*. **(Fig. 26)**

La estructura de distribución de la densidad fitoplanctónica a los 10m de profundidad fue muy similar a la observada en superficie **(Fig. 26)**, se observó que las estaciones ubicadas entre Caleta Chañaral y la Bahía de Coquimbo presentaron las más altas densidades. La estación que presentó la mayor densidad correspondió a la estación 71 con 833.768 cél/L, donde la especie más representativa fue la diatomea *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*. La menor abundancia correspondió a la estación 80 con una densidad de 2.160 cél/L **(Fig. 26)** representada en su mayoría por *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*.

Las estaciones ubicadas al norte de Caleta Chañaral (estación 16 a la 50) presentaron las menores densidades del área de estudio. La mayor abundancia se presentó en la estación 16 con 554.585 cél/L y la menor abundancia fue en la estación 24 con 120 cél/L, donde la especie abundante fue *Guinardia striata*. **(Fig. 26)**

Las estaciones ubicadas al sur de Bahía Coquimbo (estación 81 a la 100) presentaron una densidad celular mayor con respecto a las estaciones ubicadas al norte de Caleta Chañaral. La mayor abundancia se presentó en la estación 90 con 609.131 cél/L y la menor abundancia fue en la estación 92 con 720 cél/L, donde las



especies representativas fueron *Chaetoceros convolutus* y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*.

2.1.4 Biomasa

La biomasa total del área de estudio fue 20.789 ugC/L, correspondiendo al nivel de superficie 9.648 ugC/L, donde las diatomeas aportaron un 98,4%, los dinoflagelados un 0,6% y los nanoflagelados un 0,96%. A 10 m de profundidad la biomasa fue de 11.141 ugC/L, donde las diatomeas representaron un 98,7%, los dinoflagelados un 0,53% y los nanoflagelados un 0,77%.

La mayor biomasa en superficie se registró en la estación 22 con 1.038 ugC/L, estación que se encuentra cercana a la costa, donde *Guinardia striata* es la diatomea que mas aporta a la biomasa por su gran tamaño. Por el contrario, la menor biomasa de carbono se registró al norte de Caleta Chañaral alcanzando valores de 0,05 ugC/L (estación 27).

La mayor biomasa a 10m se encontró en la estación 18 (1.318 ugC/L), siendo *Guinardia striata* la especie más importante. Por el contrario, la menor biomasa (0,004 ugC/L) se encontró en la estación 24, ubicada al norte de Caleta Chañaral (**Fig.27**).

En la gráfica 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**), registrándose en la zona costera al sur de Carrizal las mayores biomásas (> 300 ugC/L) y focos de alta biomasa al norte de Carrizal, como en la estación 22 (> 1.000 ugC/L) y las estaciones 46 y 47 (> 300 ugC/L). Al sur de Bahía Coquimbo se registraron valores < 300 ugC/L, biomasa que la componen mayoritariamente las especies *Guinardia striata* y



Rhizosolenia styliformis.

2.2 Zooplancton

2.2.1 Volumen h3medo de zooplancton (cm³ / 1.000 m³ de agua filtrada)

Los mayores vol3menes de zooplancton (cm³ de zooplancton /1.000 m³) se encontraron en estaciones ubicadas en el extremo norte de la zona de estudio, entre Taltal y Paposo y en las estaciones del transecto ubicado al norte de Caldera, principalmente en las tres estaciones m3s pr3ximas a la costa (**Fig. 28**). Tambi3n en las estaciones ubicadas en los transectos pr3ximos a Caleta Chañaral y Punta Choros, se encontraron vol3menes zooplanct3nicos que superaron los 250 cm³ de zooplancton /1.000 m³, en especial en las estaciones pr3ximas a las islas Chañaral, Choros y Damas (**Fig. 29**). El valor m3ximo del volumen zooplanct3nico (767,7 cm³ /1.000 m³) se encontr3 en la estaci3n m3s oce3nica del segundo transecto (Est. 6), ubicada al norte de Taltal. En las estaciones 4, 31, 32, 33, 63 y 69, se registraron altos valores, comprendidos entre 327,7 y 259,3 cm³ de zooplancton /1.000 m³ (**Fig. 2 y 3**).

En general, en el 72 % de las estaciones del 3rea de estudio, tanto costeras como oce3nicas, se encontraron valores de volumen zooplanct3nico menores a 100 cm³ de zooplancton /1.000 m³. Los valores m3nimos (< 30 cm³/1.000 m³) se registraron en estaciones costeras, especialmente de la zona comprendida entre Caleta Sierra y Puerto Oscuro, del extremo sur del 3rea de estudio, localidades en las que se registraron vol3menes zooplanct3nicos menores a 11 cm³ de zooplancton /1.000 m³ (**Fig. 29**).

2.2.2 N3mero de zooplancteres (N3 / 1.000 m³ de agua filtrada)

Los mayores valores del n3mero de zooplancteres, se encontraron en una estaci3n ubicada en el transecto frente a Caleta del Medio (Est. 44), en la que se capturaron



más de 180.000 zooplancteres, en una estación costera al sur de Pto. Carrizal Bajo (Est. 46), en la que se encontraron valores superiores a 100.000 ejemplares en 1.000 m³ de agua filtrada y en la estación 26, que es la más oceánica del transecto ubicado al sur de Caleta Barquito, en la que se capturaron más de 93.000 zooplancteres (**Fig. 30 y 31**). En estas estaciones, las muestras estuvieron constituidas mayoritariamente por copépodos.

Estaciones que superaron los 50.000 ejemplares, tuvieron distribución preferentemente en la costa, la mayoría de las cuales se encuentran en la parte norte del área de estudio, entre Paposo y Caldera (Est. 17, 18, 22, 32 y 80).

Los menores valores (< 5.000 zooplancteres) se encontraron principalmente en estaciones costeras de Caleta Chañaral y de la zona comprendida entre Caleta Sierra y Puerto Oscuro, además de una estación oceánica frente a Taltal. Destaca entre ellas la estación 91, ubicada en la costa frente a Caleta Sierra en la que se registró el menor número de zooplancteres (2.280 ejemplares en 1.000 m³).

Respecto del total de zooplancteres capturados, en general se puede señalar que el número de ejemplares fue bajo en todas las estaciones, con máximos que están bajo el promedio de las capturas de otros años en similar zona de estudio.

Por otra parte, a diferencia del año anterior, no se detectó una relación estrecha entre las estaciones con mayor volumen de zooplancton respecto de las de mayor número de zooplancteres.

2.2.3 Composición de grupos zooplanctónicos (%)

En general se puede señalar que los copépodos fueron el grupo más abundante, seguidos de los quetognatos y eufáusidos, estos dos últimos grupos con más de



200.000 ejemplares totales (**Tabla 4**). Estos tres grupos estuvieron presente en todas las estaciones de muestreo (100 % de frecuencia), con dominancias superiores al 64 % los primeros y quetognatos y eufáusidos, con más del 11 % (**Tabla 4**).

De los restantes grupos, sifonóforos, pterópodos, poliquetos, larvas de anomura y apendicularias, tuvieron dominancia numérica superior al 1 %, siendo las mas abundantes entre estos grupos las apendicularias con 3 % (**Tabla 4**). Todos estos grupos estuvieron presentes en la mayoría de las estaciones (≥ 80 %).

Los restantes grupos tuvieron dominancias numérica inferior al 1 % y su frecuencia de ocurrencia fue variable, con mínimos para las larvas de peneidos y macrura, que se capturaron sólo en una estación (Est. 90 y 43, respectivamente). La larva de peneido pertenece al genero *Gennadas* y la de macrura a un filosoma de Palinuridae. Ambas constituyen una rareza en la zona de muestreo.

La distribución de los componentes zooplanctónicos en el área de estudio, aunque en general fue dominada por copépodos, en las estaciones donde se detectaron los mayores valores de número de zooplancteres, los eufáusidos tuvieron sus mayores expresiones numéricas, con porcentajes que superaron a los copépodos, como es el caso de las estaciones del extremo norte, frente a Caldera, costa de Caleta del Medio y Puerto Carrizal, la mayoría de las estaciones próximas a la costa entre el sur de Huasco y el norte de Caleta Hornos y estaciones diversas entre Punta Lengua de Vaca y Puerto Oscuro (**Fig. 32 y 33**).

También se destacaron por su abundancia en estaciones costeras comprendidas entre Puerto Carrizal Bajo y Bahía Tongoy, las apendicularias, que aunque no son tan buenos transferentes de energía en la trama trófica pelágica como los dos crustáceos antes señalados, son buenos indicadores de altas concentraciones de



fitoplancton, pues son eficientes y oportunistas pastoreadores.

Los quetognatos que fueron abundantes, de amplia distribución e importante representatividad porcentual en la mayoría de las estaciones, no tuvieron un patrón definido de distribución, encontrándose tanto en estaciones costeras como oceánicas (**Fig. 32 y 33**).

2.2.4 Rangos de tallas de los zooplancteres (micrones, μ)

Las tallas máximas las tuvieron los juveniles de camarones carideos (> 5 cm), que fueron escasos en las muestras, no obstante que 11 grupos zooplanctónicos tuvieron tallas máximas superiores a los 2 cm, mientras que las tallas mínimas las tuvieron los huevos de crustáceos, con 300μ (**Tabla 5I**).

De los grupos más abundantes (copépodos, quetognatos y eufáusidos), se destacan los eufáusidos que mayoritariamente tuvieron tallas grandes (> 2 cm), lo que los constituyó en uno de los grupos de mayor biomasa zooplanctónica.



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), RECLAN 0702 (marzo 2007) y el presente crucero RECLAN 0802, respecto de la estructura de tallas obtenidas por la flota cerquera artesanal, que operó en forma simultánea a los períodos en los que se realizaron los cruceros de evaluación. Durante el presente crucero (RECLAN 0802), se utilizaron las estructuras de talla obtenidas en el marco del “Proyecto Seguimiento del estado de situación de las principales Pesquerías nacionales” (Martinez *et al.*, 2007), estos lances corresponden tanto espacial como temporalmente a los lances efectuados por el B/C “Abate Molina”.

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

La estructura de talla de anchoveta proveniente de la flota cerquera en febrero de 2006 (RECLAN 0602), fue unimodal con moda centrada en 10,5 cm y un rango de tallas que fluctu3 entre 8,5 cm y 18 cm, durante el marzo del 2007 (RECLAN 0702) tambi3n se observa una estructura tipo unimodal, centrada en 14,5 cm con rango de tallas que vari3 entre 8 cm y 18 cm (**Fig. 34**). En el presente crucero (RECLAN 0802), se observa una estructura polimodal con dos modas principales en 11,5 y 12,5 cm y una moda secundaria en 16 cm. Las tres estructuras de tallas analizadas presentan un rango de tallas similar, sin embargo, en el a3o 2007 se observa un fuerte desplazamiento hacia tallas mayores, con un aumento de 4 cm en la talla modal con respecto al a3o 2006, para al a3o 2008 se presenta una estructura diferente a las anteriores con mayor presencia de ejemplares peque3os en relaci3n al a3o 2007 (**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 registr3ndose la moda principal en 10,5 cm y la moda secundaria incipiente en 16 cm, mientras que el rango de tallas vari3 entre 8 cm y 18,5 cm, en el crucero (RECLAN 0702), la estructura fue polimodal con una moda principal centrada en 14,5 cm y modas secundarias en 13,5 y 15,5 cm, el rango vari3 entre 6,0 y 18,5 cm (**Fig. 34**). Para el crucero realizado en el a3o 2008, fue polimodal con una moda principal centrada en 16,5 cm y moda secundaria en 12,5 y 10 cm, el rango vari3 entre 7 y 18,5 cm. Del mismo modo que las capturas con cerco, se tiene un desplazamiento de la estructura de tallas hacia tallas mayores para el a3o 2007 en relaci3n al crucero realizado en el a3o 2006, en el presente crucero al igual que en cerco se presenta un mayor n3mero de ejemplares peque3os.



3.1.1 Comparación estructura de tallas entre cerco y arrastre

En términos generales, la longitud de retención al 50% ($L_{50\%}$) obtenida a través de la red de arrastre de media agua modelo Engel, fue inferior a la obtenida con red de cerco, obteniéndose una variación en la estructura de talla, para ambos tipos de red, entre 2,6 a 3,0 cm (**Tabla 6**). Del mismo modo, la longitud de retención tanto 25% ($L_{25\%}$) como 75% ($L_{75\%}$), obtenida con red de arrastre de media agua fue inferior a la obtenida con red de cerco, diferencia que fue de 3 cm (**Tabla 6**).

En general en el crucero realizado en febrero del 2008, se observa un aumento en la longitud de los individuos capturados con red de cerco, sin embargo las mayores longitudes para los individuos capturados con red de arrastre se observa en marzo del 2007. Las mayores diferencias se registraron en la longitudes de retención del 50% y 75% (**Tabla 6**).

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

En el desarrollo del presente crucero se realizaron un total de 21 lances de pesca (**Fig. 3**), los cuales fueron realizados por el B/C Abate Molina, 3 lances fueron realizados entre al norte de Taltal y el límite sur de la II región ($25^{\circ} 58'S$), 11 lances fueron realizados en la III región y 7 lances en la IV región. Del total de lances (21) realizados durante el crucero, en 14 de ellos que corresponde al 66,67% se obtuvo captura de anchoveta.

La captura total alcanzó los 6.299,3 kg, capturados por el Abate Molina. La captura estuvo compuesta principalmente de anchoveta con un 91,14% (5.741,1 kg), jurel



con un 3,35% (210,9 kg) y el porcentaje restante 5,51% corresponde principalmente a jibia, medusa, calamar, caballa, sierra, agujilla, pampanito, , sardina española, cojinova, mote, blanquillo, raya y camarón (**Tabla 7 y 8**).

Del total de lances realizados, 14 registraron capturas de anchoveta, en 2 se capturó exclusivamente anchoveta y en los 12 restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 3,43 y 99,38%. Los lances con captura exclusiva de anchoveta estuvieron concentrados en la IV región, sin embargo las mayores capturas de esta especie se obtuvo en la III región con 3.324 Kg. mientras que en la IV región 2417 kg.

Operacionalmente, los lances de arrastre a media agua tuvieron una duración entre 10 y 40 minutos, rastreando a velocidades entre 3,2 y 4,5 nudos, con distancias rastreadas entre 0,7 y 2,8 mn (**Tabla 7**).

3.3. Estructura de tallas de anchoveta

3.3.1 Estructura de talla 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, muestran una estructura polimodal con una moda principal centrada en 16,5 cm y modas secundarias en 12,5 y 10 cm, el rango varió entre 7 y 18,5 cm. La longitud y el peso promedio en los lances de pesca alcanzó a 12 cm y 13 g, respectivamente. El aporte en número y peso de los reclutas en las capturas de media agua fue de 57% y 30,5%, respectivamente. La longitud promedio de los reclutas fue 10,2 cm, con un peso promedio de 7 g (**Tabla 9**).



En general, las tallas de anchoveta capturadas en los lances de arrastre varió entre 7 cm y 18 cm, observándose que los individuos más grandes fueron capturados al sur de Tal Tal ($26^{\circ}30'S$), en los lances 8 y 10 con un rango de tallas entre 11 y 18 cm con una talla modal de 16,5 cm en el lance 8 y bimodal en el lance 10 de 13,5 y 16,5 cm (**Fig. 35**). Al sur de Caldera ($27^{\circ}00'S$), se observa una disminución en las tallas de los individuos, con un rango que varió entre 7 y 12 cm y tallas modales entre 8 y 10 cm, al sur de Cta. Inglesa ($29^{\circ}00'S$) (**Fig. 36**), la talla de los individuos aumenta con un rango de tallas que varió entre 7 y 16,5 cm, con tallas modales entre los 10,5 y 14,5 cm (**Fig.37**).

3.3.2 Estratificación de las estructuras de tallas

Las estructuras de tallas por lance (**Fig. 35 a 37**) se agruparon en 3 zonas (**Fig. 38 y 39**), (**Tabla 9**) cuyos límites se presentan en la **tabla 10**.

- Zona 1: comprendida entre los $24^{\circ}55' S$ y $26^{\circ}55' S$ que contiene los lances 1 a 8 realizados por B/C Abate Molina. En esta zona se realizaron 8 lances de pesca, obteniéndose en 3 de ellos captura de anchoveta (**Tabla 9**). Esta zona presenta una estructura de tallas bimodal con una moda principal en 16,5 cm y con una incipiente moda secundaria en 12 cm, con un rango entre 10,5 y 18 cm (**Fig. 38**). La longitud y peso promedio de los ejemplares es de 14,3 cm y 22,8 g. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 23% y 11% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 10,8 cm y un peso promedio de 11,6 g (**Tabla 9**).
- Zona 2: ubicada entre los paralelos $26^{\circ}55' S$ y $28^{\circ}55' S$, incluye los lances 11 a 14 realizados por el B/C Abate Molina. Del total de lances realizados en esta zona, 3 presentaron captura positiva de anchoveta. En los lances de pesca se observa una estructura de talla bimodal con una moda principal en 10 cm y una



moda secundaria en 8 cm, con un rango que varió entre 7 y 12 cm (**Fig. 38**). Esta zona presenta un aporte en número y peso del 100% de individuos reclutas con una longitud y peso promedio de 9,4 cm y 5,4 g (**Tabla 9**).

- Zona 3: comprendida entre los 28°55' S y 31°55' S, conteniendo los lances 15 al 21 realizados por el B/C Abate Molina. En esta zona, 5 de los lances realizados presentaron captura de anchoveta. La estructura de tallas observada en la zona es bimodal con una moda principal en 11,5 cm y una secundaria en 12,5 cm y un rango de tallas entre 7 y 16,5 cm (**Fig. 38**). Los individuos en esta zona presentan una longitud y peso promedio de 12,1 cm y 11,7 g. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 51,6% y 33,8% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio 10,8 cm y un peso promedio de 7,7 g (**Tabla 9**).

3.3.2.1 Análisis estadístico de la estratificación de las subzonas mediante la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)

La estratificación de tallas para anchoveta se analiza por medio de la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG). La anchoveta presenta diferencias en las estructuras de tallas entre las zonas, se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad en la estructura de talla entre las zonas con la prueba DHG (**Tabla 11**). El resultado anterior sugiere necesariamente una estratificación de las tallas en posteriores análisis.

El análisis de la estructura de talla de los lances dentro de cada zona se muestra en la **Tabla 12**. Para la zona 1, el 33,33% de los lances cumple con el supuesto de igualdad en la estructura de talla, aceptando únicamente el lance 10 con una estructura similar a la presentada por la zona 1, donde la estructura de la zona esta determinada principalmente por el lance 10 y 8 este último presenta importantes



niveles de captura.

En la zona 2 al igual que en la 1 el porcentaje de aprobación fue de 33,33%, rechazando la hipótesis de igualdad en las estructuras de tallas, aceptando el lance 14 con una estructura estadísticamente similar a la presentada por la zona.

Para la zona 3 se observa un porcentaje de aprobación del 60%, observándose que el lance 16 y 18 muestran una estructura de talla distinta a la presentada por la zona (**Tabla 12**).

En términos generales, los lances que no aprobaron la hipótesis de igualdad en la estructura de talla, fueron considerados dentro de la zona bajo dos criterios, el primero se basa en cercanía entre los lances y a la imposibilidad de establecer microzonas para aplicar las estructuras de tallas y el segundo se basa en que las tallas modales se mantuvieron dentro de la tendencia general de las estructuras de tallas, valores modales, extremos y centrales observadas en las zonas.

3.4 Relaciones longitud-peso

3.4.1 Modelos lineales

Para el conjunto de pares de datos longitud – peso obtenido a partir de los lances de identificación realizados por el B/C Abate Molina, 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 con un $R^2 = 0,983$ (**Fig. 40**).

El mejor grado de ajuste de la relación se observó en la subzona 1, estimándose el valor de $R^2 = 0,980$, mientras que en la subzona 2 se presentó el menor grado de ajuste ($R^2 = 0,951$) (**Fig. 40** y **Tabla 13**). El análisis de



varianza (ANDEVA), muestra que la relación longitud – peso establecida para cada subzona (**Tabla 14**), 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 15**) 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. 40**).

En la **tabla 16** 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 2, en el rango de talla entre 7 a 15 cm con diferencias en peso entre 0,057g y 0,439g, mientras que en el rango 15,5 cm a 18 cm los pesos de la subzona 2 fueron mayores entre 0,07g y 1,12g. Al comparar la subzona 1 con la subzona 3, se observa una diferencia en peso favorable a la subzona 1 en todo el rango de tallas con diferencias que variaron entre un mínimo de 0,4g y un máximo de 2,4g. La subzona 2 mostró pesos mayores entre 0,2g y 3,5g respecto de la subzona 3, en todo el rango de talla.

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 13**), fue $R^2=0,9948$, el que fue superior al obtenido con el m3todo lineal. En la **tabla 16** muestra la comparaci3n de pesos entre ambos modelos, donde se observa que los pesos estimados a trav3s del modelo lineal fueron levemente mayores en el rango de tallas entre 7 cm y 12,5 cm, con diferencias que variaron entre un m3nimo de 0,01 g y un m3ximo de 0,11 g, mientras en el rango de tallas entre 13 y 18 cm los pesos estimados por el modelo no lineal fueron mayores con diferencias entre 0,03 g y 1,17 g.

3.4.3 Comparaci3n 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 evaluaci3n realizados durante febrero del 2006 y febrero 2008 (RECLAN 0602; 0703 y 0802), mediante los par3metros obtenidos por medio de los modelos lineal y no lineal (**Tabla 17**).

Respecto del modelo lineal se observa que el presente crucero mostr3 pesos estimados a la talla menores entre 0,1% y 7,3%, respecto del crucero realizado en marzo de 2007, en el rango de talla 6 cm a 13,5 cm, mientras que en el rango de tallas 14 cm a 18,5 cm el modelo lineal fue favorable al presente crucero estim3ndose pesos mayores entre un 0,2% y un 2,8% respecto del crucero realizado en el 2007. En relacion al crucero realizado en febrero 2006, el presente crucero (RECLAN 0802) presenta pesos estimados menores entre 0,2% y 4,6%, en el rango de talla entre 6 cm a 9,5 cm, mientras entre el rango de tallas entre 10 cm a 18,5 cm los pesos fueron mayores entre 0,2% y 6,4%. Para el modelo no lineal (**Tabla 17**), se observa que el presente crucero present3 pesos estimados menores respecto del crucero realizado durante el 2007, diferencias que variaron entre 0,2% y 13,96% en el rango de tallas 6 cm a 13,5 cm, mientras que en el rango de tallas 14 cm a 18,5 cm los



pesos estimados fueron favorables al presente crucero entre un 0,5% y un 5,7%. El crucero realizado durante marzo 2006, presenta pesos estimados mayores a los observados en el presente crucero, diferencias que variaron entre 0,3% y 3,4%, en el rango de tallas entre 6 cm a 8 cm, en tanto en el rango de talla entre 8,5 cm a 18,5 cm estas diferencias fueron favorables al presente crucero con diferencias que variaron entre 0,4% y 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 18**). 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

Para el área total de estudio la proporción de individuos sexualmente indeterminados alcanzó el 8,82%, del porcentaje restante la proporción de machos fue de 49,45% mientras que la proporción de hembras fue de 50,55%. A pesar del predominio de las hembras, se observa que los machos presentaron un leve predominio en el rango de tallas 15 cm a 17,5 cm (**Fig. 41**).

Según las subzonas establecidas por estratificación de tallas, en la subzona 1 no se presentaron individuos indeterminados, encontrando que la proporción de machos



fue de 53,5% mayor a las hembras con un 46,5%.**(Fig. 41)**.

En las subzonas 2 y 3 se presentaron individuos indeterminados sexualmente con un 29,5% en la subzona 2 y una menor proporción de 1,7% en la subzona 3. En ambas subzonas se observa un predominio de las hembras por sobre los machos. En las subzonas 2 y 3, la proporción de hembras fue de 53,2% y 51,9%, respectivamente, mientras que la proporción de machos fue de 46,8% en la subzona 2 y de 48,1% en la subzona 3. **(Fig. 41)**.

3.6 IGS y estados de madurez

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. 42)**. Para la zona total, el valor medio de IGS fue de 2,62% con valor mínimo de 1,48% en 13,5cm y máximo de 8,7% en 18 cm. En machos el valor medio del IGS fue 2,98% con mínimo 1,64% en la talla 12 cm, el valor máximo fue de 8,55% en la talla 16,5 cm. En las hembras el IGS promedio fue de 2,28% con valor mínimo de 1,19% en la talla 13,5 cm, mientras que el máximo valor de IGS fue de 8,7% en la talla 18 cm **(Fig. 42)**.

La subzona 1 presentó un valor promedio de IGS = 5,25 el valor mínimo de IGS fue de 2,3% en 13 cm y valor máximo de 8,7% en la talla 18 cm **(Fig. 42)**. En machos el valor promedio de IGS fue 5,7%, el valor mínimo fue 2,8% registrado en la talla 13 cm, mientras que el valor máximo fue de 8,6% en 16,5. Para las hembras el valor promedio fue de 4,7% con un valor máximo de 8,7 en 18 cm, registrándose el valor mínimo de IGS en la talla 14 cm (2,5%) **(Fig. 42)**.



En la subzona 2 el valor medio de IGS fue de 1,77%, observándose el valor mínimo en 12 cm (1%) y máximo en 9,5 cm (1,9%). Para machos y hembras los valores medios de IGS fueron 2,0% y 1,6%, respectivamente (**Fig. 42**). En los machos el valor mínimo de IGS fue 2,2% en la talla 9 cm, mientras que el mínimo valor de IGS fue de 1% en 12 cm, por otro lado, las hembras mostraron un valor mínimo de IGS = 1,04% en 9 cm y un máximo de 1,76% en la talla 10 cm (**Fig. 42**).

Para la subzona 3, el valor promedio general del IGS fue de 1,39%. En la subzona el valor mínimo de IGS fue de 0,81% (12 cm), mientras que el máximo fue de 6,7% en la talla 16 cm (**Fig. 42**). Los machos presentaron valor mínimo y máximo de 0,76% y 6,7% en las tallas 12,5 cm y 16 cm, respectivamente. En las hembras, el valor máximo de IGS fue de 3,1% en la talla 15,5 cm. mientras que el valor mínimo fue de 0,78% en la talla 12 cm (**Fig. 42**).

En términos generales, se aprecia un aumento de los valores de IGS a medida que aumenta la talla de los individuos, situación que se evidencia con mayor claridad en la subzona 1 y en el área total de estudio (**Fig. 42**).

Respecto a los estados de madurez, en la zona total de estudio (**Fig. 43**) se presentaron estados de madurez sexual 1, 2, 3 y 4, siendo los estados de madurez 1 (51,34%) y 2 (35,29%) los de mayor participación, seguidos en importancia por el estado 3 (13,21%) y el estado 4 (0,15%). Tanto en machos como en hembras se observó el predominio de los estados de madurez sexual 1 y 2. En los machos los estados 1 y 2 de madurez aportaron el 31,9% y el 12,0%, respectivamente, seguidos en importancia por el estado 3 (5,5%). Para las hembras los estado de madurez 2 (23,3%) y 1 (19,4%) fueron predominantes en toda la zona de estudio, seguidos en importancia los estados 3 (7,7%) y 4 (0,2%). El estado de madurez 1 fue



predominante en el rango de tallas 9 cm a 13,5 cm, mientras que el estado 2 se presentó en individuos entre 12 a 15,5 cm (**Fig. 43**).

En la subzona 1 se presentaron estados de madurez 1, 2, 3 y 4 (**Fig. 44**), con fuerte predominio del estado 2 (43,33%) principalmente en el rango de tallas 11,5 cm a 15,5 cm. Los estados 3 y 1 representaron el 41,33% y el 14,83%, respectivamente, observándose que el estado 3 fue predominante en el rango de talla 14 cm a 18 cm y el estado 1 predominó en individuos menores de 12 cm. En los machos el estado de madurez 2 fue mayoritario representando el 24,33% de los casos, con predominio en el rango 10 cm a 13 cm, los estados 3 y 1 participaron con el 17,5% y el 11,67% de los casos, respectivamente. Para las hembras el estado de madurez 3 representó el 23,83% de los casos, seguido en importancia por el estado 2 (19%) y el estado 1 (3,17%), el estado 3 predominó en el rango de tallas entre 12,5 a 15,5 cm y tallas menores a 12,5 cm fue representado principalmente por los estados 1 y 2 (**Fig. 44**).

En la subzona 2 se presentaron los estados de madurez 1 y 2, representando el 82,98% y el 17,02% de los casos, respectivamente (**Fig. 45**). El estado de madurez 1 predominó en el rango de tallas entre 9 cm a 10 cm, el estado 2 se presentó en individuos mayores de 10,5 cm (**Fig. 45**). Para los machos los estados de madurez 1 (44,44%) y 2 (2,36%) fueron predominantes, mientras en las hembras la situación fue similar, observándose el predominio del estado de madurez 1 (38,53%) y 2 (14,66%). En ambos casos, el estado 1 predominó en el rango de tallas 9 cm a 10,5 cm, mientras que el estado 2 fue en el rango 10,5 cm a 12 cm. (**Fig. 45**).

En la subzona 3 (**Fig. 46**) se observó el predominio de los estados de madurez 1 (60,02%), 2 (38,25%) y 3 (1,73%). El estado 1 predominó en el rango de tallas 9 cm a 12,5 cm, mientras que el estado 2 se presentó en individuos entre 13 cm y 16,5 cm y el estado 3 se presentó en ejemplares mayores a 16 cm. En los machos se observó



un predominio de los estados de madurez 1 y 2, los que representaron el 38,86% y el 8,65%, respectivamente, por otro lado el estado 3 representó solo el 0,61%. Para las hembras se observó que los estado de madurez 2 (29,6%) y 1 (21,16%) fueron predominantes, seguidos en importancia por el estado 3 (1,12%), (**Fig. 46**). En machos el estado de madurez 1 predominó en el rango de tallas entre 9 y 13 cm, mientras que el estado 2 se presentó en individuos mayores de 13,5 cm. En tanto para las hembras el estrato 1 predominó en el rango de talla entre 9 y 12,5 cm y el estado 2 en ejemplares mayores a 12,5 cm.

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. 47**), se observa que los estados de madurez 2 y 3 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 y 4 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 y 4, 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 285 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 7,0 y 18,0 cm de longitud total. Los



grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo I y IV, de los cuales el grupo I que corresponde a las clase anual 2007 representó el 73% de la muestra analizadas, respectivamente (**Tabla 19 y 20**).

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 21**. 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 III y IV Regiones (RECLAN34 0802), llevado a cabo en febrero del 2008.

En ambos cruceros se procesaron los lances en que la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo en el crucero RECLAN12 0712 se consideraron los datos recopilados en los lances 20, 21, 23 y 49 y en las estaciones de TS 20, 23 y 29 con los pulsos corto, medio y largo (**Tabla 22**). En el crucero RECLAN34 0703,



se recolect3 informaci3n en los lances 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18 y 21 y en la estaci3n de medici3n de TS n3mero 21 (**Tabla 23 y Fig. 48**).

Finalmente se ajustaron las siguientes ecuaciones

Crucero RECLAN12 0712.

$$TS=17 \text{ Log}(L)-70,919$$

$$r^2 =0,73$$

En el RECLAN34 0703 las tallas modales variaron entre 8 y 14,5 cm, ajust3ndose una ecuaci3n de regresi3n significativa entre el TS y la Talla :

$$TS=19,94 \text{ Log}(L)-73,935$$

$$r^2=0,8421$$

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 2008 (**Fig 49**).

Es as3 como la ecuaci3n del TS –L ajustada para anchoveta (**Fig. 49**) fue:

$$TS = 20,95 \text{ Log} (L) - 74,61$$

$$r^2 = 0,9064; n=281 ; F=2702,7; p<0,05$$

La ecuaci3n estandarizada de esta especie fue:



$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73,55$$

4.3 Sesgo de Orilla

El estudio del sesgo de orilla en la evaluaci3n acústica, comprometido en el proyecto, no se realiz3 debido a que en el periodo que se program3 el trabajo, la anchoveta se encontraba en temporada de pesca, siendo insuficientes los incentivos ofrecidos a los armadores de Caldera y Coquimbo para participar en la investigaci3n

A objeto de permitir la participaci3n de todos los armadores artesanales interesados en este estudio se hizo una invitaci3n pública el 14 de enero del 2008 mediante un aviso en los Diarios El Pampino de Copiap3 y El Día de Coquimbo, reforzándose con contactos telef3nicos directos con los dirigentes gremiales de Caldera y Coquimbo. No obstante todas estas acciones no hubieron interesados en participar en el estudio.

Dado lo anterior, el Abate Molina intensific3 la prospecci3n en los sectores costeros. La fig. 50 permite detectar que el ímite costero de la prospecci3n estuvo en 0,9 mn, observándose que la anchoveta se present3 frecuentemente en las primeras 5 mn de la costa llegando hasta casi el ímite occidental entre las latitudes 29°10'S y 29°50'S. Tambi3n es posible determinar que no obstante las mayores densidades acústicas no tuvieron una tendencia respecto a la distancia a la costa (**Fig. 50**), registrándose en forma homogénea en toda la franja prospectada.

El análisis de la frecuencia del número de ESDU'S y de las densidades



acústicas locales por ESDU respecto a la distancia a la costa (**Fig. 51**), con la informaci3n agrupada cada 1 grado de latitud, permite apreciar que la mayor frecuencia de ESDU's se presenta en las tres primeras millas de la costa y que las mayores densidades acústicas se registraron al oeste de las 3 mn, demostrando que la prospecci3n cubri3 adecuadamente la distribuci3n de anchoveta y que la especie se

se distribuye menos asociado a la costa que en otros sectores. Un resultado similar lo informa Castillo *et al* (2008, 2006) para los cruceros realizados en la misma zona los veranos del 2006 y 2007, en que se demuestra que las lanchas artesanales cubren el mismo sector costero que el Abate Molina y las densidades de anchoveta de ambas unidades fueron similares.

4.4 Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta

La abundancia y biomasa de anchoveta se estimaron aplicando la ecuaci3n ajustada por Castillo *et al* (2008) para la anchoveta de la zona norte, segun: $TS = -74.61 + 20.95 \text{ Log}(L)$ y la relaci3n longitud peso $P = 0,002965026 L^{3.31170}$ (**$R^2=0,983$; $n=2.200$**), obtenida en el presente crucero.

Las áreas de distribuci3n de la anchoveta en cada subzona, fueron calculadas mediante los programas Surfer y EVA, segun se describe en la Metodologíá. Adicionalmente, se calcul3 mediante el programa SIG IDRISI. Los resultados de los cálculos del árae se entregan en las tablas correspondientes a las abundancia y biomasa. Las diferencias entre los cálculos por IDRISI y Surfer difieren entre 0,18 y 0,048%, siendo favorable para el IDRISI en la subzonas 1-1; 1-2; 2-1 y 2-2, sólo la zona 3 present3 una diferencia de 0,12% a favor del IDRISI.



La abundancia total de anchoveta, varió entre 15.731,86 y 16.288,6 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el geoestadístico. De este total, el 60,8% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (9 563,8 millones de ejemplares) (**Tabla 24 y 25; Fig. 52**). El 42,9% de la abundancia se registró entre punta Ballenita ($25^{\circ}44'S$) y sur de punta Flamenco ($26^{\circ}44'S$) (Suzona 1.2), con 6 751,7 millones de ejemplares. En este sector se registró el 66,6% de los reclutas estimados para toda el área de estudio (2 436,8 millones de ejemplares). El otro sector que concentró una importante fracción de la abundancia de anchoveta se localizó entre Huasco ($28^{\circ}24'S$) y Carrizal ($28^{\circ}55'S$), con el 21,1% del total evaluado (3.341 millones), sector que correspondió en su totalidad a reclutas.

Regionalmente, la abundancia de anchoveta se concentró en un 66,6% en la III Región (10 480,7 millones de ejemplares) (Subzonas 1-2; 2-1 y 2-2); un 13,5 % en la fracción prospectada de la II Región (2 116,2 millones de ejemplares) (Subzona 1-1) y un 19,9% en la IV Región (3 134,9 millones de ejemplares) (Subzona 3). El mayor porcentaje relativo de reclutas se verificó en la III-IV Región, con más del 84% (**Tabla 24 y 25, Fig. 52**). La III Región concentró el 64,5% de los reclutas de toda el área de estudio con 6.165,7 millones de ejemplares (Subzonas 1-1; 2-1 y 2-2).

La biomasa total de anchoveta varió entre 217 949 y 226 555 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el geoestadístico (**Tabla 26 y 27; Fig. 52**). El 78,2% de esta biomasa se localizó entre sur de punta Buitre ($24^{\circ}47'S$) y sur de punta Flamenco ($26^{\circ}44'S$) (subzonas 1-1 y 1-2) con 170 464 t. Entre punta Ballenita y sur de punta Flamenco se registró el 59,7% de la biomasa total (129 785 t); mientras que en el sector entre bahía Carrizal ($28^{\circ}57'S$) y punta Talinay ($30^{\circ}36'S$) (Subzona 3), se concentró el 12,3% del total evaluado. Regionalmente, la Región III (Subzonas 1-2; 2-



1; 2-2) concentr3 el 69,1% de la biomasa total (150 529 t) y el 63,6% de la fracci3n reclutas (44 851 t); la IV Regi3n (Subzona 3 aport3 con el 12,3% (26 742 t) y la fracci3n de la Regi3n II (Subzona 1-1)) registr3 el 18,7% del total (40.678 t).

En general la estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 16,5 cm y moda secundaria en 12,5 y 10 cm, el rango vari3 entre 7 y 18,5 cm. En la zona 1 (subzonas 1-1; 1-2) se aprecian distribuciones bimodales con modas principales centradas en 16,5 y 12 cm, mientras que la zona 2 (subzonas 2-1 y 2-2) se presentaron distribuciones unimodales, centradas en 10 cm. La zona 3 tuvo una distribuci3n polimodal, con una moda principal en 11 cm y modas secundarias en 14 y 12,5 cm.

4.5 Estimaci3n de la abundancia y biomasa de jurel

La abundancia de jurel vari3 entre 2.160,3 y 2.243,22 millones de ejemplares, seg3n el m3todo aplicado, siendo mayor con el bootstrap (**Tabla 28; Fig. 53**). El 52,04% del total estuvo compuesto por ejemplares bajo la talla m3nima legal (TML=26 cm) con 1.125,3 millones. El 97,8% de esta abundancia se concentr3 entre norte de punta Grande (24°58'S) y punta Chungungo (29°25'S). La biomasa del jurel vari3 entre 307.133 y 318.923 t, seg3n el m3todo aplicado, siendo mayor con el bootstrap. El 7,1% de esta biomasa correspondi3 a ejemplares bajo la Talla M3nima Legal (TML=26 cm) con 22.661,09 t. El 97% de la biomasa se localiz3 entre norte de punta Grande (24°58'S) y punta Chungungo (29°25'S) (**Tabla 29**).

En general la estructura de tallas de jurel fue bimodal con una moda principal centrada en 27,5 cm y una secundaria en 7 cm, el rango vari3 entre 5 y 37 cm (**Fig. 52**).



4.6 Precisi3n de los estimados de biomasa

Los coeficientes de variaci3n (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta variaron entre 0,086 y 0,21 (**Tabla 30 a 32**), siendo los menores los logrados con los m3todos bootstrap y estratos agrupados y el mayor con el m3todo geoestadístico, representando coeficientes de error entre 14,1 y 34,5%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,12 y 0,28 seg3n el m3todo de estimaci3n utilizado (**Tabla 32 a 33**), obteni3ndose la mayor precisi3n con los m3todos bootstrap y estratos agrupados (Wolter), mientras que los alcanzados con el m3todo geoestadístico present3 los mayores CV. Estos niveles del coeficiente de variaci3n se reflejaron en errores entre 19,7 y 47,0 %.

4.7 Estructura de edad de la Abundancia

La estructura de edad fue analizada en la zona total de estudio, expandiendo la edad a las abundancias estimadas por los m3todos Bootstrap, Goestadístico y de la raz3n (Hansen-Wolter).

Las estructuras de edad de la anchoveta, con los tres m3todos de estimaci3n de abundancia se entregan en las tablas 34 a la 37.

La estructura de edad de la anchoveta de la zona norte III y IV regi3n se caracteriz3, de acuerdo a todos los m3todos de estimaci3n aplicados, por un predominio del grupo de edad I con un 77%. La estructura de edad de la captura se distribuy3 entre GE I y IV, presentando este 3ltimo grupo una abundancia marginal (**Fig. 54**). La talla y peso promedio por grupo de edad no mostraron diferencias entre m3todos de estimaci3n de abundancias.

La fracci3n recluta, ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, alcanz3 al 52% lo que equivale a 8.126 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 la prospección diurna fueron anchoveta, con un 41,1% del total, jurel con un 50,1% y pez linterna (vicinguerria) con el 8,8%.

b) Anchoveta

La anchoveta se concentró preferentemente en tres sectores (**Fig. 55**); el primero se localizó desde el límite norte de la zona de estudio al paralelo $26^{\circ}40'S$ (sur de punta Flamenco) entre la costa y las 18 mn de la costa, donde se registraron las mayores densidades de esta especie, se destaca en este sector las altas densidades entre las 10 y 18 mn a la cuadra de punta San Pedro ($25^{\circ}30'S$); entre las 3 y 10 mn al oeste del paralelo $26^{\circ}00'S$ y en las primeras 5 mn entre punta Pan de Azúcar ($26^{\circ}12'S$) y punta Flamenco ($26^{\circ}35'S$). El segundo se ubicó entre punta Cabeza de Vaca ($26^{\circ}50'S$) y bahía Salada ($27^{\circ}50'S$), sector caracterizado por las bajas densidades y; el tercero entre punta Lobos ($28^{\circ}20'S$) y punta Talinay ($30^{\circ}40'S$), donde la anchoveta presentó una extensa distribución en el sentido latitudinal y longitudinal, sugiriéndose incluso una distribución hacia el oeste del límite occidental de la prospección. Es importante destacar que las mayores concentraciones de anchoveta se asociaron a temperaturas superficiales entre 16 a $17,9^{\circ}C$ y en zonas de gradientes térmicos moderados.

La anchoveta se presentó espacialmente bien estructurada, ajustándose adecuadamente a modelos espaciales esféricos simples, registrándose variabilidad de microescala sólo en la subzona 3, variabilidad que representó sólo un 17,9% de la varianza total. En todas las demás subzonas, la variabilidad espacial fue explicada



completamente por el modelo ajustado (**Tablas 38 y 39**).

Los variogramas ajustados a las densidades de anchoveta en cada zona (**Fig. 56**) (**Tabla 38**) muestran estructuras espaciales entre 4,2 y 17,4 mn. Estos modelos de distribución espaciales se diferencian de los registrados en la zona Arica-Antofagasta en el crucero RECLAN12 0712, realizado en diciembre recién pasado, puesto que en esa oportunidad, en general la anchoveta se distribuyó en estructuras espaciales complejas ajustada a modelos anidados con aporte relativamente importante de variabilidad de microescala que explicó entre 1,8% y 50% de la varianza total, registrándose incluso en una de las zonas una distribución completamente al azar.

El tamaño de las macroestructuras se correlacionaron positivamente con la talla de los peces ($R^2 = 0,7849$). En efecto, en las zonas 1-1; 1-2 y 3 en que las tallas promedio de las anchovetas fueron entre 12,1 y 14,3 cm, las macroestructuras fueron entre 4,2 y 17,4 mn; mientras que en las zonas 2-2, donde las tallas modales fueron 9,4 cm, las macroestructuras fueron de 4,2 mn (**Fig. 57**). Del mismo modo, las abundancias de anchoveta por subzona se correlacionó positivamente ($R^2 = 0,42$) con el tamaño de las macroestructuras.

La variabilidad de microescala, determinada desde el nugget (“pepita”) en los variogramas corresponden a datos distribuidos al azar ó debido a que el tamaño del lag supera el tamaño de las estructuras espacial, en ambos casos se registra inexistencia de correlación espacial. En el presente caso, en general, los valores de la variabilidad de microescala es cero ó fue comparativamente baja indicando que los filtros aplicados para evitar el sobremuestreo y que las unidades de muestreo usadas capturaron adecuadamente las estructuras espaciales de la anchoveta.

En el presente caso y debido a que la variabilidad de microescala fue en la mayoría de las subzonas igual a cero no es posible detectar algún tipo de correlación con las



tallas promedio de las anchovetas ($R^2 = 0,29$) ó con las abundancias estimadas por subzona (**Fig. 57, Tabla 38**).

La correlación positiva entre los tamaños de las macroestructuras con las tallas y las abundancias de anchoveta coinciden con lo informado por Castillo *et al* (2008 y 2007) para la anchoveta registrada en los cruceros de evaluación entre Arica y Antofagasta realizados en diciembre del 2008 y febrero del 2007, respectivamente, sugiriendo una relación denso-dependiente de la especie, puesto que las mayores sectores ocupados se registran en áreas donde hay mayor abundancia, constringiéndose espacialmente en los sectores donde las abundancias son menores. Del mismo modo es posible inferir que los reclutas tienden a formar estructuras espaciales menores a los peces de mayor talla.

Con respecto a la distribución espacial y los Índices de Ocupación (IOC), por categorías de densidad obtenidos en el presente crucero (total de anchoveta y sus correspondientes fracciones de adultos y reclutas), los resultados indican que, en el caso del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), el IOC alcanzó sobre el 35.9% del área prospectada, destacándose que en este crucero también se repite que los principales porcentajes son ocupados por las categorías de bajas densidades. Por otra parte, el estrato de mayores densidades (>300 t/mn²), presentó un IOC de sólo un 2,9% (**Tabla 40**).

Por su parte, el análisis de las fracciones adulta y recluta mostró que la primera presentó un mayor IOC (35,4%), mientras que la porción recluta alcanzó un 34,9%, en este sentido se destaca que si bién los IOC fueron mayores que años anteriores, la especie vuelve a ubicarse preferentemente en las primeras millas de la costa con agregaciones muy definidas (**Fig. 58**).

c) Jurel



El jurel se registr3 fundamentalmente en dos sectores (**Fig. 55**). El primero de ellos se localiz3 entre el l3mite norte de la zona de estudio y el paralelo 28°00'S, donde se presentaron las mayores densidades del crucero y con l3mites longitudinales que sugieren que el jurel super3 las 20 mn de la costa. En este sector se registraron las mayores densidades de jurel de todo el crucero, destac3ndose los focos ubicados entre las 8 y 25 mn de la costa desde punta San Pedro (25°30'S) a punta Ballenita (25°50'S), se destaca que las transectas de esta 3rea se ampliaron hasta las 25 mn. El otro foco de alta densidad de jurel estuvo localizado entre las 10 y 18 mn desde bah3a Salado (27°40'S) al paralelo 28°00'S.

El segundo sector se ubic3 entre bah3a Choros (28°20'S) y el paralelo 30°30'S. En este sector el jurel present3 una notable disminuci3n de las altas densidades, predominando las concentraciones bajas y manteniendo la caracter3stica de ubicarse m3s all3 del l3mite oeste de la prospecci3n.

5.2 Distribuci3n batim3trica de los recursos

a) Anchoqueta

En el sentido batim3trico esta especie se localiz3 entre los 7 y 43,5 m de profundidad (**Fig. 59**), concentr3ndose el 99,1 % de los ecotrazos en los estratos de 10 a 20 metros, aunque existi3 una clara preferencia por los primeros 20 metros en donde se registr3 la mayor cantidad de celdas positivas, concentr3ndose sobre el 95% de los card3menes, situaci3n que es similar a lo descrito en a3os precedentes (Castillo *et al.*, 2008). Las mayores densidades ac3sticas (> 15.000) se registraron en el estrato de los 20 m. Las isotermas que limitaron la distribuci3n vertical de esta especie variaron entre 11,8 y 20,9° C,



con un promedio en 15,6° C, concentrándose el 85,3% de las agregaciones entre 12,7 y 18,4° C. La salinidad promedio fue 34,48 psu con límites entre 34,295 y 34,715 psu, concentrándose el 99,4 % entre 34,4 y 34,7 psu. Las mayores densidades acústicas y número de ecotrazos detectados se registraron en horas de luz diurna (entre las 12 y 18 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 (**Fig. 59**).

c) jurel

Esta especie se distribuyó entre los 6,5 y 68 m de profundidad, localizándose preferentemente entre 10 y 30 m con el 84,2% de los registros. Las isotermas variaron entre 11,8 y 20,9° C, con el 66,9% de los coregistros entre 13 y 17° C. Las salinidades variaron entre 34,2 y 34,7 psu, concentrándose el 92,3% de coregistros entre 34,4 y 34,7 psu (**Fig. 59**). Esta especie se detectó preferentemente durante el día (9- 21) presentando las mayores densidades acústicas entre las 15 -18 hrs.

c) Vinciguerría (pez linterna)

La vinciguerría se detectó entre 47 y 91,5 m de profundidad, ubicándose preferentemente entre 60 y 80 m (83,3% de los coregistros). Esta distribución vertical estuvo asociada a la isoterma de 12° C concentrándose el 100%. Las salinidades fluctuaron entre 34,663 y 34,747 psu, con el 95 de los coregistros entre 34,8 y 35 psu (**Fig. 60**). La vinciguerría se registró 18 y las 21 hrs presenta las mayores densidades a las 18 hsr (79,2%).



5.3 Distribuci3n espacial de la anchoveta y su relaci3n con las variables bio-oceanogr3ficas.

5.3.1 An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n de anchoveta y las variables bio-oceanogr3ficas

El estudio visual entre la distribuci3n y abundancia de anchoveta y las variables bio-oceanogr3ficas, se realiz3 para la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC). La capa de mayor frecuencia de cardúmenes se determin3 en base a la moda de la distribuci3n de las profundidades medias de los cardúmenes de la especie para toda la zona, dicho plano vari3 entre los 10 y 20 m de profundidad (app. el 50% de los cardúmenes).

Por otra parte, del an3lisis visual de los distintos planos, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulaci3n) con el prop3sito de estimar los rangos 3ptimos de preferencia de la especie respecto a los par3metros bio-oceanogr3ficos; asimismo, se calcul3 el coeficiente $V(Cramer)$ para las cartografías de distribuci3n de anchoveta, respecto de las variables bio-oceanogr3ficas.

5.3.1.1 Relaci3n con la temperatura

De las seÑales latitudinales se observ3 que la temperatura de la CMFC present3 una tendencia variable entre las latitudes 25°S y 30°S, para luego estabilizarse, posteriormente entre las latitudes 30°S y 32°S se observ3 un aumento de las temperaturas con un m3ximo de 20,9°C (**Figs. 61 y 62**), en este sentido se destaca que el aÑo pasado tambi3n se verific3 un aumento de la variable ambiental en esta zona relacionada con la introducci3n de aguas m3s oce3nicas. Se destaca que en la franja m3s oce3nica (< 10 mn) se produce un incremento de las temperaturas, lo que es coincidente con la climatología local.



Con respecto a los ejemplares adultos, en la banda costera (costa-2 mn) el recurso exhibió una distribución geográfica mucho más concentrada en comparación a las franjas más oceánicas con dos focos principales que se localizaron al norte de Chañaral y en los alrededores de Coquimbo, destacándose que las mayores abundancias se correspondieron con sectores de gradientes térmicos someros y en el borde interno de las aguas de 15°C.

En la franja de 2-6 mn se continúa advirtiendo una gran abundancia en las proximidades de Coquimbo en una región pequeña que se relacionó con bajos diferenciales térmicos y que estuvo delimitada por el borde interno de la isoterma de 17°C, cabe destacar que las mayores agregaciones de la especie se superpusieron con cambios latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un descenso en sentido norte-sur.

En el caso de la fracción recluta, en las dos franjas más costeras (costa-6 mn) se detectaron las mayores agregaciones con dos núcleos relevantes emplazados al norte de Chañaral y frente de Coquimbo los que se relacionaron con aguas de 15 a 16,9°C y a gradientes de temperatura muy bajos menores a 0,6 °C/mn, asimismo, dichos sectores se vincularon con variaciones latitudinales negativas de la variable ambiental (**Fig. 63**). Por su parte, en las bandas más oceánicas la presencia de ejemplares juveniles disminuye en cuanto a abundancia pero mantiene su repartición espacial.

5.3.1.2 Relación con la salinidad

En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), se observa que el gradiente latitudinal de la salinidad es más estable que el de temperatura con una tendencia levemente negativa en sentido norte-sur y una variación entre los 34,2 y 34,85 psu y un promedio de 34,68 psu (**Fig. 61b**).



Con respecto a los ejemplares adultos, la anchoveta report3 sus mayores agregaciones que se relacionan mayoritariamente con salinidades de 34,3-34,69 psu, en regiones muy homog3neas y en donde pr3cticamente no se aprecian gradientes salinos o bi3n 3stos son irrelevantes, lo anterior se aprecia claramente en las se1ales latitudinales (**Figs. 61 y 62**), en este sentido se destaca que el a1o pasado tambi3n se verific3 un aumento de la variable ambiental en esta zona relacionada con la introducci3n de aguas m3s oce3nicas. Se destaca que en la franja m3s oce3nica (< 10 mn) se produce un incremento de las temperaturas, lo que es coincidente con la climatolog3a local (**Figs 61b y 64**).

Por su lado, y como se menciona anteriormente, los ejemplares reclutas registran sus m3s altas abundancias en las dos bandas m3s costeras (costa-6 mn) donde se situaron los dos n3cleos principales (norte de Cha1aral y frente de Coquimbo), los que tambi3n se relacionan con aguas de 34,3-34,59 psu y a diferenciales salinos con registros menores de 0,002 psu/mn, a su vez dichos sectores se vincularon con variaciones latitudinales positivas de la variable ambiental. Con respecto al gradiente salino, se observ3 claramente que tanto los ejemplares adultos como los reclutas tiene una clara preferencia por gradientes bajos (**Figs 65d y 66d**).

5.3.1.3 Relaci3n con Sigma-t

La estructura horizontal superficial de la densidad del agua de mar present3 una variaci3n entre 24,1 y 25,9 Kg/m³, con un claro predominio de aguas de densidad mayores a 24,6 Kg/m³ (**Fig. 61c**). La distribuci3n horizontal de la densidad del agua mostr3 isopicnas m3s densas en el sector costero principalmente en el extremo norte de la zona de estudio.

Del an3lisis visual se observaron sectores con altos valores frente al norte de



Chañaral y a la cuadra de Coquimbo que se relacionan con agregaciones de la especie y, al igual que para la salinidad, las mayores concentraciones de la variable ambiental se asocian a zonas de altos registros de anchoveta (**Figs. 61c y 67b**).

5.3.1.4 Relaci3n con el ox3geno disuelto

La distribuci3n geogr3fica del ox3geno exhibi3 valores que oscilaron entre los 3,6 ml/l y 7,9 ml/l, con un claro predominio de las aguas mayores a 4,0 ml/l, lo que coincide con a3os anteriores (Castillo *et al.*, 2008) El comportamiento espacial de la variable exhibi3 aguas menos oxigenadas entre Chañaral y Huasco, lo que concuerda con la climatolog3a local (**Fig. 61d**).

Del an3lisis visual se observ3 que las agregaciones m3s importantes se relacionaron con aguas de alto contenido de ox3geno (especialmente en los n3cleos m3s abundantes) y preferentemente en el borde interno de aguas de 5,01 ml/L.

5.3.1.5 Relaci3n con la clorofila “a” integrada

La distribuci3n horizontal de esta variable present3 un rango entre los 11,3 mg/m².y los 205 mg/m². En general, se observaron bajas concentraciones de clorofila en toda la zona costera (**Fig. 68a**), destac3ndose dos focos de altas concentraciones de clorofila (alrededores de Chañaral y proximidades de Coquimbo) que coinciden con las mayores agregaciones del recurso. Lo anterior, al contrario de lo detectado en a3os anteriores donde los principales focos de anchoveta est3n asociados a una baja oferta de esta variable (**Figs. 67c y 68a**).

5.3.1.6 Relaci3n con la abundancia de zooplancton, cop3podos y diatomeas



Con respecto al zooplancton se observa que éste no se presentó en grandes abundancias con un gradiente latitudinal muy marcado donde desde Huasco al norte se registraron buenas abundancias y al sur la abundancia del zooplancton decae fuertemente. De esta manera se da una relación inversa entre la distribución y abundancia de la especie y de la variable biológica. Al considerar la abundancia del zooplancton respecto del porcentaje de celdas de la anchoveta, tanto en reclutas como en adultos las mayores frecuencias se concentraron en bajos niveles del zooplancton menores a 20000 (núm/1000 m³) (**Figs. 67d y 69d**).

En el caso de los copépodos se presentó un comportamiento similar al zooplancton con un gran gradiente latitudinal donde las mayores abundancias se registraron en el extremo norte de la zona de estudio con concentraciones que superan los 60.000 (núm/1000m³). En el caso de los copépodos también se da una relación inversa entre las variables y la mayor cantidad de pixeles se localizó en menos de 10.000 (núm/1000m³) (**Figs. 67e y 69e**).

Finalmente, las diatomeas exhibieron un patrón de distribución diferente a lo presentado por el zooplancton. En el caso de la distribución y abundancia de diatomeas se destaca que las mayores concentraciones de la variable ambiental coinciden con las altas agregaciones de reclutas y adultos de la anchoveta, de esta manera se puede apreciar que hay una gran cantidad de celdas de la especie asociada a altas concentraciones de diatomeas (**Figs. 67f y 69f**), por lo que existiría una relación positiva entre las variables.

5.3.2 Medida de la asociación entre la densidad de anchoveta y las variables bio- oceanográficas



La densidad de anchoveta es presentada por medio de una tabulaci3n cruzada para diferentes niveles de las variables oceanogr3ficas en el plano de la CMFC, la asociaci3n existente entre las densidades de anchoveta y los diferentes niveles de las variables oceanogr3ficas y la oferta de alimento es establecida a trav3s de la prueba de asociaci3n χ^2 y se establece una medida del grado de asociaci3n mediante el 3ndice de $V(Cramer)$.

Se debe destacar que 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 la capa analizada.

5.3.2.1 Temperatura

En la capa de temperatura, las fracciones de anchoveta (reclutas y adultos) se distribuyen preferentemente entre los 16,0 y 17,9°C (59% del total para ejemplares adultos y 57% para reclutas). En la capa de mayor frecuencia de card3menes, el 3ndice de $V(Cramer)$ indica una buena asociaci3n entre las variables (**Tabla 41**). Esta asociaci3n entre los rangos de temperatura y la frecuencia de card3menes observados es consistente con los resultados derivados de la aplicaci3n del estad3stico de prueba χ^2 (Chi-cuadrado) que mostr3 la asociaci3n entre la temperatura y la presencia de card3menes de anchoveta. A partir de los resultados de la aplicaci3n de esta prueba se observa un buen aporte de la variable en la explicaci3n de la varianza ya que se rechaza la hip3tesis de independenciaci3n entre las variables (H_0). Como medida de la intensidad de asociaci3n entre los niveles de temperatura fue obtenida a trav3s del c3lculo del 3ndice $V(Cramer)$. La evaluaci3n de este 3ndice muestra que en el rango preferencial se obtiene un coeficiente $V(Cramer)$ de 0,26 para adultos y 0,27 para reclutas (**Tabla 41**). A su vez, como se menciono anteriormente la anchoveta tiende a concentrarse en los bordes de



gradientes t3rmicos debido probablemente a un menor gasto energ3tico que si se localizara dentro de la zona de gradientes relevantes, sin embargo al analizar los coeficientes $V(Cramer)$ 3stos no dan cuenta de una buena asociaci3n entre las variables aunque los 3ndices aumentan considerablemente si se toma en cuenta solamente el rango preferente.

5.3.2.2 Salinidad

Del an3lisis visual de la distribuci3n horizontal de salinidad se advirti3 que ambas fracciones (adultos y reclutas) se distribuyen mayoritariamente en aguas de 34,3-34,59 psu con app. un 85% para ambas fracciones, lo que difiere levemente de lo se3alado para el a3o anterior en que los ejemplares se distribuyeron preferentemente entre los 34,2 a 34,4 psu (79%).

Al igual que en el caso de la temperatura, se estudi3 la asociaci3n entre los niveles de salinidad y la frecuencia de card3menes observados por estrato de salinidad, haciendo uso de la prueba de asociaci3n χ^2 y del 3ndice $V(Cramer)$. En general se obtienen buenas asociaciones con un 3ndice de 0,28 (adultos) y 0,27 (reclutas); no obstante lo anterior, el cuociente se incremento fuertemente al considerar el rango predilecto, es as3 como los 3ndices $V(Cramer)$ tanto para adultos como para reclutas subieron a 0,34 para adultos y 0,33 para reclutas por lo que existe un rechazo de la hip3tesis de independenciaci3n entre las variables (H_0) (**Tabla 41**).

Por otra parte, el an3lisis de los 3ndices $V(Cramer)$ de los gradientes salinos no reflejaron una buena asociaci3n para ambas fracciones (**Tabla 41**), y al igual que para los gradientes t3rmicos los ejemplares tienden a ubicarse en sectores aleda3os a zonas de frentes. Por otro lado, al analizar solamente el rango 3ptimo (0,001-0,015



psu/mn) los índices $V(Cramer)$ aumentan fuertemente y se rechaza la hipótesis de independencia entre las variables.

5.3.2.3 Oxígeno

En capa de mayor frecuencia de cardúmenes ambas fracciones presentan un rango preferencial en aguas de alto contenido de oxígeno mayores a 5,0 ml/l (82% y 80% del total para adultos y reclutas respectivamente). Al estimar los cuocientes $V(Cramer)$ se observó los ejemplares de ambas fracciones exhiben valores similares y cuando se analiza solamente el rango preferencial dichos valores se mantienen alrededor de 0,30.

El análisis de la prueba chi-cuadrado, se observó que el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por los ejemplares adultos (**Tabla 41**).

5.3.2.4 Densidad

El histograma de frecuencias de la densidad del agua de mar señaló que la especie se situó en un amplio rango de concentraciones de esta variable en un rango de entre 24,2 y 25,9 Kg/m³, con una ventana preferencial de isopichnas entre 24,8-25,19 Kg/m³ (56,4% del total para adultos y 55,8% en el caso de reclutas) (**Figs. 67 y 69**). El calculo del indicador $V(Cramer)$ para todo el rango de distribución de densidad indicó altas asociaciones para adultos y reclutas alcanzando la fracción recluta un valor de 0,30, no obstante lo anterior, si se analiza solamente el rango óptimo dicho registro aumenta considerablemente a 0,42 lo que da cuenta de una significativa asociación entre ambas variables, especialmente en los ejemplares reclutas indicando un tipo de asociación directa. En este sentido se señala que para años



anteriores tambi3n se observ3 un rango preferente relacionado con aguas m3s densas.

5.3.2.5 Clorofila

De la distribuci3n horizontal de la clorofila se apreci3 que dicha variable present3 bajos valores en el per3odo del crucero, a su vez el histograma de frecuencias de la clorofila “a” se3ala que la especie se localiz3 en valores acotados del par3metro ambiental especialmente en valores bajos (**Fig. 67 y 69**). En el estrato preferencial se corrobor3 que la principal causa del rechazo de la hip3tesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por dicha categor3a con un aporte de 0,29 para los adultos y de 0,28 para la fracci3n recluta. Lo anteriormente expuesto da cuenta de una asociaci3n entre la densidad de anchoveta y la clorofila dado los resultados de la prueba de asociaci3n en los distintos planos ($X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabla (m-1, n-1)}}$) (**Tabla 41**). Por otro lado es importante destacar que los resultados son similares a los encontrados por otros autores que indican una relaci3n inversa entre las concentraciones de anchoveta y la abundancia de la clorofila (Castillo *et al.*, 2008; Yañez *et al.*, 2005). A su vez, Braun *et al.*, (2007) tampoco encontraron asociaciones lineales entre la Cloa y los huevos de la especie.

5.3.2.6 Zooplancton

El histograma de frecuencias de zooplancton se3ala que la especie se localiza en un amplio rango de concentraciones, no obstante la mayor cantidad de p3xeles positivos se localizan entre 1-20000 (n3m/1000m³) con un 64,5% del total para los adultos y 63,2% para reclutas (**Figs. 67 y 69**). A su vez, al analizar las relaciones entre la distribuci3n de las proporciones adulta y recluta respecto de la composici3n del zooplancton se demostr3 que los ejemplares de la especie contin3an



localizándose en sectores de bajas concentraciones del zooplancton, por lo que se estaría dando una relación inversa entre las variables, cabe destacar que los grupos más abundantes fueron copépodos los cuales han sido mencionados por diversos autores como parte de la dieta de la especie y los cuales presentan zonas de buenas concentraciones aledañas a focos de anchoveta.

Finalmente, el cálculo de los índices $V(Cramer)$ muestra una probable asociación entre la presencia del zooplancton y la presencia del recurso la cual es más estrecha si se consideran los grupos de manera separada con valores que superan los 0,30 (**Tabla 41**).

5.3.2.7 Copépodos

Al igual que con el zooplancton, el histograma de frecuencias de abundancia de copépodos señala que la especie se ubicó en un amplio rango de concentraciones desde 1 hasta 50000 (núm/1000m³), no obstante lo anterior sobre el 90% de las celdas positivas se ubicaron en concentraciones menores a los 29000 (núm/1000m³) (**Fig. 67 y 69**).

Por otra parte, al analizar las asociaciones entre la distribución de la especie y la abundancia de copépodos se verificó una relación inversa entre las variables, es decir que las mayores concentraciones de la especie se asocian a bajos registros de la variable biológica, sin embargo la estimación de los índices $V(Cramer)$ dan cuenta de asociaciones significativas al rechazar la hipótesis de independencia entre las variables (H0), lo que es mas fuerte si se considera el estrato preferencial (**Tabla 41**).

5.3.2.8 Diatomeas



Respecto de las diatomeas los gráficos indicaron que el recurso se situó principalmente en altos registros del parámetro ambiental, lo que es coincidente con lo acontecido en años anteriores. El histograma de frecuencias de diatomeas señaló que la anchoveta (fracción adulta y recluta) se localizó preferentemente en densidades mayores a 80.000 (cél/L), donde se ubicó sobre el 60% de las celdas positivas.

Por su parte, los índices $V(Cramer)$ dan cuenta de una significativa asociación entre las variables, especialmente si se considera solamente el rango preferencial, con indicadores de 0,27 y 0,28 para ejemplares adultos y reclutas, respectivamente.

5.4 Modelamiento estadístico de la densidad acústica de anchoveta y las condiciones bio-oceanográficas.

5.4.1 Análisis Inferencial

Se aplicó el modelamiento estadístico GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables oceanográficas, temperatura, salinidad, clorofila, densidad, y gradientes respectivos, y variables biológicas, abundancia de diatomeas, dinoflagelados, nanoflagelados y algunas especies más abundantes dentro de estos grupos como *Chaetoceros convolutus*, *Guinardia striata*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *Mirionecta rubra*, además la abundancia de zooplancton y las especies más abundantes de este como *Chaetognatos*, copepodos, eufáusidos y apendicularias. El modelo integral bio-oceanográfico, denominado así por considerar los datos en toda la columna de agua y por el carácter de sus predictores, consideró la asociación entre las variables basándose en la utilización del suavizador loess con un span igual a 0,5.

Para el modelamiento de la densidad de anchoveta, los S_A fueron transformados a



una escala logarítmica como medida de aproximaci3n de la variable a una distribuci3n normal. Adem1s se observ3 una diferencia en la ocupaci3n del espacio por parte de los ejemplares adultos y reclutas de anchoveta ajustando un modelo GAM para ambas fracciones.

La selecci3n de las variables explicativas para el modelo esta basada en la prueba de m1xima verosimilitud F con un nivel de significaci3n del 5%, seleccionando aquellas covariables que aportan significativamente a la explicaci3n de la variabilidad de la densidad de anchoveta y sus fracciones (adultos y reclutas). Las variables obtenidas con este proceso para la anchoveta total, fueron la latitud, longitud, densidad del agua, abundancia de zooplancton y diatomeas. Para la fracci3n adulta las covariables seleccionadas fueron clorofila, salinidad, gradiente de clorofila, abundancia de zooplancton y diatomeas. Para la fracci3n recluta fueron la latitud, densidad, abundancia de zooplancton y apendicularias. De esta forma el m3todo de selecci3n incorpor3 5 variables significativas en la explicaci3n del modelo para el total y la fracci3n adulta de anchoveta en cambio para la fracci3n recluta solo 4 variables.

Las **tablas 42 a 44** muestra que las covariables seleccionadas en el proceso anterior son significativas al ser incorporadas al modelo con el logaritmo de la densidad de anchoveta para adultos, reclutas y total. Para ambas fracciones y el total, se observaron reducciones significativas en la devianza de los residuales, la que decrece continuamente en la medida que el n1mero de covariables aumenta disminuyendo a un total de 1083,19 residuales para reclutas, 639,98 para adultos y 1034,76 para el total por la incorporaci3n de las covariables al modelo nulo. Cabe destacar que la latitud, primera covariable incorporada al modelo total y reclutas, reduce mayormente la magnitud de la devianza de los residuales, sin embargo para los adultos, es la clorofila.

Existen consideraciones que se deben plantear al momento de incorporar



variables a un modelo y estas dicen relaci3n con la relaci3n costo-beneficio de ingresar una variable respecto al aporte en explicaci3n al modelo y al n3mero de par3metros asociados. Desde este punto de vista, el Criterio de Akaike resulta recomendable como complemento en la selecci3n de las covariables, ya que considera el n3mero de par3metros en el modelo. El Criterio de Akaike calculado para los modelos propuestos muestra una disminuci3n con la incorporaci3n de factores hasta alcanzar su m3nimo con la variable abundancia de diatomeas que es la 3ltima incorporada al ajuste para el total y adultos de anchoveta. En el caso de los reclutas la abundancia de apendicularias constituye la 3ltima variable ingresada con aporte significativo al ajuste del modelo (**Tabla 42 a 44**). En los tres modelos estudiados (Total, reclutas y adultos) las variables que reducen los residuales reducen sustancialmente el 3ndice AIC (**Tabla 42 a 44**).

El nivel de importancia de las covariables en el ajuste esta dado por el grado de explicaci3n de las variables modeladas medido a trav3s del pseudo coeficiente de determinaci3n. La abundancia de diatomeas es la variable que mas explica la variabilidad de la densidad del total. Para las fracciones de anchoveta esta variabilidad es explicada principalmente por la salinidad para los adultos y la abundancia de zooplancton para los reclutas, las restantes variables contribuyen marginalmente a la explicaci3n de la respuesta con un aporte m3ximo del 5%. En general, el pseudo coeficiente de determinaci3n obtenido es de 0,255 en el modelo total, de 0,415 en adultos y 0,259 en reclutas, lo que indica un bajo porcentaje de explicaci3n del modelo a la variabilidad total.

El efecto de las covariables en el modelo se ilustra a trav3s de la contribuci3n de cada t3rmino modelado. La influencia relativa de cada covariable en la densidad de anchoveta total y ambas fracciones es presentada gr3ficamente a trav3s del suavizador loess en las **figuras 70 a 73**.



a) Anchoqueta total

El logaritmo de la densidad total de anchoqueta presenta una relación casi lineal con la latitud, donde se observa una mayor abundancia al norte de 28°S, al sur de esta latitud las abundancia son menores, en los límites del área de estudio se observan una alta incertidumbre, reflejada por las amplias bandas de confianza (**Figura 70**).

Las mayores densidades de anchoqueta total se presentan en longitudes mayores a 71,2° W. Los valores mínimos de densidad se encuentran más costeros a longitudes menores a 71,2° W, sin embargo en los extremos se observa amplias bandas de confianza (**Figura 70**).

La densidad del agua presenta una relación ascendente con el logaritmo de la densidad de anchoqueta, presentando las mayores densidades de anchoqueta a valores de densidad mayores a 25,25 Kg/m³. (**Figura 70**).

Con abundancias de zooplancton menores a 10000 N°/100m³ y mayores a 30000 N°/100m³, se observan las mas altas densidades de anchoqueta, mientras que las menores abundancias se observan dentro de este rango, sin embargo al igual que en la densidad del agua se observan amplias bandas de confianza (**Figura 70**).

La abundancia de diatomeas presenta una ventana ambiental óptima con la densidad de anchoqueta total con valores de abundancia de diatomeas entre cero y 6e +05 cél/L, maximizando la densidad de anchoqueta total alrededor de los 2 e+05 cél/ml (**Figura 70**).

b) Adultos de anchoqueta



La clorofila presentan una ventana ambiental óptima entre 3 a 5,2 mg/m³ maximizando la densidad de adultos con valores de clorofila en torno a 4 mg/m³, en valores de clorofila superiores a 5,2 mg/m³ se aprecian amplias bandas de confianza que impiden inferir una adecuada relación (**Figura 71**).

Las mayores densidades de adultos de anchoveta se presentan a salinidades menores a 34,35 psu y mayores 34,42 psu. Las bandas de confianza en los extremos de la variable son amplias como consecuencia de pocas observaciones (**Figura 71**).

Los gradientes de clorofila presentan una ventana ambiental óptima entre -0,5 a 0 mg/m³ maximizando la densidad de reclutas con gradientes de clorofila en torno a -0,25 mg/m³, en torno a cero la variable presenta un efecto valle invertido donde se observan las menores densidades de adultos de anchoveta con amplias bandas de confianza en los extremos de la variable (**Figura 71**).

Con abundancias de zooplancton menores a 13000 N°/100m³ y mayores a 33000 N°/100m³, se observan las mas altas densidad de anchoveta, con abundancias contenidas en este rango el efecto es negativo, sin embargo se observan amplias bandas de confianza (**Figura 71**).

La abundancia de diatomeas presenta una ventana ambiental óptima con la densidad de adultos de anchoveta con abundancias de diatomeas entre 0 y 6,5 e+05 cél/L, maximizando la densidad de adultos de anchoveta alrededor de los 4 e+05 cél/ml (**Figura 71**).

c) Reclutas de anchoveta



Las mayores densidades de reclutas de anchoveta se encuentran entre 26,1°S – 29,5°S, mientras que las menores densidades se encuentran fuera de este rango (**Figura 72**).

La densidad del agua presenta una relación ascendente con el logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta, presentando las mayores densidades a valores de densidad superiores a 25,25 Kg/m³. (**Figura 72**).

Las abundancias de zooplancton presenta una pequeña ventana ambiental óptima entre 5000 N°/100m³ y 18000 N°/100m³, maximizando la densidad de reclutas de anchoveta alrededor de los 10000 N°/100m³, fuera de este rango se presentan amplios bandas de confianza (**Figura 72**).

Las mayores densidades de reclutas de anchoveta se observan en abundancias de apendicularias mayores a 200 cél/L, pero con amplias bandas de confianza (**Figura 72**).

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

6.1 Resultados agregaciones diurnas y nocturnas

6.1.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las **Tablas 45 y 46**, para el total de detecciones correspondientes a agregaciones diurnas y nocturnas, respectivamente. Las agregaciones diurnas presentaron una longitud máxima de 252 m con un promedio de 23,2 m ($\pm 25,9$), mientras que en la noche el máximo detectado alcanzó una longitud de 8.805 m alcanzando en promedio una longitud de 765 m (± 1.843). Las



distribuciones de frecuencia muestran diferencias entre el d3a y la noche, durante el per3odo diurno se observa una mayor participaci3n en los rangos de menor largo con un 45% de las agregaciones menores a los 12 m de largo, mientras que en la noche la distribuci3n se muestra mas homog3nea con el 80% de las agregaciones con largos superiores a los 12 metros (**Fig. 73**)

El valor promedio del alto de las agregaciones present3 leves diferencias entre el d3a y la noche siendo de mayor magnitud en per3odo nocturno (3,1 v/s 3,8 m). La distribuci3n de frecuencia diurna se presenta m3s orientada hacia la izquierda que la nocturna con moda centrada en los 2 m, mientras que en la noche la moda se centr3 en el rango de los 3 m (**Fig. 74**), indicando diferencias en esta variable influenciadas por el factor d3a-noche. La elongaci3n present3 diferencias notables en la condici3n diurna -nocturna, siendo menor 3sta en el d3a que en la noche (8,0 ($\pm 7,6$) v/s 173,5 ($\pm 400,3$) respectivamente), con un rango de variaci3n que durante el d3a abarc3 desde el valor cercano a 1 hasta el valor 61 y en la noche ampliamente mayor desde 1 hasta los 2.232. La distribuci3n de frecuencia presenta durante el d3a y la noche una moda centrada en el valor 4, pero mientras en el d3a el 55% presenta elongaci3n menor al rango 6 (**Fig. 75**), en la noche para este mismo rango s3lo el 28% de las observaciones califica reflejando con esto una tendencia nocturna a formar agregaciones m3s alargadas que durante el d3a.

Los valores de per3metro y 3rea fueron considerablemente menores en el d3a que en la noche, presentando en el primer caso un promedio de 64 m (± 83) v/s 2.322 m (± 5.430) y para el caso del 3rea un promedio durante el d3a de 82 m² (± 186) y en la noche de 3.636 m² (± 9.260), diferencia que se explica debido a la tendencia de formar agregaciones tipo estrato y por ende de mayor per3metro y 3rea durante la noche. La distribuci3n de frecuencia en el caso del per3metro, a pesar de presentar la misma moda, centrada en el rango de los 36 m en el d3a y noche, las participaciones porcentuales en el rango orientado a la izquierda del eje son notablemente mayores



durante el d3a, con un 49% de las agregaciones iguales o menores al rango modal y en la noche el 13% de participaci3n de las agregaciones para similar rango (**Fig. 76**), mientras que para el 3rea el 49% presenta valores de 3rea menores a 36 m² y en la noche el 81% presenta valores sobre 36 m² (**Fig. 77**)

El descriptor dimensi3n fractal, empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, alcanz3 valores promedio de 1,34 ($\pm 0,15$) y 1,51 ($\pm 0,2$) para las agregaciones diurnas y nocturnas respectivamente, reflejando una tendencia general a formar durante el d3a agregaciones m3s cohesionadas (especialmente en el borde de la agregaci3n) que durante la noche. Durante el d3a la dimensi3n fractal presenta una distribuci3n normal con una moda centrada en el valor 1,25, mientras que en la noche la distribuci3n es m3s homog3nea no observ3ndose una moda notoriamente principal, aun cuando se observan mayores participaciones de las agregaciones en los valores entre 1,3 y 1,8 (**Fig. 78**).

6.1.2 Descriptores batim3tricos

Los resultados indican que en promedio las agregaciones de anchoveta tender3an a ubicarse levemente a mayor profundidad en la noche que en el d3a. Las agregaciones detectadas durante el per3odo diurno se encontraron en promedio a 7,5 m ($\pm 2,2$) de profundidad (con un m3ximo de 19,2 m), mientras que durante la noche el promedio de profundidad de 8,3 m ($\pm 1,9$) con un m3ximo de 18,2 m (**Tablas 45 y 46**). Las distribuciones de frecuencia presentan tendencias levemente opuestas. En el d3a se orienta hacia la izquierda con moda en el rango los 6 m mientras que en la noche se orienta hacia la derecha con moda en el rango de los 9 m (**Fig. 79**).

Las profundidades de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones presentan en promedio un mayor valor en el d3a que en la noche, en el primer caso



alcanzó los 928 m (± 901 m) y en ambiente nocturno alcanzó los 172 m (± 79 m) siendo mayor el rango de cobertura en el día que en la noche. Las distribuciones de frecuencia diurna y nocturna muestran una moda similar centrada en el rango de 107 m, pero con una participación notablemente mayor en el número de agregaciones en dicho rango durante la noche que en el día (**Fig. 80**).

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 bastante similares de 96,5% ($\pm 4,4$) y 94,3% ($\pm 2,9$) de altura con respecto al fondo para el caso diurno y nocturno respectivamente. Las distribuciones de frecuencias presentan en ambos casos tendencias hacia el sector derecho de la curva, aunque en período diurno se observa aún más pronunciada hacia la derecha, debido principalmente a los aumentos observados en los fondos donde se distribuyó el recurso durante el día (**Fig. 81**).

6.1.3 Descriptores de energía

Los valores de energía retrodispersada (S_A) variaron en el día entre 11 y 115.283 con promedio de 1.646 (± 8.471), mientras que en la noche los valores fluctuaron entre 16 y 138.129 y un promedio de 7.403 (± 22.132). La distribución de frecuencia diurna presenta una orientación hacia el sector izquierdo de la curva con moda en el valor 24, mientras que en el caso nocturno, no se observa una tendencia marcada, aunque la moda se centra en el rango cercano a los 120 S_A , mayor que durante el día (**Fig. 82**).

Los valores promedio de densidad acústica (S_A/m^2) presentan diferencias notorias entre el día y la noche, presentando valores en el día entre los 0,3 y 130 (S_A/m^2) con promedio en 13,9 ($\pm 18,6$), mientras que en la noche los valores encontrados fluctuaron entre los 0,2 y 83 con promedio en 4,7 ($\pm 10,1$). La distribución de



frecuencia en el caso diurno se presenta bastante m1s homog1nea que en el caso nocturno, donde presenta una marcada tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con moda centrada en el rango de 1 S_A/m^2 mientras que en el d1a la moda se centra en el rango entre 2 y 3 S_A/m^2 (**Fig. 83**).

6.1.4 Distancia a la costa

Las agregaciones en promedio presentaron tendencia a encontrarse m1s cercanas a la costa en per1odo nocturno que en diurno, observ1ndose una migraci3n este-oeste en este aspecto. Durante el d1a el valor promedio de distancia a la costa fue de 9,1 mn. ($\pm 7,8$) con un rango que abarc3 desde la milla 1 hasta las 24,2 mn. Durante la noche se observ3 un promedio de 3,5 mn ($\pm 1,5$) abarcando un rango entre 1,7 y un m1ximo de 7,9 mn. La distribuci3n de frecuencia diurna se presenta mucho m1s amplia y con dos tendencias, una principal centrada en el rango entre 2 y 3 mn de la costa y otra secundaria y m1s alejada de la costa centrada a 22 mn hacia el oeste. En la noche la distribuci3n se presenta una distribuci3n bastante m1s restringida al sector costero con la mayor cantidad de las observaciones entre 2 y 4 mn de la costa (**Fig. 84**).

6.2 Valores promedio de los descriptores por rango de hora

Se agrup3 los valores observados de los descriptores por rango de hora, siendo 1ste de 60 minutos. Los resultados muestran una tendencia clara a presentar mayores valores en el largo de las agregaciones en ambiente nocturno (**Fig. 85**) pudi1ndose observar claramente en este caso los l1mites entre la tendencia diurna y nocturna, produci1ndose efectivamente un corte entre las 6 de la ma1ana y las 9 de la noche. El alto de las agregaciones no presenta a simple vista alguna tendencia notoria durante el ciclo de 24 horas, sin embargo al observar los valores promedio para el d1a y la noche se aprecia una tendencia a formar agregaciones con mayor altura en



ambiente nocturno (**Fig. 86**). La elongaci3n presenta una tendencia similar al del largo, con los mayores valores durante el per3odo nocturno, lo que se refleja al observar los valores promedios en la **figura 87**.

Los cambios en los valores de per3metro y 3rea de las agregaciones a diferentes horas del d3a y como promedio diurno y nocturno, se observan en las **figuras 88 y 89** respectivamente, donde en ambos casos se observa un aumento de los valores en ambiente nocturno para disminuir en ambiente diurno.

Los cambios observados en los valores de la dimensi3n fractal se observan gr3ficamente en la **figura 90**, donde se pueden observar dos peaks en las horas nocturnas, coincidentes con los peaks de largo, 3rea y per3metro, reflejando que los valores altos de dimensi3n fractal corresponden a agregaciones de formas mas alargadas, los promedios observados en la **figura 91** evidencian el menor valor promedio durante el d3a respecto a la noche.

La profundidad de agregaciones presenta un incremento sostenido entre las 09 a.m. hasta las 24 hrs, para luego disminuir bruscamente a las 02 a.m., posteriormente presenta su peak de profundidad a las 07 a.m., resultando en promedio una mayor profundidad durante la noche que en el d3a (**Fig. 91**). La profundidad del fondo es que se distribuy3 el recurso presenta grandes variaciones durante el d3a, reflejando una distribuci3n sostenida a lo largo de la transecta. Durante la noche se observa una estabilizaci3n en las fluctuaciones del fondo marino, tendiendo a disminuir, siendo la distribuci3n del recurso m3s cercana a la costa o en las primeras millas de la transecta (**Fig. 92**). El 3ndice de altura presenta valores altos en todo el rango de horarios, coincidiendo el peak con el de la profundidad del fondo, indicando con esto que el recurso se mantiene en su profundidad ante aumentos del fondo se3alando una nula



asociaci3n de este recurso con el fondo marino. Se observa una disminuci3n de este valor a las 22 hrs, coincidiendo este con el aumento en la profundidad promedio del recurso y la disminuci3n del fondo marino (**Fig. 93**)

La energa retrodispersada presenta sus m3ximos valores en las horas nocturnas (02 y 23 hrs, respectivamente) seguido de dos peaks en horas diurnas (07 y 11 hrs) presentando en el resto del perodo diurno valores mas bajos que en todo el perodo nocturno, lo que se traduce en valores promedios mas altos en la noche que en el d3a (**Fig. 94**), lo anterior est3 fuertemente relacionado al aumento del tamao de las agregaciones y la tendencia a formar agregaciones tipo estrato en dicho perodo, ya que al observar el comportamiento de los valores de la densidad ac3stica, esta aumenta considerablemente en el perodo diurno con los mayores valores justamente en perodo diurno (**Fig. 95**).

La distancia a la costa de las agregaciones detectadas en perodo diurno es mayor en promedio que las detectadas en perodo nocturno, reflejando con esto una posible migraci3n este-oeste. Al observar las distancias promedio por hora del d3a se observa que los mayores valores y la mayor variabilidad ocurren durante el perodo diurno, mientras que en la noche se mantienen estables y menores (**Fig. 96**).

6.3 Valores promedio por zona y perodo d3a y noche

Se analiz3 los valores de los descriptores de acuerdo a las zonas definidas por

Zona 1: desde 24°55'LS a 26°55'LS

Zona 2: desde 26°55'LS a 28°55'LS

Zona 3: desde 28°55'LS a 31°55'LS

La **Tabla 47** entrega el resumen de los resultados generales obtenidos por zona y



período diurno-nocturno. El mayor número de observaciones se registró en la zona 3 en ambiente diurno y en la zona 2 en ambiente nocturno. Los valores promedio de largo no presentan diferencias significativas por zona en período diurno, mientras que en la noche en todas las zonas las agregaciones presentan mayor valor que durante el día, siendo la zona 1 la que presenta los mayores valores (**Fig. 97**). Los valores promedio del alto tampoco presentan diferencias significativas entre zonas en período diurno manteniéndose en valores cercanos a los 3 m, mientras que en período nocturno se observa una disminución de los valores hacia el sur (**Fig. 98**). La elongación presenta similar tendencia que el largo de agregaciones debido a que el alto no presenta diferencias entre zonas en período diurno, en período nocturno los mayores valores se presentan en la zona 1 y el menor en la zona 2, pero siempre mayores que los valores registrados durante el día (**Fig. 99**).

Los valores de perímetro y área de las agregaciones presentan tendencias similares por zona en el día y la noche. En ambiente diurno estos descriptores no presentan diferencias significativas entre zonas, mientras que en la noche en todas las zonas los valores promedio son mayores que en el día y entre ellas los mayores valores se presentan en la zona 1 seguida de la zona 3, siendo la zona 2 donde se presentan las agregaciones de menor tamaño tanto en área, perímetro, largo y elongación (**Fig. 100 y 101**).

La dimensión fractal tampoco presenta diferencias 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 las zonas 1 y 3 se concentran las agregaciones con mayor valor de dimensión fractal, coincidiendo con las zonas con agregaciones de mayores valores morfométricos (**Fig. 102**).

Las agregaciones durante el día presentaron la mayor profundidad promedio en la



zona 1, mientras que en la noche en esa misma zona, fue la única en que la profundidad durante la noche fue menor que durante el día, en el resto de las zonas las agregaciones aumentaron su profundidad promedio durante la noche (**Fig. 103**)

La profundidad del fondo en que fueron detectadas las agregaciones presenta sus mayores valores durante el día siendo la zona 3 donde se detectaron los mayores fondo, durante la noche en cada zona el fondo promedio fue menor que durante el día (**Fig. 104**). Los valores del índice de altura presentan en todos los casos valores altos (sobre 90%) siendo la zona 3 en ambiente diurno la de mayor valor, dado por el aumento en el fondo donde se detectaron las agregaciones. Durante la noche los valores del índice de altura no presentan diferencias significativas entre zonas (**Fig. 105**).

Los valores de S_A promedio presentan los mayores valores en la zona 1 tanto en el día como en la noche. En el resto de las zonas, sólo en la zona 2 se da el caso que durante el día se observó mayores valores promedio de S_A durante el día que la noche (**Fig. 106**). Al analizar la densidad acústica (S_A/m^2) se observa que los valores detectados durante la noche en todas las zonas son mayores en el día que en la noche, dándose en ambos casos que los mayores valores de densidad se presentan en la zona 2, durante el día a pesar que las variables morfométricas no presentaban diferencias significativas, la zona 2 presentaba valores ligeramente menores que el resto, pero suficientes para marcar la diferencia en densidad. En la noche en la zona 2 se presentaban las agregaciones de menor tamaño que el resto, lo que generó este aumento de densidad (**Fig. 107**).

La distancia promedio a la costa de las agregaciones detectadas en ambos períodos fue mayor en la zona más al sur (zona 3), en las zonas 1 y 2 si bien la distancia fue mayor durante el día, no presentó una diferencia tan notable como en la zona 3 (**Fig.**



108).

6.4 Resultados análisis componentes principales

6.4.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la informaci3n de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 45**, donde se incluye el valor m3ximo, m3nimo, promedio y desviaci3n est3ndar para las caracter3sticas morfom3tricas, batim3tricas, de energ3a y distancia a la costa de las agregaciones diurnas de anchoveta.

A fin de determinar las variables mejor correlacionadas se calcul3 la matriz de correlaciones (**Tabla 48**), en donde la mejor asociaci3n se encontr3 entre el per3metro con largo y 3rea, seguido de la profundidad del fondo con distancia a la costa, luego sigue la correlaci3n entre 3rea- S_A , largo-3rea y largo-elongaci3n, respectivamente. La variable densidad no presenta buena correlaci3n con ninguna de las variables en ambiente diurno. Esta matriz de correlaciones es utilizada como matriz de entrada para la aplicaci3n de an3lisis de componentes principales (ACP).

Se realiz3 una aplicaci3n 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 explicaci3n de la varianza.

El mejor valor de la MSA se logr3 con la exclusi3n de la variable largo y la variable densidad de agregaciones, llegando a un valor de 0,69 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 80,9%. Valores de MSA sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicaci3n de un an3lisis factorial (Hair *et al*, 1999).

De acuerdo al criterio de selecci3n 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 tres primeros componentes cumplen la condici3n, explicando en conjunto el 80,9% de la variabilidad total. La **Tabla 49** entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno los componentes principales.

La **Tabla 50** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en 3sta se observa que los descriptores 3rea, Sa y alto de agregaciones presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, asociando descriptores morfol3gicos y de energ3a, reflejando la gran asociaci3n de estos descriptores para el caso diurno. El componente 2 asocia principalmente a los descriptores fondo y distancia a la costa, reflejando que a mayor distancia a la costa el fondo aumentar3. Los valores negativos de algunas variables con los componentes implican que disminuir3 el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables. El componente 3 asocia principalmente a los descriptores elongaci3n y dimensi3n fractal, siendo ambos negativos, indicando que aumentos en la elongaci3n indicar3 agregaciones con menor cohesi3n en los bordes o mayor valor de dimensi3n fractal.

Se representan los dos primeros componentes con las variables originales en la **figura 109**, apreci3ndose claramente las asociaciones de los descriptores con los componentes 1 y 2, el hecho que las variables fondo, distancia a la costa e 3ndice de altura apunten en la misma direcci3n, indica que ante aumentos de la distancia a la costa y por ende aumentos en el fondo, aumentar3 tambi3n el 3ndice de altura, reflejando que las agregaciones se mantendr3an en su altura independiente del fondo, descartando alguna asociaci3n entre esta especie y el suelo marino (asociaci3n con componente 2). Tambi3n se puede observar que durante el d3a las agregaciones mas



profundas presentarían mayores valores de área, perímetro, alto y mayor valor de S_a , variables directamente proporcionales y asociadas al componente 1. A su vez se observa también que estas agregaciones mas profundas presentarían menor valor de dimensión fractal que las agregaciones mas cerca de la superficie, dado las direcciones contrarias de las flechas entre estos variables.

6.4.2 Agregaciones nocturnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 46**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas, batimétricas, de energía y distancia a la costa de las agregaciones nocturnas de anchoveta.

La **Tabla 51** entrega la matriz de correlaciones, en donde se encontró una alta correlación entre el perímetro con el largo y elongación, seguido de área-largo, área perímetro, área- S_a y largo- S_a , respectivamente. Las mejores asociaciones entre las variables batimétricas se logran con fondo-índice de altura y fondo-distancia a la costa.

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 índice de altura y área se logro un valor de MSA de 0,71 y un 78,7% de la varianza explicada. La **Tabla 52** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales.

Los valores correlacionados de las variables originales con los componentes



principales se aprecian en la **tabla 53**, observando que la primera componente asocia las variables de tama1o (largo, per3metro) de aspecto (elongaci3n) con los Sa, todas en la misma direcci3n, mientras que el segundo componente asocia a las variables batim3tricas (fondo–profundidad de agregaciones) con distancia a la costa, tambi3n en el mismo sentido. El componente 3 asocia positivamente a las variables densidad con alto y negativamente con la dimensi3n fractal, indicando esto ultimo que agregaciones mas densas y compactas se presentaran mas definidas en los bordes que agregaciones con menor densidad ac3stica.

Al observar gr3ficamente la correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes (**Fig. 110**). Al igual que en el caso diurno se observa una fuerte asociaci3n entre el tama1o de las agregaciones y su respectivo valor de Sa (componente 1) y adem3s se observa para el componente 2 al contrario que en el caso diurno, la componente profundidad de agregaciones va en la misma direcci3n que la distancia a la costa y que la profundidad del fondo, indicando que ante aumentos en la distancia a la costa el recurso aumentara su profundidad promedio, o al rev3s.

La densidad ac3stica y el alto de agregaciones se encuentran en sentidos opuestos y en cuadrantes opuestos, indicando que aumentos en uno implican disminuciones en el otro. La densidad tambi3n se encuentra en diferente sentido que las variables de tama1o y Sa, las que se encuentran fuertemente asociads entre s3, pero menos asociadas con la variable alto, lo que indica que como el Sa aumenta con agregaciones de mayor largo, per3metro y elongaci3n, la 3nica variable que permite con su variaci3n cambios en la densidad ac3stica es el alto de agregaciones, actuando 3ste en sentido inverso a la densidad. Agregaciones con igual valores de Sa, per3metro y largo, con un mayor valor de alto presentar3 menores valores de densidad, generando lo contrario ante disminuciones del alto de agregaciones, situaci3n diferente a la observada en per3odo diurno, donde el alto presentaba mayor asociaci3n con las variables morfom3tricas.





VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de la hidrografía

Durante la realización del crucero la distribución superficial de temperatura no mostró un gradiente latitudinal aunque si insinúa un decaimiento de los valores hacia la costa, a pesar de la extensión reducida hacia el oeste del crucero. Este decaimiento es habitual para esta zona de estudio, donde ocurren eventos de afloramiento durante la mayor parte del año (Strub *et al.*, 1998). Los valores observados de temperatura entre rada Paposo y bahía Salada dentro de las primeras 20 mn estuvieron entre 1 a 2° C más bajo del promedio observado en la zona (Rojas & Silva, 1996), pero la información de TSM satelital, que abarca una mayor área espacial, como también la densidad superficial revelan que éstas anomalías son producto de un evento de surgencia a lo largo de la costa. La información satelital mostró que la mayor extensión e intensidad de este evento se alcanzó entre el 10 y el 17 de febrero, cuando la banda costera de aguas más frías y de mayor concentración de clorofila estuvo más desarrollada en paralelo con la mayor extensión espacial de los focos entre bahía de Copiapó y Coquimbo, como también entre punta Farellones y río Limarí. La extensión de la información satelital también permitió apreciar, a diferencia del crucero, que los rangos de TSM observados en la zona fueron cercanos al promedio, no mostrando señales de anomalía térmica en relación a los promedios históricos de Rojas & Silva (1996) disponibles para la zona, pero si evidenció un evidente gradiente latitudinal y costa-océano en el área oceánica.

A diferencia de la TSM, la salinidad superficial mostró un descenso hacia el sur, pero no evidenció un gradiente costa-océano. Los valores registrados de esta variable en el área costera están cercanos al promedio histórico, considerándose estos como normales. El ascenso de aguas en la costa no sólo es evidenciado por la TSM, sino también por la distribución de la concentración de oxígeno disuelto (OD) que muestra



el ascenso en la costa de aguas de baja concentración de OD, como también por la variable densidad que en los focos de surgencia mostró el afloramiento de aguas más densas, especialmente entre Tal-Tal y Chañaral, bahía Salada a Huasco y alrededor de caleta Inglesa y punta Farellones. Tanto el viento medido durante el crucero en el buque, como también el viento satelital, el transporte de Ekman y el índice de turbulencia, mostraron que el mayor transporte perpendicular a la costa coincide con el mayor foco de surgencia frente a Huasco y caleta Peña Blanca, seguido en importancia por la localidad de Tal-Tal y entre punta Farellones y río Limarí, coincidiendo espacialmente con los focos de surgencia de la zona.

Durante el crucero, la capa de mezcla permaneció relativamente superficial con un espesor de entre 0 y 5 m, señalando una profundización sólo frente a Carrizal Bajo, mientras que el espesor de la termoclina fue entre 10 y 15 m, con una profundización entre punta Totalillo y caleta Maitencillo, interrumpido por un ascenso frente a punta Farellones que está asociado a la surgencia en este sitio. Paralelamente, la surgencia alrededor de punta Farellones fue también observada en la temperatura base de la termoclina y en la profundidad base de la termoclina (20-30m), la que sigue la misma distribución del espesor de la termoclina. Las termoclinas más intensas se observaron entre bahía Copiapó y Caldera a profundidades pero fueron de sólo 10 m, siendo menos intensa en las zonas de surgencia.

Consistente con la surgencia en la costa, las distribuciones verticales muestran la elevación de las isotermas, isolíneas de oxígeno disuelto y las isopicnas hacia la costa sobre la plataforma continental. Especialmente indicativa es la isoterma 13°C, la isolínea de 1 mL/L y las isopicnas de 25 y 26 Kg/m³. Por sobre la isoterma de 13°C, la cual no llega a superficie, la temperatura aumentó rápidamente en los primeros 50 m de la columna de agua, mostrando el afloramiento de temperatura mayores a 16° C, lo cual fue consistente con la distribución de TSM satelital.



La surgencia en la costa también produce la formación de frentes de surgencia, los cuales son zonas de convergencia que se mueven hacia fuera de la costa a medida que se intensifica la surgencia (Bowman & Esaias, 1978). El ascenso de las isopícnas evidencian la formación de estas estructuras de mesoescala, especialmente en las transectas entre bahía Salada y caleta Inglesa (T-17 a T-25) y entre Coquimbo y río Limarí (T31 a T-35), que corresponden a las mismas áreas que evidencian mejor la surgencia costera durante el periodo. Las isotermas y las isopícnas bajo los 200 m, al contrario de las presentes en las capas superficiales, tienden a presentar una pendiente negativa sobre el talud continental, mostrando la característica pendiente generada por la presencia de la corriente subsuperficial hacia el polo (Brink *et al.*, 1980).

Esta corriente hacia el polo está asociada al núcleo de aguas más salinas que se puede observar claramente a nivel subsuperficial y centrado en los 250 m en las transectas verticales de salinidad. Este tipo de agua presenta un debilitamiento de sus características originales a medida que viaja al sur, tal como lo muestra su núcleo que está asociado a salinidades mayores a 34,8 psu entre rada Paposos y punta Obispo (T1 a T11), mientras que por mezcla las salinidades mayores a 34,7 psu la caracterizan desde Caldera hacia el sur. Sobre este máximo de salinidad se presentó un mínimo relativo y sobre él, cerca de superficie, nuevamente otro máximo de salinidad. La distribución señalada para esta variable es consistente con la presencia de las masas de agua características de la zona, a saber en superficie y en menor grado el agua Subtropical (AST), inmediatamente abajo y por sobre los 75 m de profundidad el agua Subantártica (ASAA), mientras que en la capa inferior está el agua Ecuatorial Subssuperficial (AESS) asociada a la mínima de oxígeno y corriente hacia el polo. Tanto el AST como el AESS muestran un transporte neto anual hacia el polo, mientras que el ASAA, caracterizada por aguas menos salinas y más oxigenadas, lo hace hacia el Ecuador (Silva, 1983).



Comparativamente, durante febrero de 2008 la presencia e intensidad del AESS fue mayor respecto al mismo periodo de 2007 y especialmente al de 2006, tanto a nivel del núcleo como en el porcentaje de participación de masa de agua presente cerca de superficie. Paralelamente, durante el periodo de crucero 2008 el AST estuvo presente en similar intensidad que 2006, pero fue especialmente más intenso que el mismo período de 2007, que es cuando la zona norte de Chile comenzó a sentir los efectos de la Niña 2007/2008. Por otro lado, el ASAA presentó valores similares a los del período febrero/marzo de 2007, pero ambos son inferiores al periodo febrero 2006, aunque con igual presencia en la capa superficial.

Respecto de lo anterior, el aumento de participación de AESS y AST en la comuna de agua durante febrero de 2008 hablan de una fase de transición de periodo frío La Niña a un periodo normal, tal como lo predicen los modelos y mediciones Ecuatoriales y como se menciona en el Boletín de alerta Climático de mayo de 2008 (BAC 212), del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN, <http://cpps-int.org/>)

En lo que respecta a la concentración de oxígeno disuelto (OD), en general durante el periodo del crucero en febrero de 2008, las concentraciones de OD a nivel superficial estuvieron más altas en comparación al muestreo de febrero/marzo de 2007 (mayor cobertura de concentraciones que son mayores a 5,5 mL/L) (Castillo *et al.*, 2008). De hecho, el foco de surgencia principal y de mayor intensidad ubicado frente a Huasco en febrero 2008, estuvo asociado a concentraciones de oxígeno menores (inferiores a 5 mL/L) que en las aguas circundantes. Sin embargo, frente a Tal-Tal o entre punta Farellones y río Limarí, donde la intensidad del transporte Ekman fue menor, se presentaron mayores o similares concentraciones de oxígeno en las aguas que afloraron respecto de las aguas superficiales

Las corrientes geostroficadas superficiales presentes en la zona oceánica durante el periodo mostraron principalmente flujos paralelos a la costa, tendiendo hacia el



Ecuador en la zona próxima a la plataforma continental y hacia el Polo en la zona oceánica adyacente.

En la vertical, durante el período 2008 se observó una notoria diferencia con los muestreos de los meses de febrero/marzo de 2007 y febrero de 2006, ya que en el último crucero realizado la capa oxigenada y el gradiente óxico se encontraron a una menor profundidad. Lo anterior queda de manifiesto por las profundidades que alcanzó la isolínea de 1 mL/L en febrero 2008 en relación a los dos años previos, pues mostró un menor nivel de profundidad en el sector costero de entre 20 m en la parte norte y de hasta 40 m en la parte sur, y de hasta 40 m en el sector más alejado de la costa. La diferencia de nivel de la isolínea de 1 mL/L en el sector costero durante el presente muestreo con el año 2006 fue más importante (Castillo *et al.*, 2006; Castillo *et al.*, 2008). Los resultados presentados fueron consistentes con una mayor presencia de AESS en la zona durante el periodo de muestreo 2008. A pesar de tener una mayor presencia de AESS en la zona, la intensidad limitada del viento produjo un transporte de Ekman relativamente bajo, lo que permite afirmar que la surgencia producida no generó un afloramiento de Agua Ecuatorial Subsuperficial, sino que una mezcla de ASAA con AESS, esta última en menor porcentaje de participación.

Con respecto a la clorofila-a, de los tres últimos cruceros el muestreo correspondiente a febrero-marzo de 2007 fue el que presentó las mayores concentraciones y las mayores coberturas de los núcleos productivos, observándose una similitud tanto en las distribuciones como en el rango de concentraciones de los años 2006 y 2008. Además, en estos dos últimos años señalados se observó una concordancia con los sectores que han presentado los mayores valores de clorofila integrada, correspondiendo en ambos casos a los sectores entre los 26° y 27°S y la bahía de Coquimbo (Castillo *et al.*, 2006; Castillo *et al.*, 2008).



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 a los de febrero-marzo de 2007, 0,1 a 18,8 $\mu\text{g/L}$ y 17 a 664 mg/m^2 , respectivamente, y similares a los actuales que son 0,16 a 10,81 $\mu\text{g/L}$ y 11 a 206 mg/m^2 (Castillo *et al.*, 2006; Castillo *et al.*, 2008). Los fitopigmentos en el presente muestreo estuvieron en general en concentraciones muy por debajo de la cloa, lo que indica un óptimo estado fisiológico de las células fitoplanctónicas.

En cuanto a la fluorescencia in vivo (fliv), si bien la fliv mostró una similar distribución a la cloa, las mayores diferencias se observaron a bajos valores de fliv, principalmente en la presencia de núcleos subsuperficiales que no se ven reflejados en la distribución de cloa. Por esto la información de fliv es usada sólo como referencia, en este sentido la distribución de fliv confirma la presencia permanente de núcleos a nivel subsuperficial, extendiéndose en la mayoría de los casos, hasta los 30 m.

Las imágenes de color indicaron que la franja de altas concentraciones del pigmento, $> 5 \mu\text{g/L}$, entre rada Paposo y Coquimbo se mantuvieron sin grandes variaciones durante todo el mes de febrero. Lo anterior señala la presencia de concentraciones más altas que las presentadas por Yuras *et al.* (2005), quienes indican valores cercanos o inferiores a $2,5 \text{ mg/m}^3$.

A pesar del aumento del AESS a nivel superficial con respecto al año 2007, la respuesta de la clorofila-a no tuvo un aumento importante. Lo anterior se debe a que el pigmento responde a una combinación de factores locales como la estabilidad de la columna de agua, la intensidad de luz y la intensidad de la surgencia que en esta ocasión aportó en mayor proporción agua del tipo ASAA a la capa superficial. Por lo anterior, el desarrollo de un solo factor favorable a la producción fitoplanctónica no lleva a un aumento de la biomasa fitoplanctónica en la zona.



2. Oferta ambiental

a) Fitoplancton

En el crucero realizado durante el 2008 se encontraron 73 especies, registrando una densidad celular total de 32.614.268 c3l/L y una biomasa de 20.789 ugC/L. En comparaci3n con los resultados obtenidos el a3o anterior (2007) en donde se registr3 una mayor cantidad de especies (91), pero tanto la densidad celular total como la biomasa fueron menores (24.745.233 c3l/L y 7.035 ugC/L respectivamente).

Durante el 2008, 70% del 3rea de estudio present3 una pobreza fitoplanct3nica, encontrando valores de carbono inferior a 100 ugC/L en la columna de agua hasta los 10 m de profundidad, valores mayores a los registrados el a3o 2007, en donde el 90% del 3rea de estudio present3 una pobreza fitoplanct3nica con valores de carbono inferior a 50 ugC/L.

En ambos cruceros, las mayores biomاسas se encontraron en la zona comprendida entre Caleta Cha3aral y Bah3a Coquimbo, espec3ficamente en las estaciones ubicadas frente a estos lugares. Durante el a3o 2008 se detect3 un aumento de la biomasa en relaci3n al a3o anterior, registrando valores de 900 ugC/L y mayores a 300 ugC/L respectivamente. El aumento de la biomasa fitoplanct3nica en esta zona puede ser atribuida a la acci3n de procesos de surgencia costera.

La zona ubicada al norte de Caleta Cha3aral, durante el 2008 se registr3 una menor biomasa en comparaci3n al 2007, esta diferencia esta dada por la ausencia de *Leptocilyndrus danicus*. En ambos casos se registraron dos focos con valores mayores a 800 ugC/L en 2008, siendo mayores a los detectados el 2007 (> 80 ugC/L).



Respecto a los focos de mayor densidad fitoplanct3nica y biomasa de carbono, se observaron comportamientos similares entre profundidades de 0 y 10 m para el a1o 2008 y se observ3 un patr3n similar en el a1o 2007.

Las especies dominantes en los focos de alta biomasa fitoplanct3nica, fueron representados por *Guinardia striata* en la zona al norte de Caleta Cha1aral, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* entre Caleta Cha1aral y Coquimbo, y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* y *Chaetoceros convolutus* al sur de Coquimbo. A diferencia del 2008, el a1o 2007 la especie *Leptocilyndrus danicus* domin3 en los tres focos mencionados anteriormente y junto con esta, *Chaetoceros compressus* y *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* dominaron hacia el norte de Caleta Cha1aral y *Chaetoceros convolutus*, domin3 hacia el sur de Coquimbo.

b) Zooplancton

El volumen de zooplancton y el n3mero de zooplancteres fue mucho menor que el registrado en estudio realizado durante el verano (enero – febrero) del a1o 2007, en similar 1rea de estudio (FIP 2006-03). Adem1s, en esta oportunidad no se detect3 la coincidencia entre estas dos expresiones generales del zooplancton.

Esta notoria disminuci3n del volumen del zooplancton y n3mero de zooplancteres coincide con la composici3n de los grupos presentes en esta oportunidad, en la que los euf1sidos fue uno de los tres grupos de mayor dominancia num3rica y presente en todas las estaciones de muestreo. Adem1s, este grupo estuvo constituido mayoritariamente por ejemplares de tallas superiores a 2 cm, lo cual significa una importante oferta alimentaria para consumidores secundarios, como son la mayor1a de los vertebrados pel1gicos.



Los eufáusidos en esta oportunidad fueron los principales o uno de los más importantes componentes del zooplancton en las estaciones de mayor número de zooplancteres, desplazando a segundo lugar a los copépodos en repetidas ocasiones, lo cual implica que esos lugares han sido potenciales lugares de alimentación de peces pelágicos.

Los quetognatos, que fue el segundo grupo en abundancia, en muchas estaciones constituyeron dominancias próximas o superiores al 25 % y aunque no son un grupo que destaque como buenos transferentes de energía en la trama trófica pelágica y se caracterizan por ser eficientes depredadores, su presencia indica la existencia de alimento para ellos en los lugares en que fueron abundantes.

Similar situación revela la abundancia de apendicularias en algunas estaciones en las que constituyeron porcentajes de dominancia numérica superiores al 25 %, con la salvedad que estos son eficientes pastoreadores, por lo cual se debe suponer que en los lugares de mayores densidades de estos zooplancteres, la producción primaria sería alta.

La composición del zooplancton en estaciones en los que los grupos antes señalados constituyeron importantes porcentajes de dominancia numérica constituiría lugares de la zona de estudio en los que habría mayor concentración de alimento para consumidores superiores, ya sea por constituir ellos alimento (eufáusidos) o por ser indicadores de concentraciones de presas (quetognatos) o fitoplancton en abundancia (apendicularias). Por otra parte, se puede señalar que no siempre el volumen del zooplancton es un buen indicador de abundante alimento para consumidores secundarios, puesto que este volumen puede estar constituido por pocos zooplancteres de gran tamaño (medusas) que aportan poco como alimento. También, la estimación del número de zooplancteres puede ser una estimación que subestime la oferta alimentaria, por existir la posibilidad que el alto número de



zooplancteres este constituido por ejemplares de reducido valor nutricional o ser ejemplares pequeños (copépodos, cladóceros pterópodos, etc.), que no constituyen la dieta preferida de consumidores secundarios.

De lo anterior se deduce que la composición zooplanctónica es determinante en la validación de las medidas gruesas (volumen y número) del zooplancton, que en este caso el tamaño y la abundancia de los eufáusidos, ha definido los lugares de mayor oferta alimentaria.

Por último, se destaca entre las larvas de decápodos, la presencia aunque mínima de larvas mysis del género *Gennadas* y filosoma del género *Jasus*, cuya presencia en las estaciones 90 y 43, respectivamente, constituyen una rareza, dada la distribución de los adultos de estos géneros.

3. Biología Pesquera

En el desarrollo del presente crucero se observó una estructura de tallas, fue poli modal con una moda principal centrada en 16,5 cm y moda secundaria en 12,5 y 10 cm, el rango varió entre 7 y 18,5 cm. Tanto en cerco como arrastre, se observa un desplazamiento de la estructura de tallas hacia tallas mayores para el año 2007 en relación al crucero realizado en el año 2006, en el presente crucero al igual que en cerco se presenta un mayor número de ejemplares pequeños.

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 ($R^2 = 0,9833$). El mejor grado de ajuste de la relación se observó en la subzona 1, estimándose el valor de $R^2 = 0,980$, mientras que en la subzona 2 se presentó el menor grado de ajuste ($R^2 = 0,951$). El análisis de varianza (ANDEVA), muestra que la relación



longitud – peso establecida para cada subzona, 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 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.

Respecto de la proporción sexual, en la zona total de estudio se observó un claro predominio de las hembras, las que representaron el 50,55% de los casos, situación similar a la observada durante el 2007 (50,1% de hembras) (Castillo *et al.*, 2008), sin embargo esta situación fue contraria a la observada durante el 2006 donde se observó una mayor proporción de machos (51,3%) respecto de las hembras. La proporción de individuos sexualmente indeterminados en el presente estudio alcanzó el 8,82%, condición similar a la observada el año anterior con un 10% de indeterminados. La situación observada los dos últimos años 2007 y 2008, se contrasta con el crucero realizado en el 2006, donde la proporción de individuos indeterminados fue del 47,7%. Por otro lado, los estados de madurez registrados en el presente crucero fueron los estados 1 a 4 con claro predominio de los estados de madurez sexual 1 (51,34%) y 2 (35,29%), situación que también se observó en machos y hembras. El espectro de estados de madurez en el presente crucero fue menor al observado durante los cruceros realizados en los años 2006 y 2007. En el año 2006 (Castillo *et al.*, 2006), se observó un menor número 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%), en tanto en el año 2007 registraron los estados 1 a 6 con claro predominio de los estados de madurez sexual 2 (50,3%) y 3 (31,2%).



El IGS promedio (2,63%) obtenido en el presente crucero para toda la zona de estudio es considerablemente mayor con respecto al obtenido en el crucero anterior (1,7%) y menor al observado en el a1os 2006 (5%) (**Fig. 111**). En general en la zona norte se presenta un desove secundario en febrero luego la actividad reproductiva disminuye a finales de febrero y marzo, evidenciando un repunte en mayo hasta alcanzar un m1ximo de la actividad entre junio a agosto (Mart1nez *et al.*, 2007). En los 1ltimos a1os este desove secundario ya no es observado como tal, sino que se observa un desove continuo desde diciembre a marzo pero con menor intensidad (Mart1nez *com per*), el valor de IGS reportado en el presente crucero puede ser considerado en esta tendencia.

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

A f1n de mejorar la representatividad de la ecuaci3n TS-L de anchoveta, en t1rminos de un mayor espectro de tallas, se procesaron en forma conjunta los datos recolectados en el presente crucero (RECLAN12 0712) y en el RECLAN34 0802 (Regi3n III y IV).

El an1lisis de la informaci3n de TS-L recolectada en los dos cruceros respecto a la serie hist3rica disponible para 7 cruceros anteriores permiti3 comprobar la consistencia de la informaci3n, confirm1ndose que el rango y las tendencias coincid1an. Con esta evidencia se hizo un ajuste de regresi3n que permite lograr una relaci3n 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 los cruceros RECLAN12 0712 y RECLAN34 0802 ($TS = 20 \text{ Log } L - 73,55$), supera en 0,36 dB a la ecuaci3n obtenida en el crucero RECLAN 0712 ($TS = 20 \text{ Log } (L) - 73,91$) y 0,45 dB respecto al RECLAN34 0802 ($TS = 20 \text{ Log } L - 74$). A



su vez esta ecuaci3n fue pr3cticamente igual que la consolidada hasta el RECLAN34 0703 (TS=20 Log L-73.46). (**Tablas 54 y 55**)

El estado de condici3n y de madurez de los peces son algunos de los factores biol3gicos que pueden afectar el TS a la talla, puesto que el volumen de las g3nadas, en estados gr3vidos, puede inducir actitudes corporales de los peces en el medio; reducir el volumen de aire de la vejiga gaseosa 3 alterar la composici3n de grasa en los tejidos modificando sus caracter3sticas ecoicas (An3nimo, 2002).

Los cambios interanuales en los factores de condici3n de las especies estudiadas, asi como los distintos estados de madurez registrados durante los periodos de medici3n pueden explicar las leves diferencias entre las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas, apreci3ndose una disminuci3n de la respuesta ac3stica 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 hab3a detectado al analizar las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas en los proyectos realizados en la zona norte, en que junto a una sistem3tica p3rdida del peso individual entre los diferentes a3os, se registr3 un incremento de las intensidades ac3sticas (TS) de anchoveta (Castillo *et al.*, 2002).

Al contrastar la ecuaci3n estandarizada de anchoveta con las obtenidas por otros autores en especies similares, se observa que es alrededor de 1.65 db menor que la informada por Foote (1987) (TS = 20 Log (L) – 71,9) para clupeidos y entre 1,4 y 1,8 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 ecuaci3n general ajustada por Castillo *et al.* (2008) 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 0,3 dB a favor de la ecuaci3n 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 ecuaci3n ajustada.

Del an3lisis 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 Sud3frica, con algunas diferencias que se explican debido a las distintas caracter3sticas biol3gicas entre las especies.

5. An3lisis d3a-noche de las lecturas ac3sticas de anchoveta

Uno de los aspectos mas relevantes en el cambio en el comportamiento d3a-noche de la anchoveta se manifiesta en las agregaciones tipo estrato nocturnas, con mayor elongaci3n y sobre todo de mayor 3rea y per3metro. Por otro lado se observa que los valores de energ3a retrodispersada promedio de las agregaciones son significativamente mayores en la noche, diferencia que se invierte si se considera la densidad ac3stica de las agregaciones puesto que en per3odo diurno son los S_A los que modulan el 3ndice respecto al 3rea, mientras que en la noche, es el 3rea el que determina el valor del 3ndice.

La situaci3n anterior no se debe extrapolar para decidir cual es el mejor momento para realizar la prospecci3n ac3stica con fines de evaluaci3n, que se hace actualmente durante el d3a, puesto que al comparar ambos per3odos en una base de observaci3n est3ndar, como los ESDU y en sectores que son replicados en ambos



per3odos, queda claramente demostrado que durante el d3a es el mejor momento para hacer el crucero.

En efecto, el an3lisis de la condici3n d3a-noche se hizo en tres situaciones seg3n:

- An3lisis de las agregaciones de anchoveta en transectas-intertransectas replicadas.
- An3lisis del Total de lecturas ac3sticas por ESDU en el d3a respecto al total nocturno y,
- An3lisis de lecturas ac3sticas por ESDU en transectas-intertransectas diurnas replicadas en la noche.

El an3lisis de las S_A de las agregaciones de anchoveta en transectas diurnas, replicadas en la noche se pudo realizar en dos transectas (009 y 029) obteni3ndose en ambos casos que la lectura total de S_A durante el d3a (115.938 S_A y 1.451 S_A , respectivamente) fueron mayores que durante la noche (76.120 S_A y 985 S_A , respectivamente) con un 152% y 147% m3s en el d3a que la noche.

En la Tabla 56 se entregan los estad3sticos de las densidades ac3sticas por ESDU totales separadas por d3a y noche, mientras que en la Tabla 57 se entregan las lecturas ac3sticas por ESDU para transectas replicadas.

En ambos casos se corrobora el resultado alcanzado para las agregaciones, donde la informaci3n diurna siempre es mayor que la nocturna, haci3ndose incluso m3s notable la diferencia en el caso la informaci3n replicada (S_A prom d3a = 240 d3a vs S_A prom noche=113).

De este modo es posible concluir que la evaluaci3n ac3stica diurna recoge de mejor modo las mayores densidades de anchoveta respecto a la situaci3n nocturna, la que seg3n esta informaci3n estar3a subestimando la biomasa en el sector.



El notable aumento de los valores de SA nocturno respecto al diurno se explica en el mayor tama1o de las agregaciones lo que reduce el n1mero de observaciones y afecta el promedio final.

6. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

La biomasa de anchoveta estimada en el presente crucero (217.950 t) presenta una reducci3n del 21,6% y un 62,7% respecto a los veranos del 2007 (265.050 t) y 2006 (354.501 t), respectivamente. Respecto al verano del 2007 esta reducci3n se explica fundamentalmente por el cambio en la estructura de tama1os de la biomasa, puesto que en el presente caso se verifica una importante proporci3n de peces juveniles (<12 cm) que alcanz3 al 32,3% y que aport3 con 70 472 t., mientras que en el verano del 2007 la estructura de tama1os estuvo compuesta fundamentalmente por peces adultos, con s3lo un 5,5% de peces juveniles (biomasa de 14.666 ton). En el verano del 2006 se registr3 un notable aporte de juveniles (216.536 t), representando un 61,1% de la biomasa total, este valor en si mismo es comparable con la biomasa total estimada en el presente caso (**Fig. 112**).

Lo anterior evidentemente se acent1a al comparar los resultados de las abundancias totales y segregados para los juveniles. En efecto, la abundancia total del presente crucero es un 12,6% superior que el 2007 (13.742,6 millones de ejemplares), pero es un 133,8% inferior que el 2006 (36.784,65 millones de ejemplares). En el segmento juvenil, el cambio es equivalente a lo ocurrido con la biomasa apreci1ndose una variaci3n desde 29.560,1 millones en el 2006 a s3lo 1.700 millones en el 2007 (- 94,2%) y a 9.563,80 millones de ejemplares en el 2008 con un 82,2% de incremento relativo respecto al 2007 (**Fig. 112**).

Lo anterior se ha reflejado en una modificaci3n en la distribuci3n espacial entre los distintos periodos, puesto que en el verano del 2006 con un alto valor de biomasa y



abundancia, la anchoveta se detect3 en toda la zona de estudio cubriendo hasta Los Vilos, concentrándose en tres áreas: la primera en el extremo norte de la zona entre Rda. Paposo (25°15'S) y Pta. Ballenita (25°47'S); la segunda entre Pto. Carrizal bajo (28°05'S) y Cta. Peña blanca (28°40'S) y por último entre caleta Cruz Grande (29°30'S) y Pta. Farellones (30° 20'S) (área de mayor abundancia); en el verano del 2007 la anchoveta estuvo restringida fundamentalmente a la III Regi3n 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. El presente crucero presenta una situaci3n intermedia a los dos casos anteriores, una mayor concentraci3n hacia la mitad norte de la zona de estudio y total ausencia al sur de Lengua de Vaca.

No obstante que el reclutamiento ocurre en un periodo de tiempo de aproximadamente 4 meses, aparentemente en esta zona, la anchoveta presenta una dinámica espacial y biológica muy alta que obliga a hacer coincidir el crucero con la ocurrencia del hito biológico a medir. En este sentido es necesario considerar en el análisis el periodo del crucero con la ocurrencia del reclutamiento. Para este fin la fecha de los tres cruces realizados hasta la fecha en la zona se han definido en base a los antecedentes de estructuras de tamaño de la anchoveta presentes en la pesquería. Para este fin se consideraron los antecedentes provenientes de la estructura de tamaños mensual de la pesquería desde el año 2000. Estos resultados sugieren que el patr3n 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 evoluci3n mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2007 (**Fig. 1**) (Martínez *et al*, 2008) 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 caida 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 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. Esta misma información indica que a finales del 2007 se habría producido un retorno a la temporalidad normal, puesto que el patrón reproductivo del invierno sugiere un adelantamiento del desove y en consecuencia un ingreso anticipado de los reclutas. Dado lo anterior, el presente crucero tendiente a evaluar la mayor fracción del reclutamiento de anchoveta en el periodo 2008, que se efectuó centrado al verano del 2008 habría estado en el periodo adecuado.

Del mismo modo a la luz de estos antecedentes, disponibles ex post es posible que el crucero de verano del 2007 se hubiese realizado desfasado a la ocurrencia masiva del reclutamiento de ese año, pudiendo tenerse una subestimación de la fracción reclutas.

El sesgo de orilla en la evaluación de la biomasa de anchoveta no fue posible de realizar en el presenta caso debido a la falta de interés de parte de los armadores de la III y IV Regiones. Sin embargo, los análisis de la frecuencia de observaciones acústicas y las densidades acústicas respecto a la distancia a la costa indican que hubo un importanmtye esfuerzo de muestreo en las áreas costeras y que la anchoveta se localizó en sectores más alejados de la costa, siendo accesible a los equipos acústicos del Abate Molina, lográndose que el sesgo de orilla fuera irrelevante, resultado similar a lo encontrado por Castillo *et al* (2006, 2008) los que trabajando con lanchas artesanales en la III y IV Regiones detectaron que en general las aproximaciones a la costa de las lanchas artesanales participantes en el estudio fueron similares a las logradas por el B/C Abate Molina y que al igual que en el presente caso, la distribución espacial de la anchoveta sugiere límites más alejados a



la costa de lo esperado, registrándose por fuera de 1 mn, sector que es adecuadamente cubierto por el B/C Abate Molina.

7. Precisi3n de los estimados de biomasa

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.

En el presente caso se alcanzaron Coeficientes de Variaci3n de la abundancia entre 0,086 y 0,21, dependiendo del m3todo aplicado, con errores entre 14,1 y 34,5%, alcanzándose la mayor precisi3n con el m3todo bootstrap y estratos agrupados. Los CV calculados para la biomasa variaron entre 0,12 y 0,285, 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 segregadas en focos de peque1o tama1o, determin3 los relativamente altos valores de CV. Esta situaci3n fue a1n 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. Contrariamente, los m3todos Bootstrap y de estratos agrupados fueron m3s eficientes, puesto que se reducen las varianzas debido al suavizamiento incluido en sus procedimientos de c3lculo.



8. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables biooceanografiaca

Los resultados indicaron que la especie se reportó en la columna de agua desde la superficie hasta más de 20 m de profundidad, con una clara preferencia por los primeros 20 m, lo que es similar a lo mencionado en los cruceros anteriores y que también ha sido observado por otros autores como Castillo *et al.*, (2008) y Braun *et al.* (2007).

El análisis integrado reveló que la anchoveta se localizó en estratos bien definidos de las variables ambientales. Así, en el caso de la temperatura el recurso se ubicó en un rango que va desde los 12°C hasta 19,9°C con una clara preferencia por aguas de 16 a 17,9°C. Por su parte, en el caso de la salinidad, la anchoveta se reportó entre los 34,2 y 34,69 psu, con una inclinación por el rango de 34,3-34,59 psu, resultado que difiere a lo mencionado para el año anterior (Castillo *et al.*, 2008), en este sentido se destaca que el año pasado el recurso se presentó en un rango más amplio de salinidades (34,05-34,79 psu) con una preferencia por los 34,3-34,4 psu. En cuanto al oxígeno disuelto, la concentración de la variable durante el periodo del crucero en febrero de 2008 fueron más altas en comparación al muestreo de febrero/marzo de 2007 (mayor cobertura de concentraciones con valores mayores a 5,5 mL/L), lo que implicó una preferencia del recurso por aguas más oxigenadas.

Por otra parte, el análisis de la información de los adultos y reclutas de anchoveta y de la temperatura indicó que la especie se presentó principalmente en zonas aledañas a focos surgentes y asociada a diferenciales térmicos moderados. Este resultado coincide con lo expresado por diferentes autores que han estudiado la distribución y abundancia del recurso en la zona norte (Yáñez *et al.*, 2005). Sin embargo, Silva *et al.*, (2003) indican que los adultos de anchoveta se concentran en



las primeras millas de la costa relacionados con altos gradientes t3rmicos y altas concentraciones de cloa lo que difiere a lo mencionado en el presente trabajo. Estas diferencias entre los estudios puede deberse a que Silva *et al.*, (2003) utilizaron en el c3lculo de gradientes cartas satelitales, en cambio Y3ñez *et al* (2005) ocuparon datos de cruceros bio-oceanogr3ficos por lo que los diferenciales de estos 3ltimos son m3s homog3neos. A su vez, Braun *et al.*, (2007) y Oliva *et al.*, (2002) mencionan que los huevos y larvas de la especie tambi3n se ubican en gradientes t3rmicos moderados.

Al examinar visualmente el patr3n de distribuci3n de los adultos y reclutas de la especie se observ3 que en general los adultos poseen un patr3n de cobertura geogr3fica m3s amplio que los reclutas y adem3s se encuentran m3s alejados de la costa.

Finalmente, se destaca que en el presente crucero las condiciones del ambiente eran de transici3n de un per3odo fr3o a uno normal por lo que se presentaron condiciones climaticas at3picas, lo anterior se reflej3 en cambios en los patrones oceanogr3ficos y biol3gicos del medio ambiente que implic3 variaciones en los rangos de preferencia de la especie. En este sentido es importante destacar que Y3ñez *et al.*, (2003) y Braun *et al.*, (2007) indican que la disponibilidad y/o abundancia del recurso es no es favorecida por per3odos c3ldos, se deduce que el aumento de la turbulencia y de la surgencia en per3odos c3ldos desfavorece a la especie debido a que habr3a una mayor mortandad de huevos y larvas ya que se producir3a una dispersi3n y modificaci3n de la calidad del alimento.

El modelamiento estad3stico, mediante el GAM muestra que el pseudo coeficiente de determinaci3n para la anchoveta total explica solo un 25,5% de la variabilidad total, siendo las componentes espaciales, longitud y latitud las que hacen el aporte relativamente mayor (13,3%), respecto al 12,2% de las variables ambientales, en t3rminos generales la explicaci3n del modelo es distinta al crucero anterior (RECLAN34 0703) donde el modelo explic3 un 47% de la variabilidad total, siendo la componente



espacial la m1s importante con un aporte de 30% y la ambiental con 17%. El bajo aporte de las variables ambientales en ambos casos puede deberse a su caracter1stica monot3na, que determina que la anchoveta se ubique en rangos muy estrechos de las correspondientes variables, lo que determina un bajo aporte en varianza.

Al analizar los modelos fraccionados para adultos y juveniles, se observ3 que en el caso de los adultos el modelo explica un 41,5% de la variabilidad total y para los reclutas un 25%. Estos resultados se contraponen con los obtenidos en el crucero RECLAN12 0702 (Castillo *et al*, 2008), donde se observa un grado de explicaci3n de 68% para los juveniles y de 73% para los adultos, esta diferencia podr1a deberse principalmente al importante aporte de las variables espaciales en el crucero RECLAN12 0702 las que explican un 59,4% y 58% de la variabilidad total para reclutas y adultos respectivamente, sin embargo este importante aporte de las variables espaciales no se aprecia en el presente crucero, observando para los juveniles la componente espacial explica solo un 15,2% de la variabilidad y las para variables restantes el aporte no supera el 3%, sin embargo para los adultos el modelo no recoge la componente espacial y es la componente ambiental la que explica la variabilidad total del modelo, esta es explicada principalmente por la clorofila y la salinidad con un 28% y las covariables restante gradiente de clorofila y oferta ambiental (zooplacton y diatomeas) con un 5,1% y un 7,6% respectivamente.

Las variables clorofila, gradiente de clorofila, abundancia de diatomeas y zooplancton, presentaron un rango con una ventana ambiental 3ptima. De acuerdo a Bakun, (1996) se clasifican tres zonas en la ventana ambiental 3ptima, d3bil, moderado o medio y fuerte, esta clasificaci3n se aplica de acuerdo a la magnitud o intensidad de la variable predictora. Seg3n esta clasificaci3n la densidad de anchoveta (adultos y reclutas) en la ventana ambiental coincide con la zona moderada y una concentraci3n media de estas variables. Por otra parte, Bakun, (1996) se1ala que un m3todo lineal no podr1a representar del todo el efecto de una ventana ambiental, lo que corrobora la



significancia evaluada en el presente estudio de incorporar funciones suavizadoras no paramétricas y aplicar modelos GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables ambientales.

El modelo GAM para los adultos muestra una ventana ambiental con la abundancia de diatomeas entre 0 y $6,5 \times 10^5$ cél/ml. Para los reclutas se observa una ventana ambiental con el zooplancton con biomásas entre $5000 \text{ N}^\circ/1000\text{m}^3$ y $18000 \text{ N}^\circ/1000\text{m}^3$. Esto puede ser explicado por 2 razones, primero al de alimentación de la anchoveta y segundo por un efecto de pastoreo. Con respecto al hábito alimenticio de la anchoveta, esta es considerada una especie oportunista, alimentándose de acuerdo a la disponibilidad ambiental (Castillo *et al.*, 2002; Tanaka *et al.*, 2006). En la zona norte la anchoveta presenta una conducta planctófoga con un amplio espectro trófico, comiendo tanto del fitoplancton como zooplancton. Destacando una preferencia por parte de los reclutas (tallas menores a 12 cm) por organismos del zooplancton, en cambio los adultos (tallas mayores a 12 cm) tienen preferencia por organismos del fitoplancton especialmente de diatomeas (Castillo *et al.*, 2002). Con respecto al efecto de predación, es lógico pensar que la anchoveta se distribuya en áreas de alta concentración local de plancton, sin embargo esta se presenta asociada a abundancias medias de plancton esto se atribuye al efecto pastoreo realizado por la anchoveta. Debido a lo anterior se realizaron perfiles de distribución latitudinal de la anchoveta y las especies de diatomeas y zooplancton donde se destaca lo siguiente (**Figs. 113**):

- Existe una relación inversa entre los adultos y reclutas de anchoveta y las de diatomeas, es decir donde existe mayor abundancia de anchoveta a escala local la abundancia de diatomeas es menor, esta relación se observa principalmente para los adultos



- Esta relaci3n tambi3n es observada entre los reclutas y el zooplancton desde la costa hasta m3s all3 10 mn.



IX CONCLUSIONES

- La biomasa total de anchoveta varió entre 217 949 y 226 555 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el geoestadístico, con una densidad promedio para toda la zona de 100,3 t/mn². El 69,1% de esta biomasa se localizó en la Región III (150 529 t)
- Los reclutas representaron el 32,3% de la biomasa total, con 70 472 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en la III Región, representando más de un 63,6% del total (44 851 t).
- La abundancia total de anchoveta varió entre 15.731,86 y 16.288,6 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el geoestadístico. De este total, el 60,8% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (9.563,8 millones de ejemplares). punta Ballenita (25°44'S) y sur de punta Flamenco (26°44'S) (Suzona 1-2), con 6.751,7 millones de ejemplares. En este sector se registró el 66,6% de los reclutas estimados para toda la zona (2.436,8 millones de ejemplares).
- La clave edad talla de anchoveta para el crucero estuvo conformada por cuatro grupos de edad (I al IV), para una distribución de tallas desde los 7 a 18 cm de longitud total. La estructura de edad de anchoveta, con los cuatro métodos de estimación de abundancia, se caracterizó por un predominio del grupo de edad I, con una abundancia de un 77%. Los ejemplares reclutas (<12 cm) correspondieron en su mayoría al grupo de edad I y alcanzaron el 52% del total de la captura.
- La anchoveta se concentró preferentemente en tres sectores; el primero se localizó desde el límite norte de la zona de estudio al paralelo 26°40'S (sur de punta Flamenco) entre la costa y las 18 mn de la costa, donde se



registraron las mayores densidades de esta especie. El segundo se ubicó entre punta Cabeza de Vaca ($26^{\circ}50'S$) y bahía Salada ($27^{\circ}50'S$), sector caracterizado por las bajas densidades y; el tercero entre punta Lobos ($28^{\circ}20'S$) y punta Talinay ($30^{\circ}40'S$), donde la anchoveta presentó una extensa distribución en el sentido latitudinal y longitudinal, sugiriéndose incluso una distribución hacia el oeste del límite occidental de la prospección. Es importante destacar que las mayores concentraciones de anchoveta se asociaron a temperaturas superficiales entre 16 a $17,9^{\circ}C$ y en zonas de gradientes térmicos moderados.

- Las agregaciones nocturnas de anchoveta fueron más extensas, de mayor elongación 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 distribuyó en profundidades mayores en el día.
- La estructura de tallas de anchoveta fue polimodal con una moda principal centrada en 16,5 cm y modas secundarias en 12,5 y 10 cm, el rango varió entre 7 y 18,5 cm. La proporción de hembras fue superior a los machos en toda el área de estudio. Los IGS promedio presentaron una evolución positiva con el aumento de las tallas, y con los estados de madurez.
- La abundancia de jurel varió entre 2.160,3 y 2.243,22 millones de ejemplares, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap. El 52,04% del total estuvo compuesto por ejemplares bajo la talla mínima legal (TML=26 cm) con 1.125,3 millones. El 97,8% de esta abundancia se concentró entre norte de punta Grande ($24^{\circ}58'S$) y punta Chungungo ($29^{\circ}25'S$).
- La biomasa del jurel varió entre 307.133 y 318.923 t, según el método aplicado, siendo mayor con el bootstrap. El 7,1% de esta biomasa



correspondió a ejemplares bajo la Talla M3nima Legal (TML=26 cm) con 22.661,09 t. El 97% de la biomasa se localizó entre norte de punta Grande (24°58'S) y punta Chungungo (29°25'S).

- El periodo febrero de 2008, es parte de un periodo de transici3n entre una fase fr3a del oc3ano, La Niña, y un periodo de normalidad. El transporte de Ekman observado durante el crucero fue relativamente bajo, lo que influy3 en el tipo de aguas que surgieron durante el periodo fuera relativamente superficial y del tipo mezcla de ASAA con un menor porcentaje de AESS. Se observ3 un aumento en la participaci3n de AESS, respecto al mismo periodo del 2007, la cual provoc3 una menor profundidad de la capa de m3nimo de oxigeno a profundidades que oscilaron entre 20 y 40 m en la costa.
- Al igual que en el muestreo de febrero de 2006, los principales n3cleos de clorofila-a se observaron entre punta Ballenita y Caldera y en la bah3a de Coquimbo. Las concentraciones de clorofila-a observada durante el crucero son similares al mismo periodo de 2006 y menores a las observadas durante el 2007.
- Los rangos de distribuci3n de la anchoveta respecto de las variables ambientales indican que el recurso se localiz3 en aguas cuya temperatura var3a desde 12°C hasta 19,9°C con una clara preferencia por aguas de 16-17,9°C. Con respecto a la salinidad, el recurso se distribuy3 en un rango de 34,2-34,69 psu. En relaci3n al ox3geno, la especie se presenta mayoritariamente en aguas bi3n oxigenadas.
- En el caso de los gradientes t3rmicos, la anchoveta tiende a concentrarse en los bordes de gradientes t3rmicos. Las variaciones del medio ambiente influyeron directamente en la distribuci3n del recurso, lo que se reflej3 en alteraciones de los rangos 3ptimos de preferencia respecto de años anteriores.



- El modelamiento mediante GAM de la variable densidad de anchoveta total transformada a una escala logarítmica es explicado principalmente por las covariables latitud, longitud, densidad del agua, abundancia de zooplancton y diatomeas, para la fracci3n adulta por las covariables clorofila, salinidad, gradiente de clorofila, abundancia de zooplancton y diatomeas y para la fracci3n recluta por latitud, densidad, abundancia de zooplancton y apendicularias, con un pseudo coeficiente de determinaci3n final que explica un 25,5% de la variabilidad total, en tanto las fracciones adulto y reclutas con un 41,5% y 25% respectivamente.
- En los modelos GAM ajustados para la anchoveta total y las fracciones (adulta y recluta), las variables abundancia de diatomeas en el modelo total y la covariable clorofila, gradiente de clorofila y diatomeas en el modelo adultos y la abundancia de zooplancton en el modelo reclutas presentaron un rango con una ventana ambiental 3ptima, ventana ambiental que coincide con la zona moderada y una concentraci3n media de de estas variables.



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.
- Aguilera, A. 2001.** Cuadernos de Estadística. Tablas de Contingencia Bidimensionales. Edit La Muralla, Madrid, España. 212 pág.
- Anónimo. 2002.** Report of the Study Group of Target Strength Estimation in the Baltic Sea (SGTSEB). Seattle, USA, 22-23 April 2002
- Barbieri, M.A., M. Bravo, M. Farías, A. González, O. Pizarro y E. Yáñez. 1995.** Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 23: 99-122.
- Bakun, A. 1996.** Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics. University of California Sea Grant, San Diego, California, USA, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico. 323 pp.
- 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 & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99 112.

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. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.

Bowman, M. & W. Esaias. 1978. Oceanic fronts in coastal processes. En: Proceedings of a Workshop Held at Marine Sciences Research Center. may 25-27, 1977. pp. 113.

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, J. Letelier, M. Pizarro, V. Catasti, F. Espíndola, V. Valenzuela, J. Castillo y J. Saavedra. 2007. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2006. Informe Final FIP N° 2006-01. 312 pp + Tablas, figuras y anexos.

Brink, K., D. Halpern & R. L. Smith. 1980. Circulation in the Peruvian upwelling system near 15°S. *Journal of Geophysical Research*. 85: 4036-4048.



Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceangr.*, 10: 141-143.

Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández, C. Lang, H. Reyes, M. Pizarro, E. Molina, F. Cerna, A. López, A. Mujica y E. Uribe. 2008. Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2007. Informe Final FIP 2006-07. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 191 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., J. A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández, C. Lang, H. Reyes y M. Pizarro. 2007. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2007. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2006-39. 239 p + Figuras y Anexos.

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, 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., J. Córdova, A. Saavedra, M. Espejo, P. Gálvez, M.A. Barbieri. 2002.



Evaluaci3n del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, temporada 2001-2002. Informe Final FIP 2001-11. Instituto de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 207 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., J. C3rdova, M. Espejo. 2000. Evaluaci3n y distribuci3n espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Evaluaci3n 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. Espejo, S. Lillo y J. Cordova. 1997. Evaluaci3n y distribuci3n espacial de reclutamiento anchoveta. En: Evaluaci3n y distribuci3n espacial de reclutamiento anchoveta, regiones I y II. Informe final proyecto FIP 96-02. IFOP. 126p+anexos.

Castillo, J., M. Braun y J.L Blanco. 1993. Cuantificaci3n estacional de la biomasa de los recursos pelagicos y vigilancia bio-oceanogr3fica. Zona Norte. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos – Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 54p. + anexos.

Castillo, J. y P. Briones. 1987. Distribuci3n y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1987. En: Cuantificaci3n de la Biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-Oceanogr3fica Zona Norte. Julio-Agosto 1987. Informe de Proyecto a Empresas Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq., Chile, 90 p.

Conover, 1981. Practical nonparametric statistics. Wiley & Sons (2ª edici3n). N.Y.

Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.



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., 2003. IDRISI Kilimanjaro. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, 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.

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.



Fisher, J. B. & M. J. S. Tevesz. 1958. Distribution and population density of *Elliptio complanata* (Mollusca) in Lake Pocotopang. Connecticut. The Veliger 18: 332- 338.

Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.

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.

Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black. 1999. Análisis Multivariante, 5° edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.

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.

Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp.

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, Department of oceanography, Seattle Washington. U.S.A.

Lohrenz, S.E., D. Weisenburg, I.P. De Palma, K.S. Jhonson and D.E. Gustafson, Jr. 1988. Interrelationships among primary production chlorophyll and enviromental conditions in frontal regios of the western mediterranean sea. *Deep-Sea Res.* 35(5):793 – 810 p.

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.

Martínez, C., M. Ayala y M.G. Böhm, 2008. Monitoreo del reclutamiento de anchoveta, Regiones I y II, 2006-2007. Informe Final. IFOP.

Martínez, C., M.G. Böhm., E. Díaz., F. Cerna., M. Ayala., R. Aravena., H. Reyes., M. Troncoso., V. Bocic., C. Machuca y L. Muñoz. 2007. Programa:



Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la Situación de la Pesquería Pelágica de la Zona Norte, 2006 – Informe Final. Convenio SUBPESCA - IFOP. Instituto Fomento Pesquero Valparaíso, Chile.

Martínez,C., M.G. Böhm, L. Caballero; A. Aranís; R. Aravena; E. Díaz; M. Cortés; F. Cerna; V. Botic, 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 pelagica d la zona norte, 2004 – fase II. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Martínez,C., M.G. Böhm, L. Caballero; A. Aranís; M. Cortés; E. Díaz;; F. Cerna; V. Botic; 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 pelagica d la zona norte, 2003I. Convenio SUBPESCA – IFOP. Inst. Pesq. Valparaíso, Chile.

Martínez,C., M.G. Böhm; 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.



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, L.A. and W.F. Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other from mean length. Trans. Am. Fish. Soc. 109(3):319-322.

NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.

Oliva, J., C. Montenegro, M. Braun, O. Rojas, E. Díaz, V. Catasti, H. Reyes y P. Barría. 2002. Evaluaci3n del stock desovante de anchoveta a través del método de producci3n de huevos. Año 2001. Informe Final. Proyecto FIP N° 2001-10. Valparaíso. 799 pp.

Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

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.

Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes.



Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.

Pienaar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.

Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González y E. Yáñez. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 83 - 101.

Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.

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. 1997. Identification acoustique des espèces pélagiques à partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospécifiques. Thèse doct., Univ. Bretagne Occidentale.



- Silva, C., E. Yáñez. 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.
- 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.
- 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.
- 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. 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)
- 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.



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 synthesis. 11 A. R. B. K. H. Robinson (Eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York. 273-313 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.

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.

Tanaka. H., Aoki. I and Ohshimo. S. 2006. Feeding habits gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. Journal of fish Biology 68, 1041-1061.

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. Análisis estadístico multivariable. Teoría y práctica. Santiago de Chile:

Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.

Yamaji, J. 1986. Illustrations of the Marine Plankton or Japan. 3ª ed. Hoikusha Publishing. Osaka.

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

Yáñez E.; M. A. Barbieri y C. Silva. 2003. Fluctuaciones ambientales de baja frecuencia y principales pesquerías pelágicas chilenas. In: Actividad pesquera y de acuicult. E. Yáñez (Ed.). Escuela de Ciencias del Mar.



PUCV. Valparaíso. 109-121.

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.

Zar, J. H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.

FIGURAS

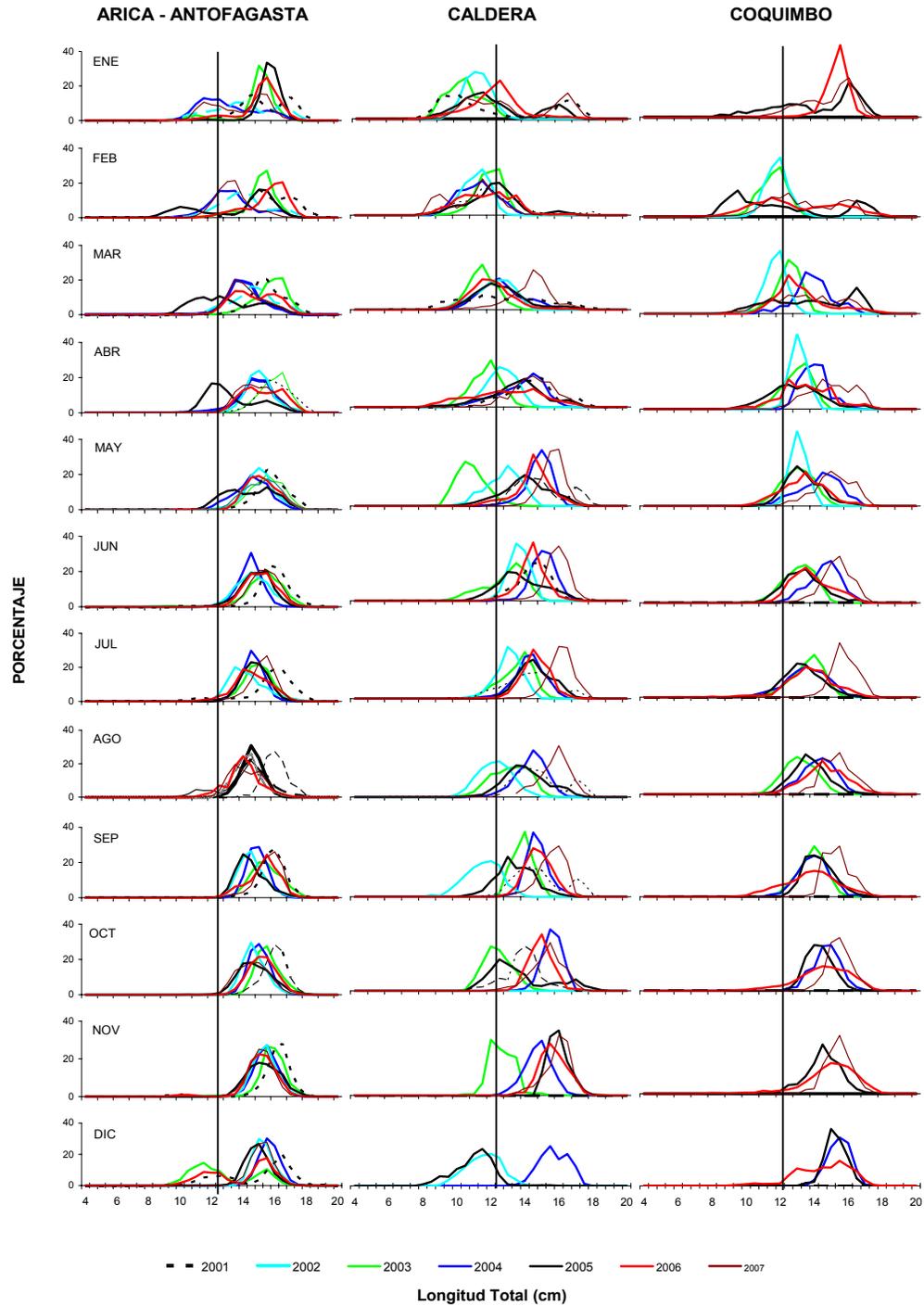


Figura 1. Distribuci3n de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2007.

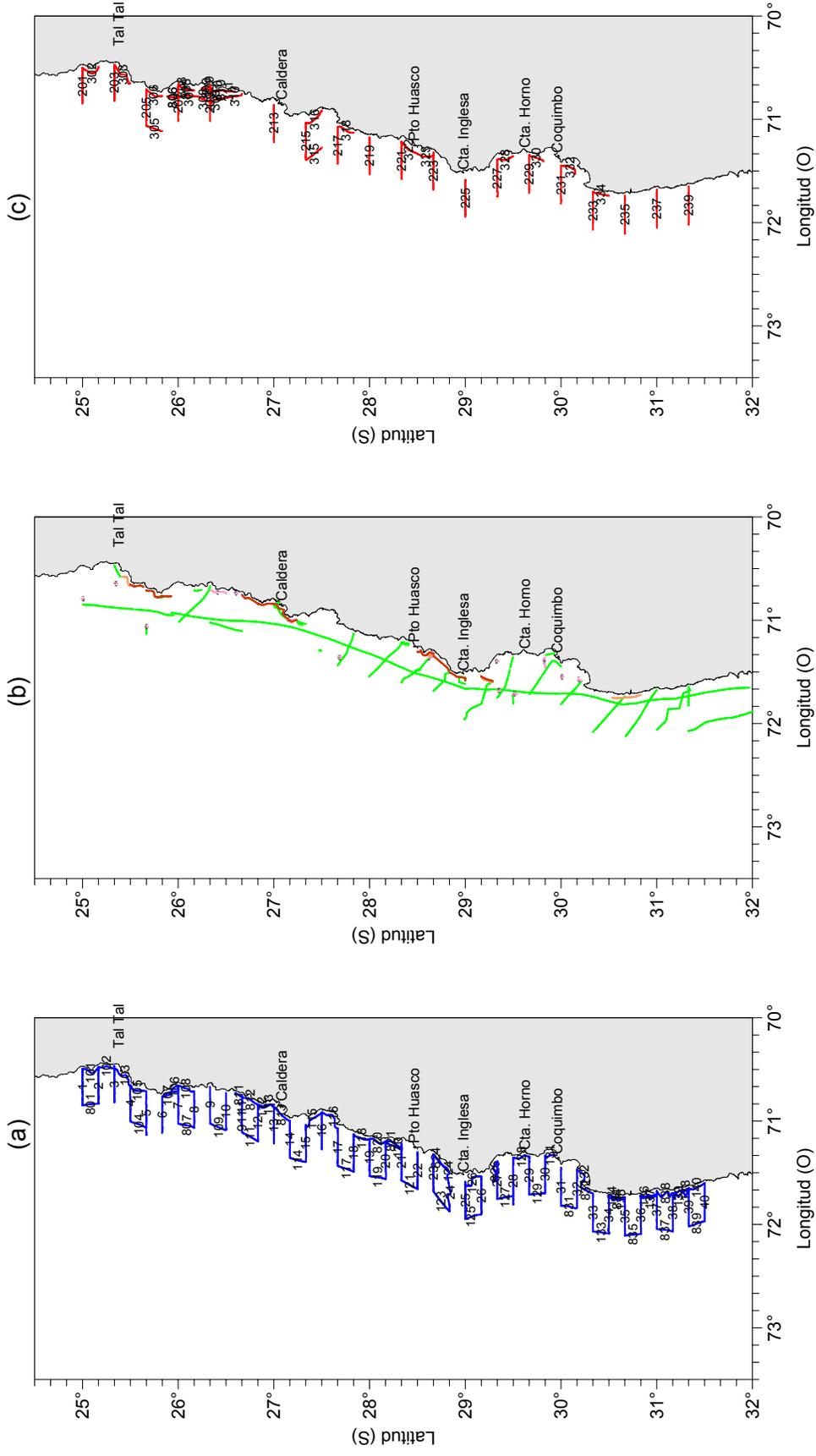


Figura 2. Localizaci3n de transectos de prospecci3n ac3stica diurnas (a) y nocturnas (b) en sentido norte-sur y sur-norte, realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.

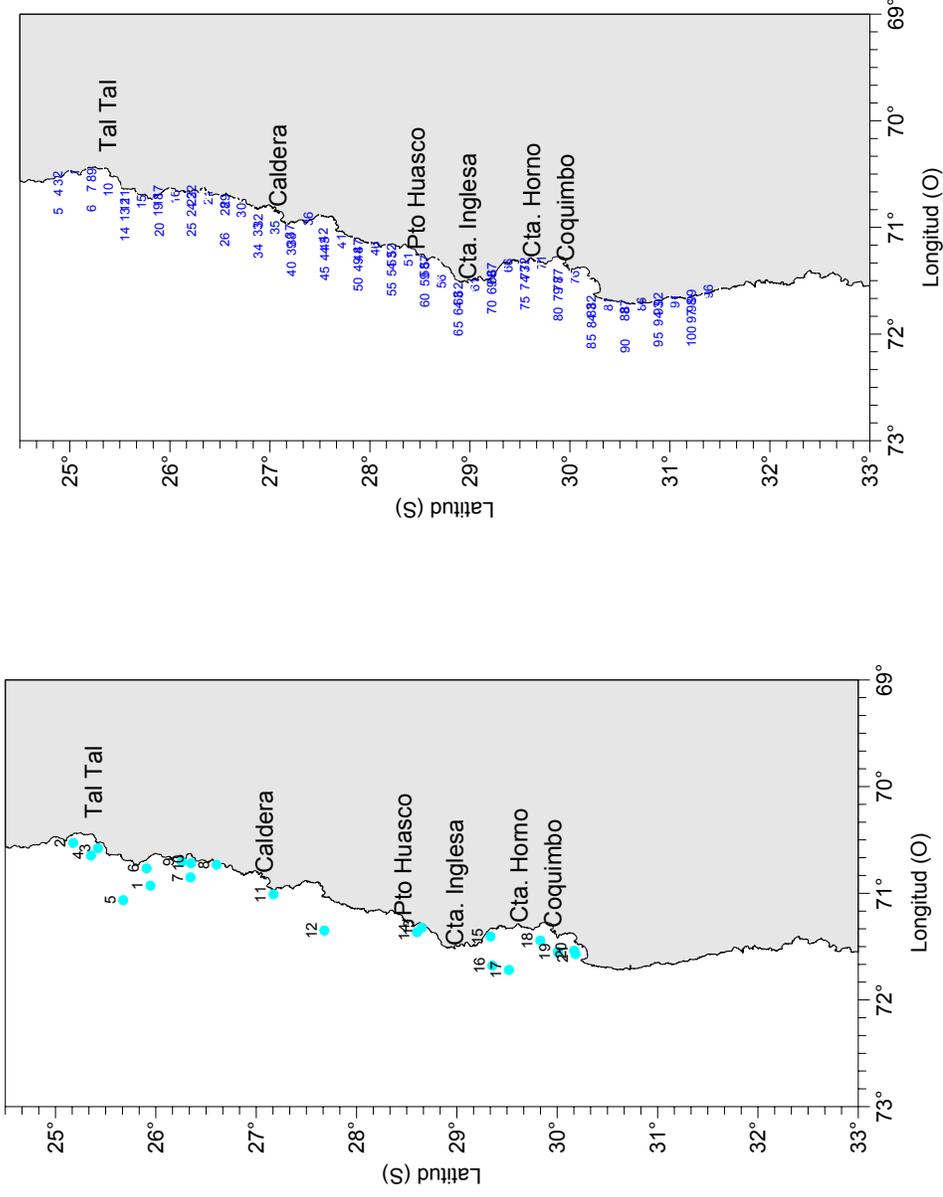


Figura 3. Localizaci3n de los lances de pesca de media agua realizados por B/C Abate Molina (21 lances) (a) y localizaci3n de estaciones bio-oceanogr3ficas (b). Crucero RECLAN34 0802.

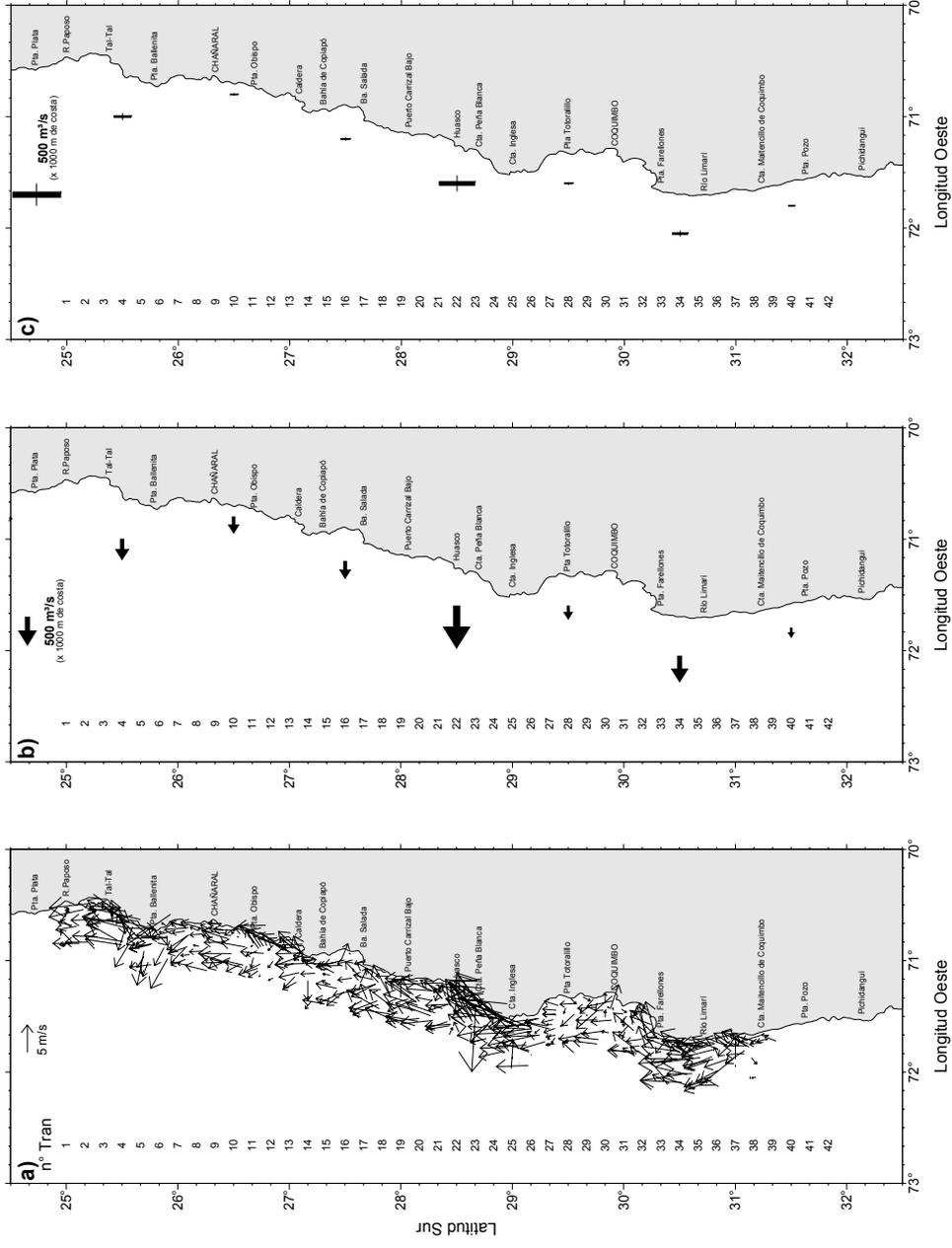


Figura 4. Cartas de a) Direcci3n e intensidad del viento (m/s) registrado cada una hora sobre el track de navegaci3n, b) promedios del índice de surgencia y c) promedios de turbulencia. Los promedios se obtuvieron de mediciones del viento horario dentro de 1° de latitud. Crucero febrero 2008.

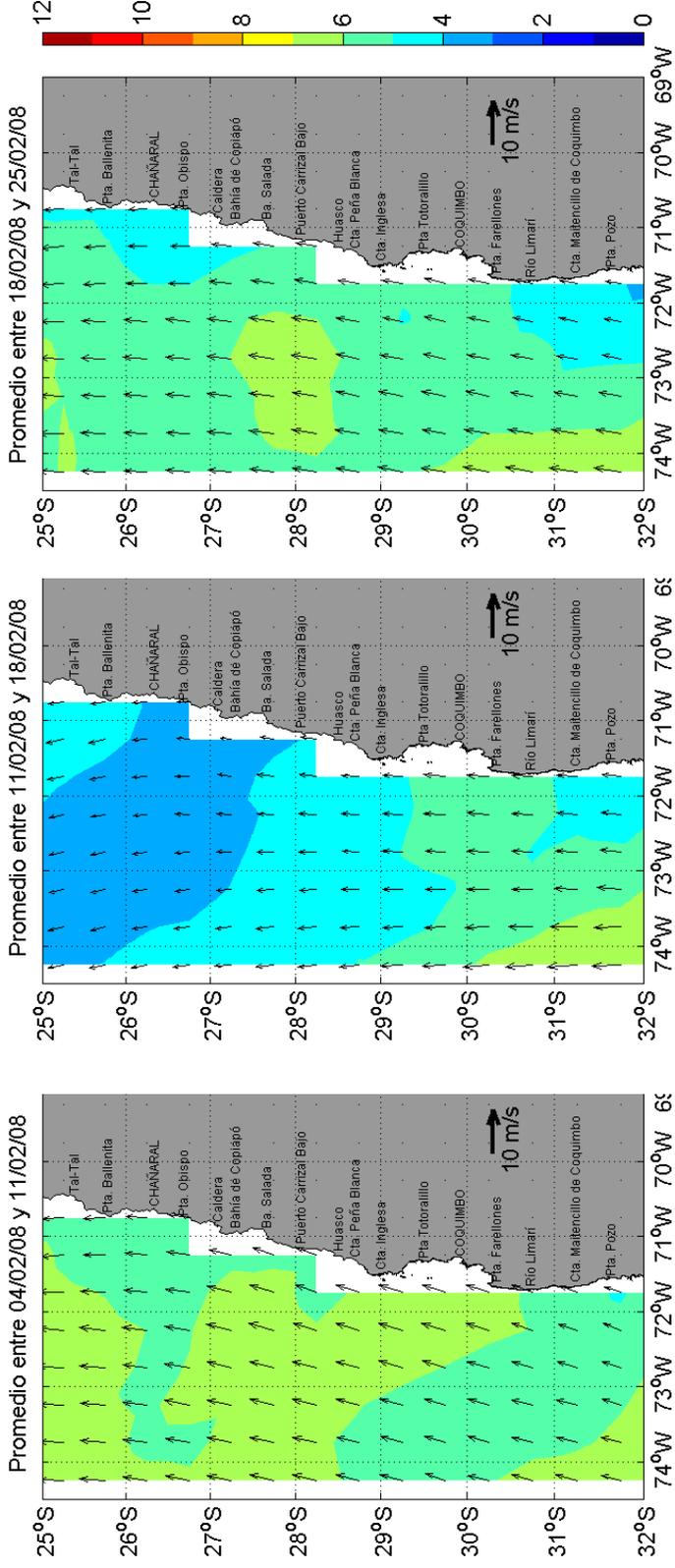


Figura 5. Distribuci3n espacial del viento medido con sat3lite QuickScat y entregada como promedios semanales: a) 4 al 11 de febrero, b) 11 al 18 de febrero y c) 18 al 25 de febrero de 2008

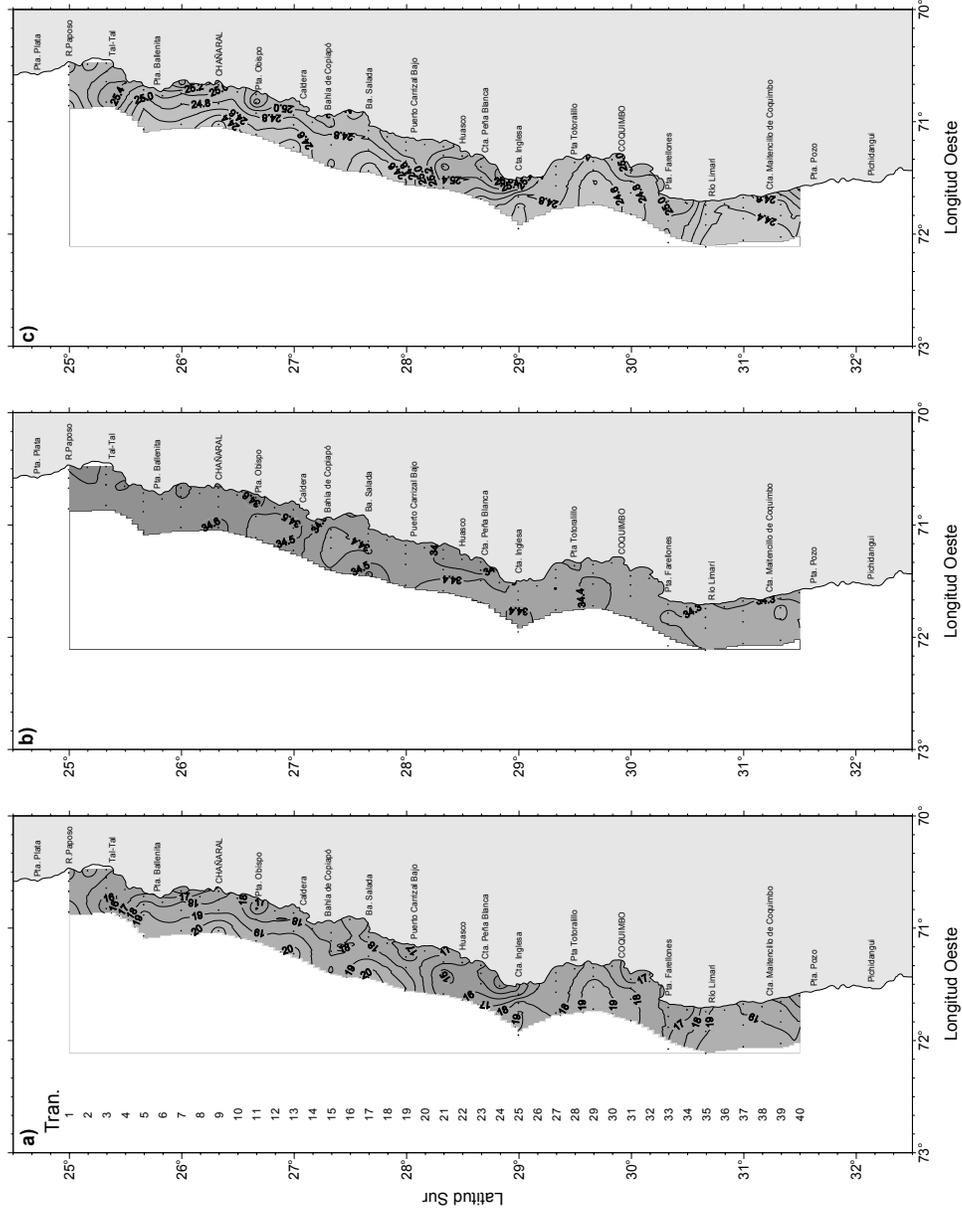


Figura 6. Distribuci3n superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu) y c) densidad del mar ($\sigma\text{-t}$) (kg/m^3). Crucero febrero 2008.

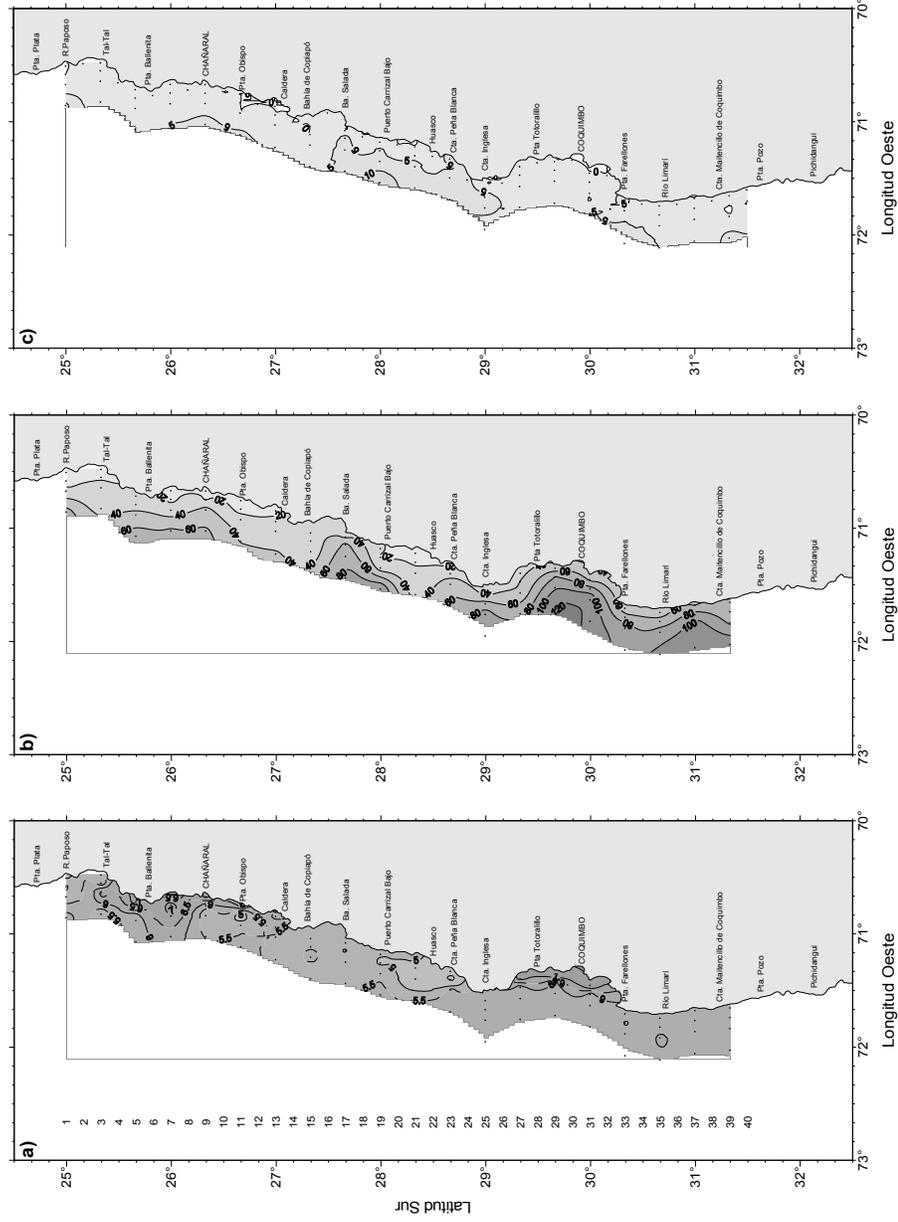


Figura 7. Cartas de a) distribución superficial del contenido de oxígeno disuelto (mL/L), b) profundidad de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L (indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto) y c) espesor de la capa de mezcla (m). Crucero febrero 2008.

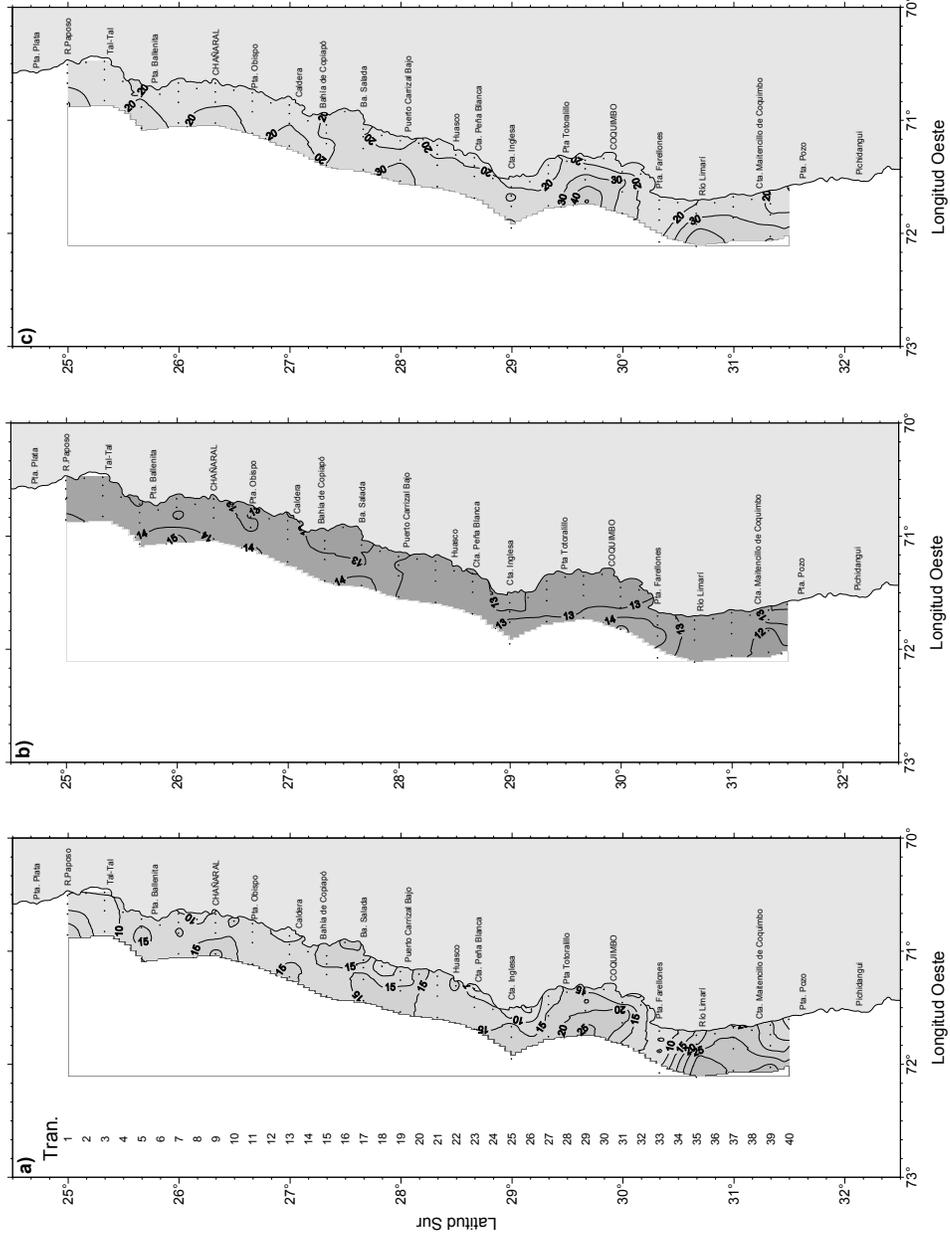


Figura 8. Cartas de a) espesor de la termoclina (m), b) temperatura base de la termoclina (°C) y c) profundidad base de la termoclina (m). Crucero febrero 2008.

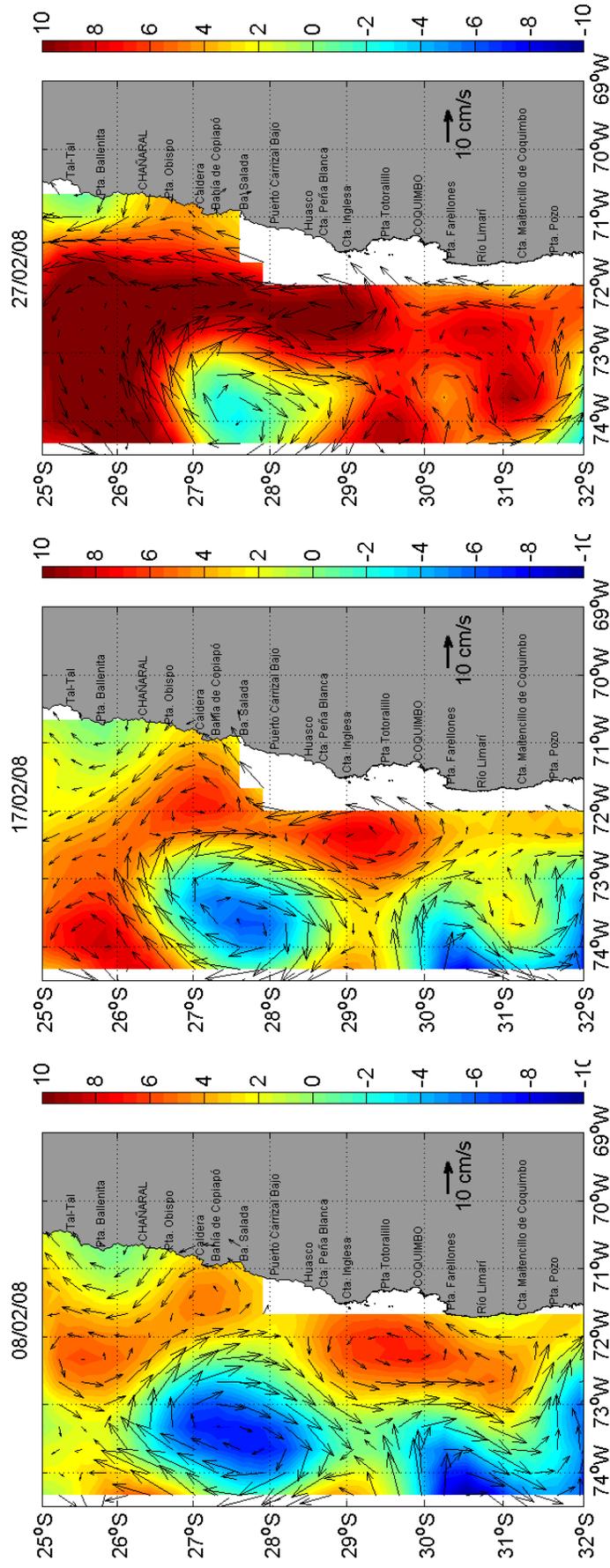


Figura 10. Mapas de anomalía de nivel del mar (cm) y vectores de circulación geostrofica superficial obtenido con satélite los días 8 , 17 y 27 de febrero. Las flechas indican la direcci3n e intensidad de la corriente geostrofica (cm/s) y los colores indican la anomalía de nivel del mar (cm).

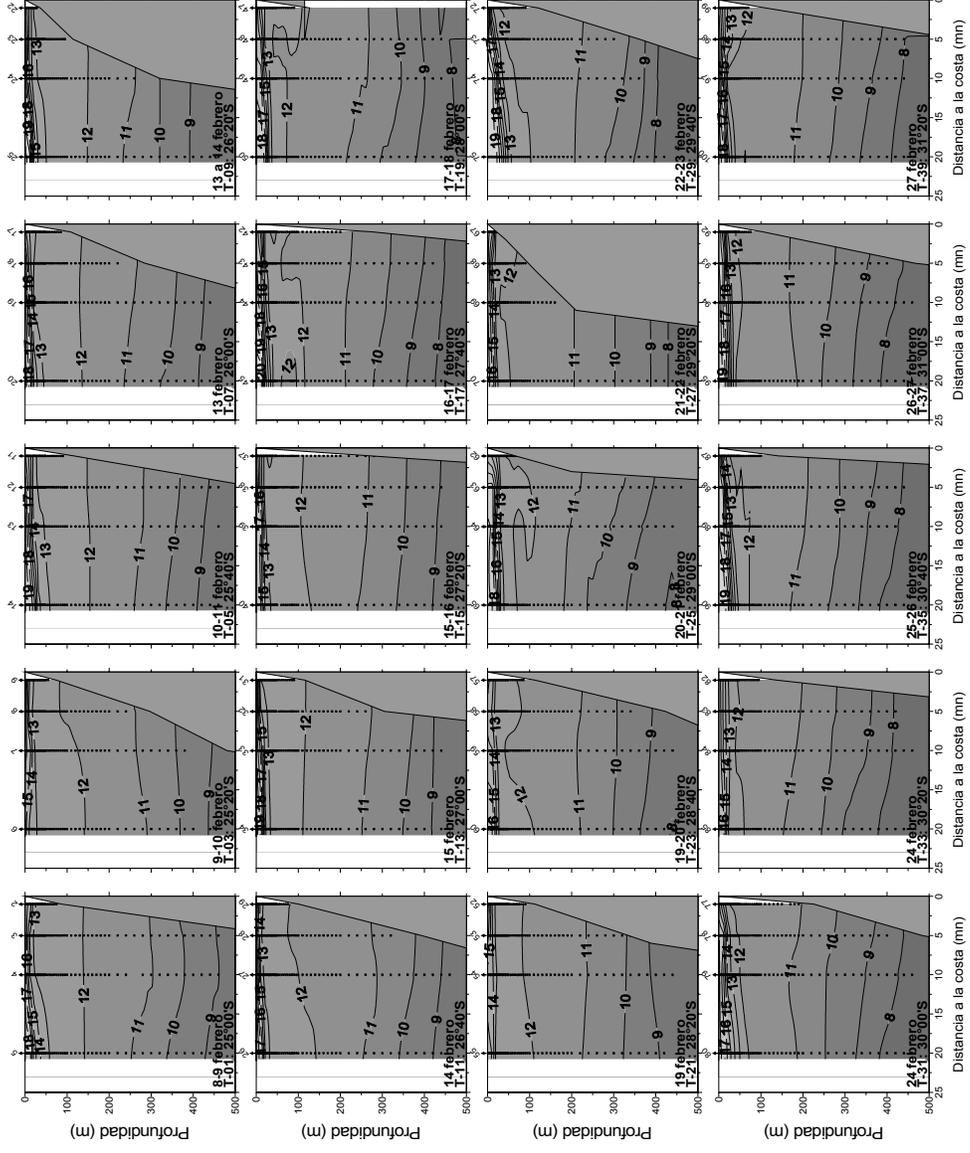


Figura 11. Distribuci3n vertical de temperatura (°C) en las transectas perpendiculares a la costa. Cruceiro febrero 2008.

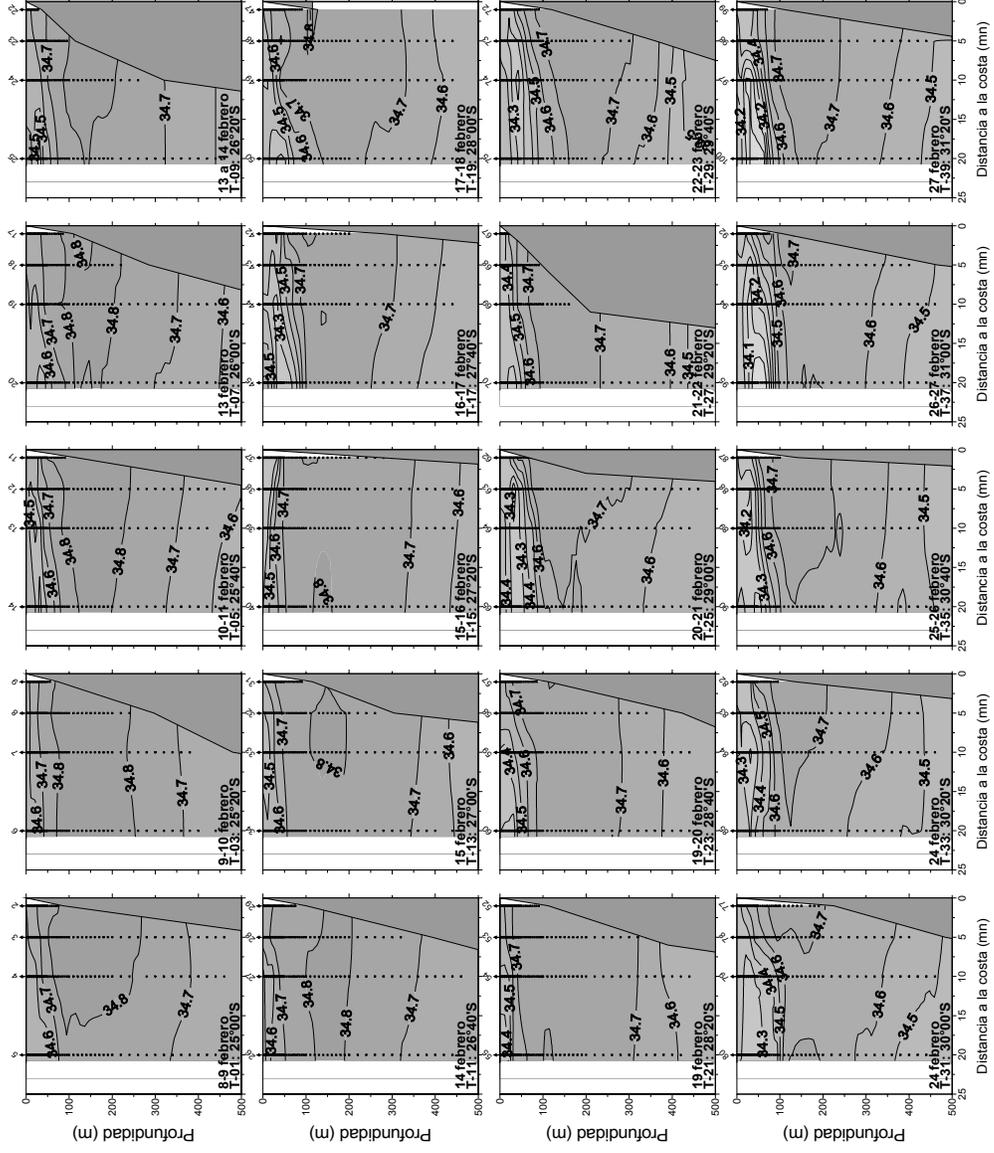


Figura 12. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.

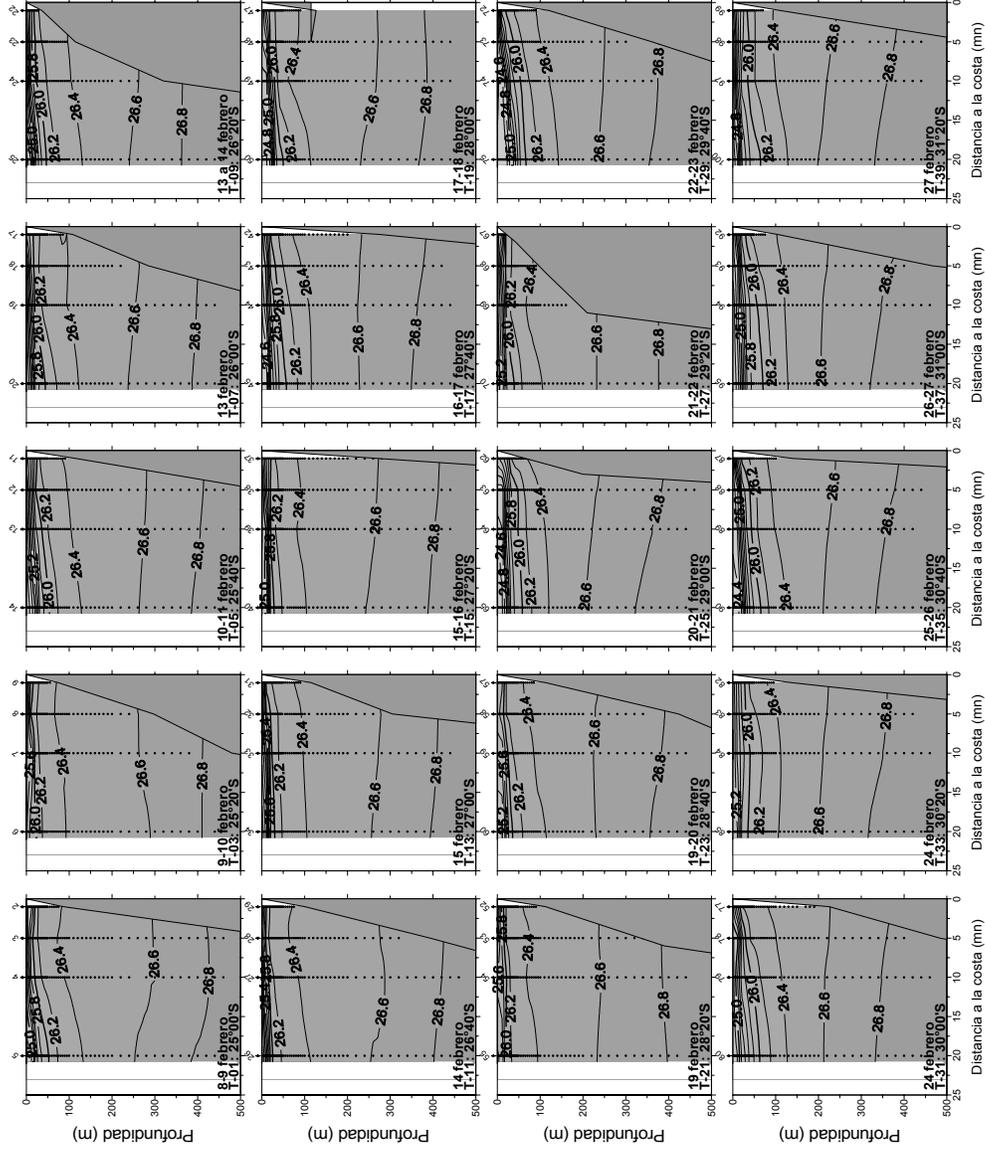


Figura 13. Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.

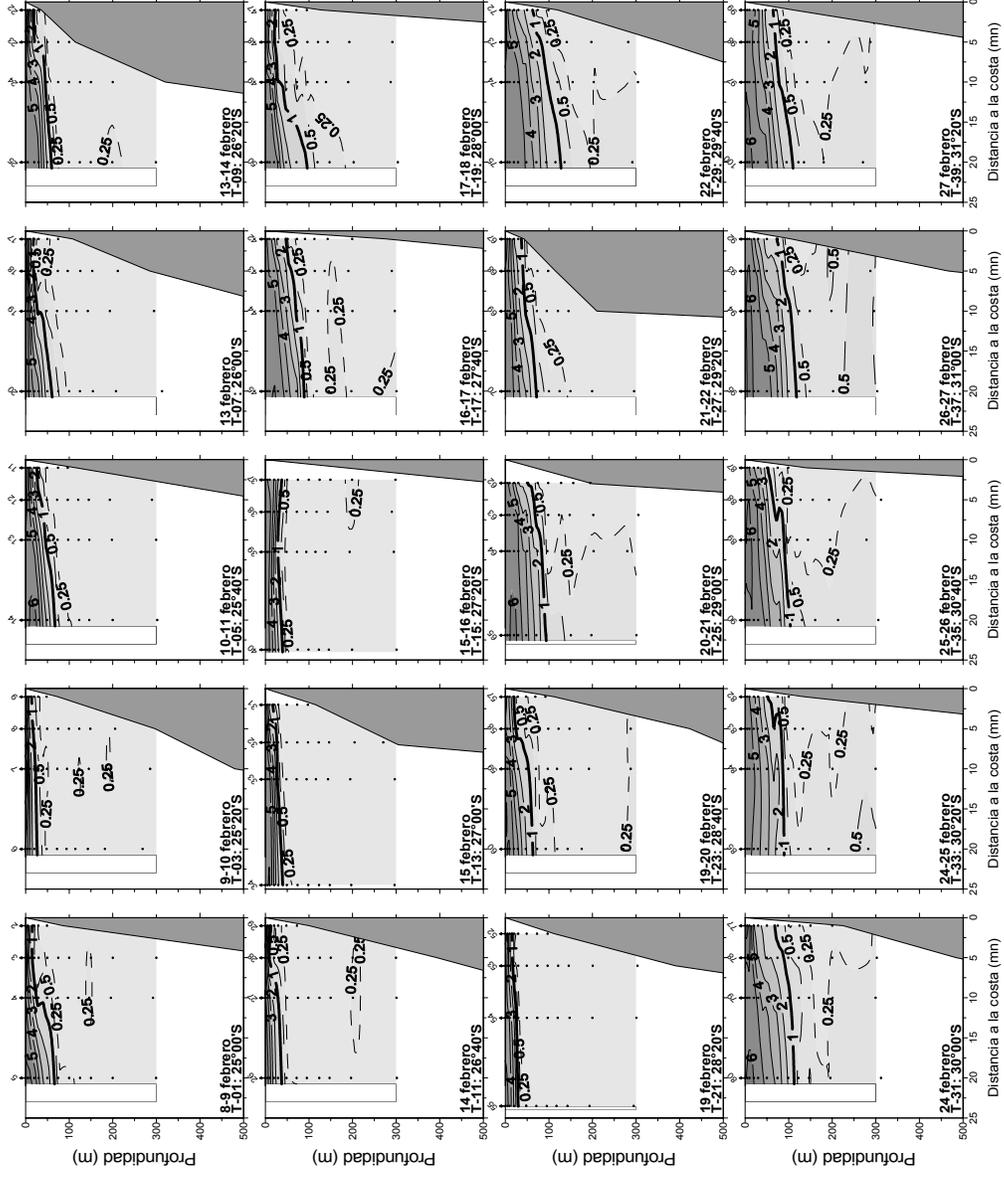


Figura 14. Distribuci3n vertical de oxigeno disuelto (mL/L) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.

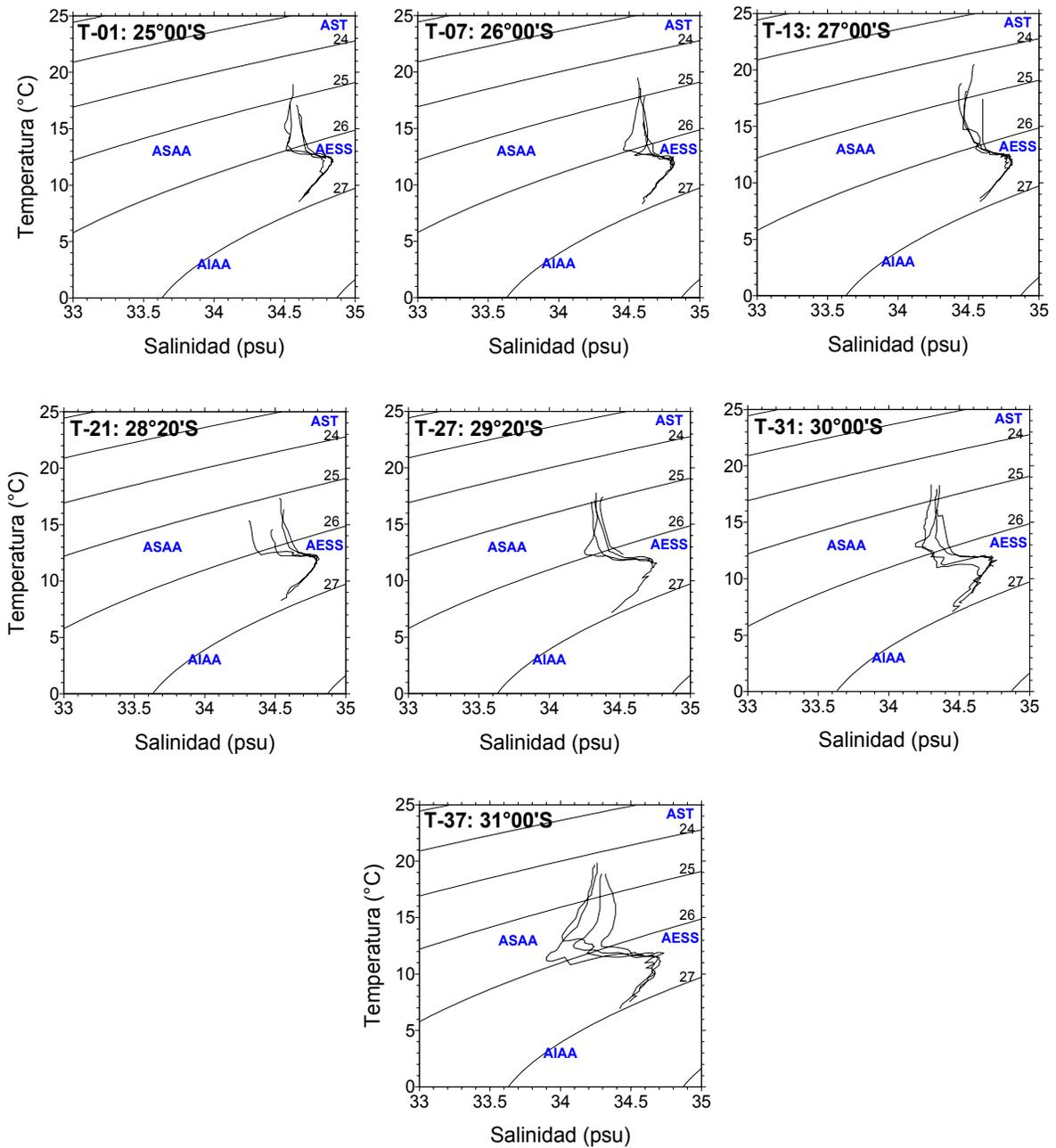


Figura 15. Diagramas T-S de las estaciones de transectas ubicadas cada un grado de latitud. Crucero febrero 2008.

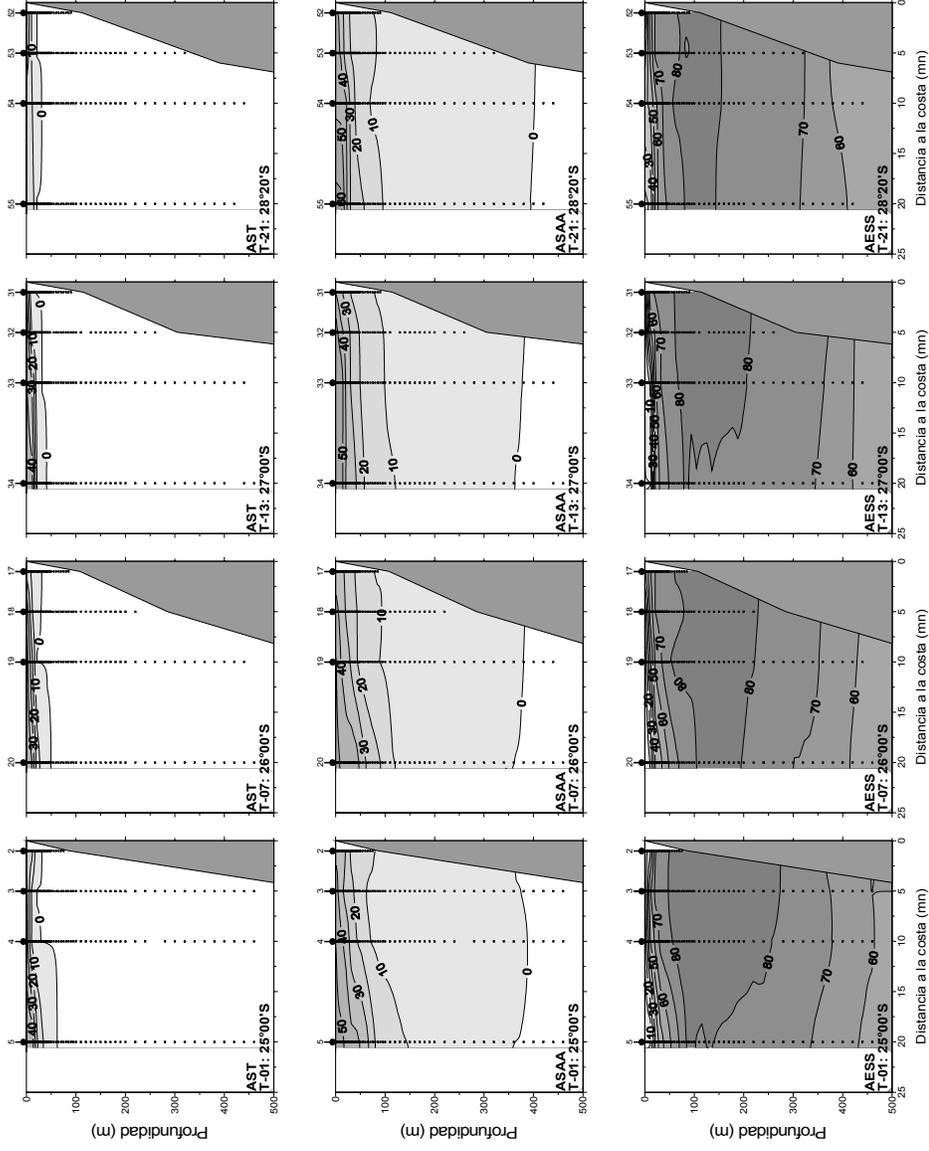


Figura 16. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transecciones 1, 7, 13 y 21. Crucero febrero 2008.

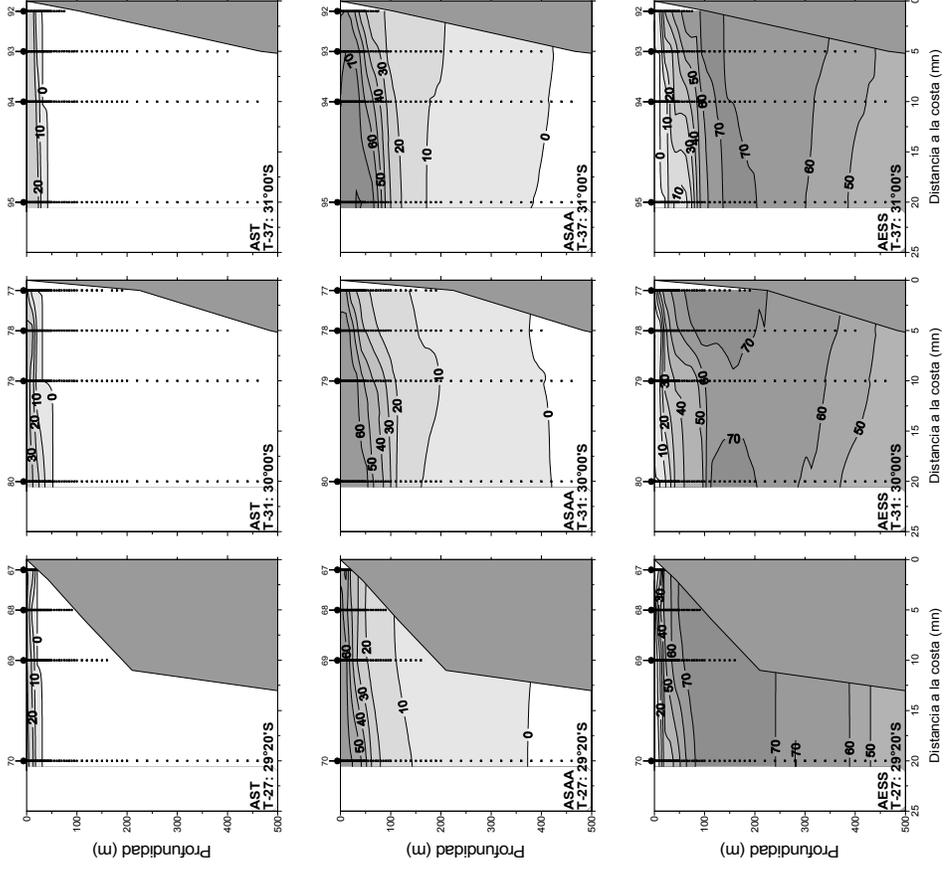


Figura 17. Distribuci3n vertical del porcentaje de participaci3n de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsupsuperficial (AESS) en las transectas 27, 31 y 37. Crucero febrero 2008.

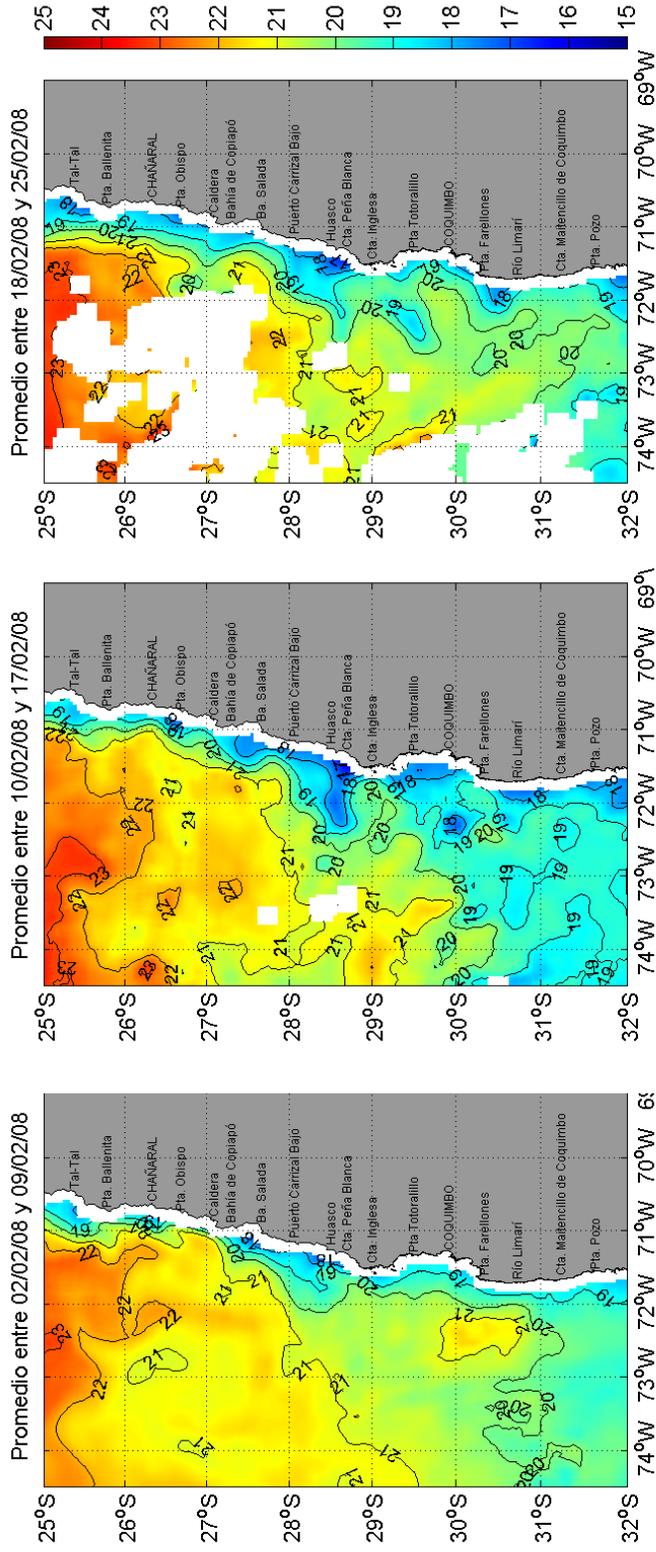


Figura 18. Imágenes satelitales de TSM entregada como promedios semanales: a) 2 al 9 de febrero, b) 10 al 17 de febrero y c) 18 al 25 de febrero de 2008.

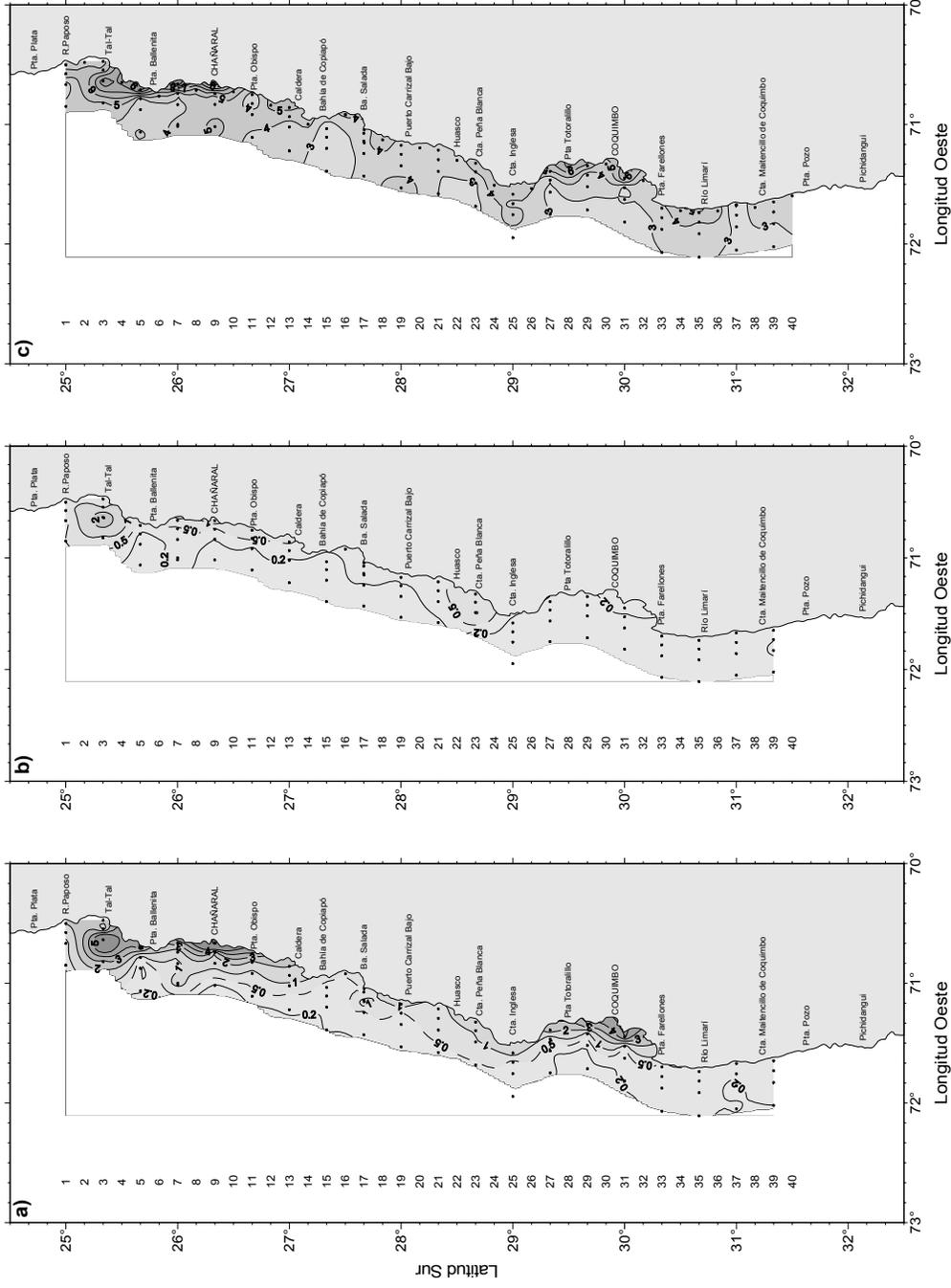


Figura 19. Distribuci3n superficial de a) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), b) feopigmento ($\mu\text{g/L}$) y c) fluorescencia *in vivo* (volt). Crucero febrero 2008.

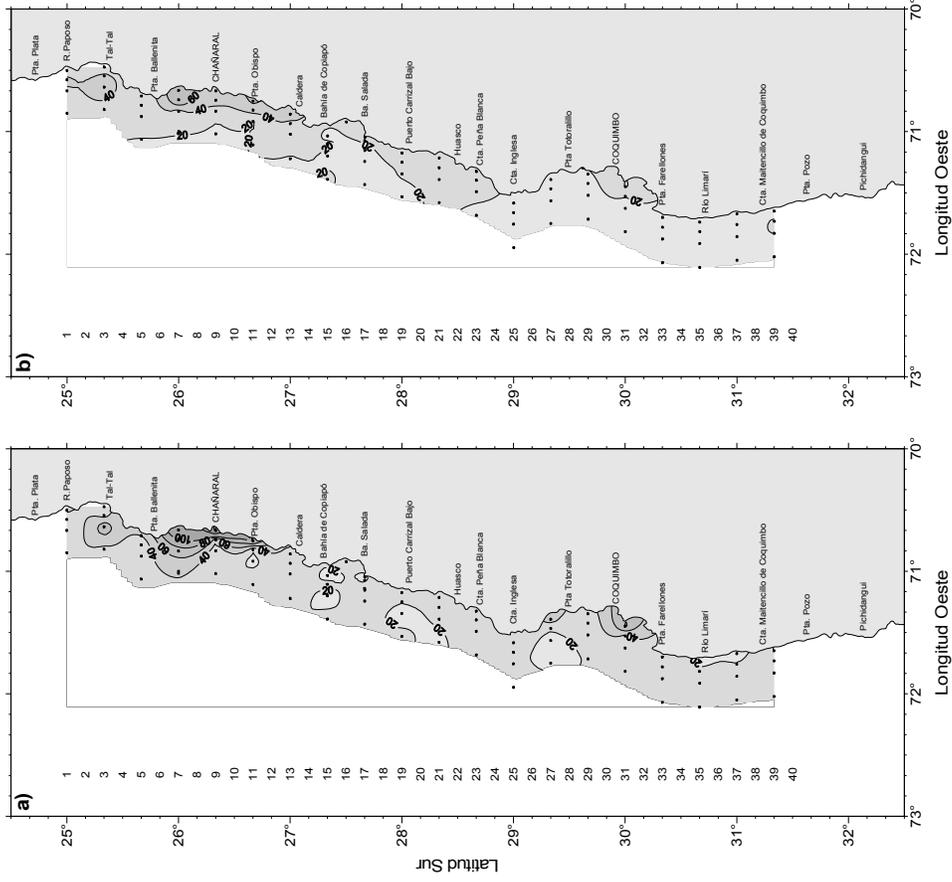


Figura 20. Distribuci3n integrada de a) clorofila-a (mg/m^2) y b) feopigmento (mg/m^2). Crucero febrero 2008.

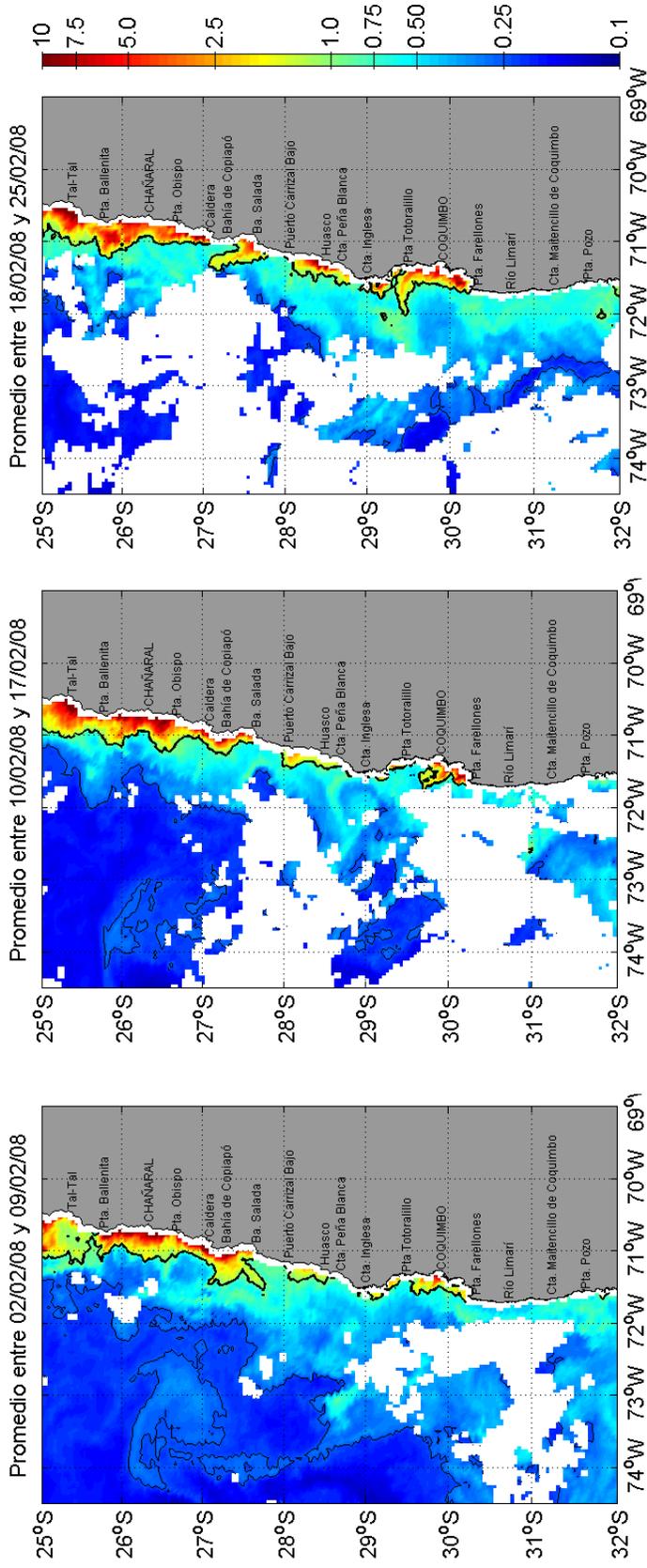


Figura 21. Clorofila satelital, promedio semanal que abarca los periodos del 2 al 9, 10 al 17 y 18 al 25 de febrero de 2008. En cada imagen se incorporó los contornos de 1 µg/L (Línea negra gruesa) y 0,25 µg/L (Línea negra delgada). Datos provenientes de satélites MODIS-A.

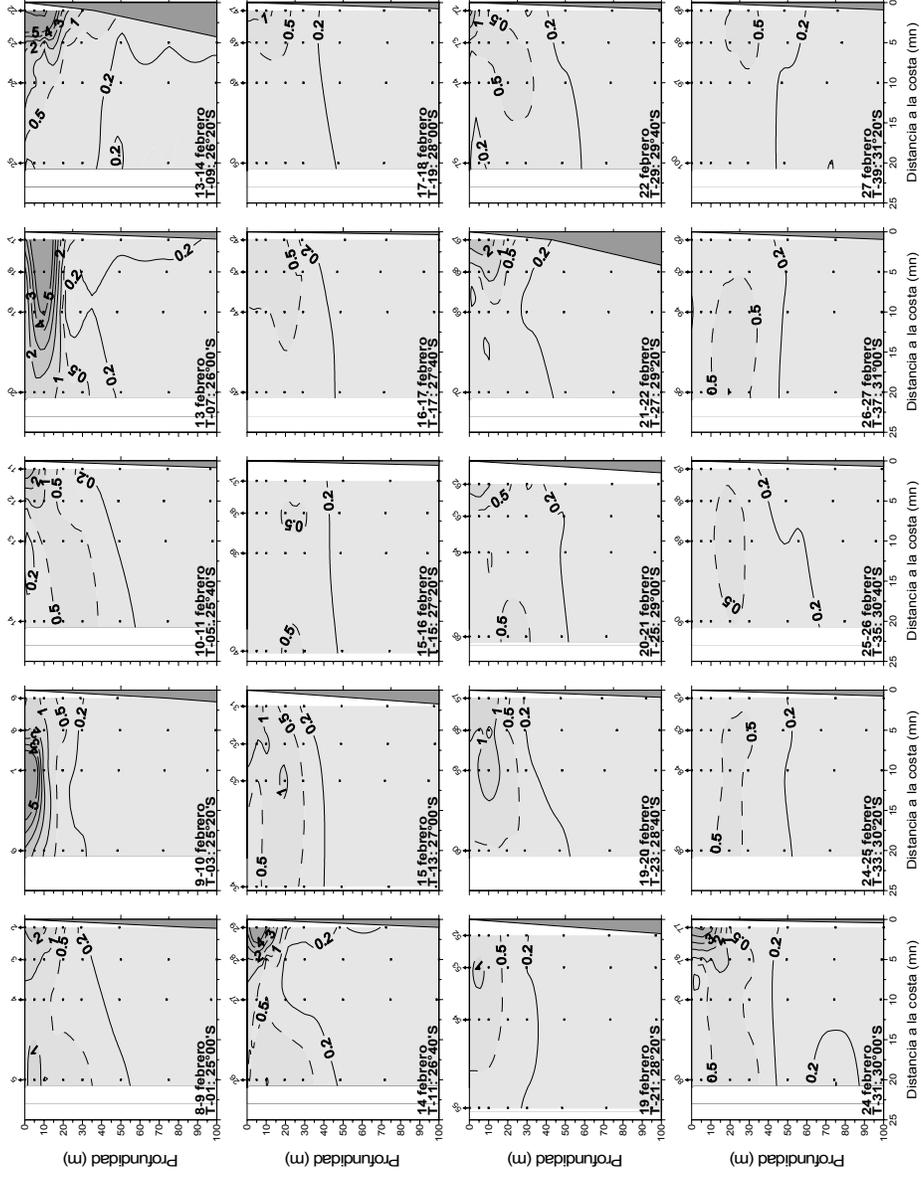


Figura 22. Distribuci3n vertical de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.

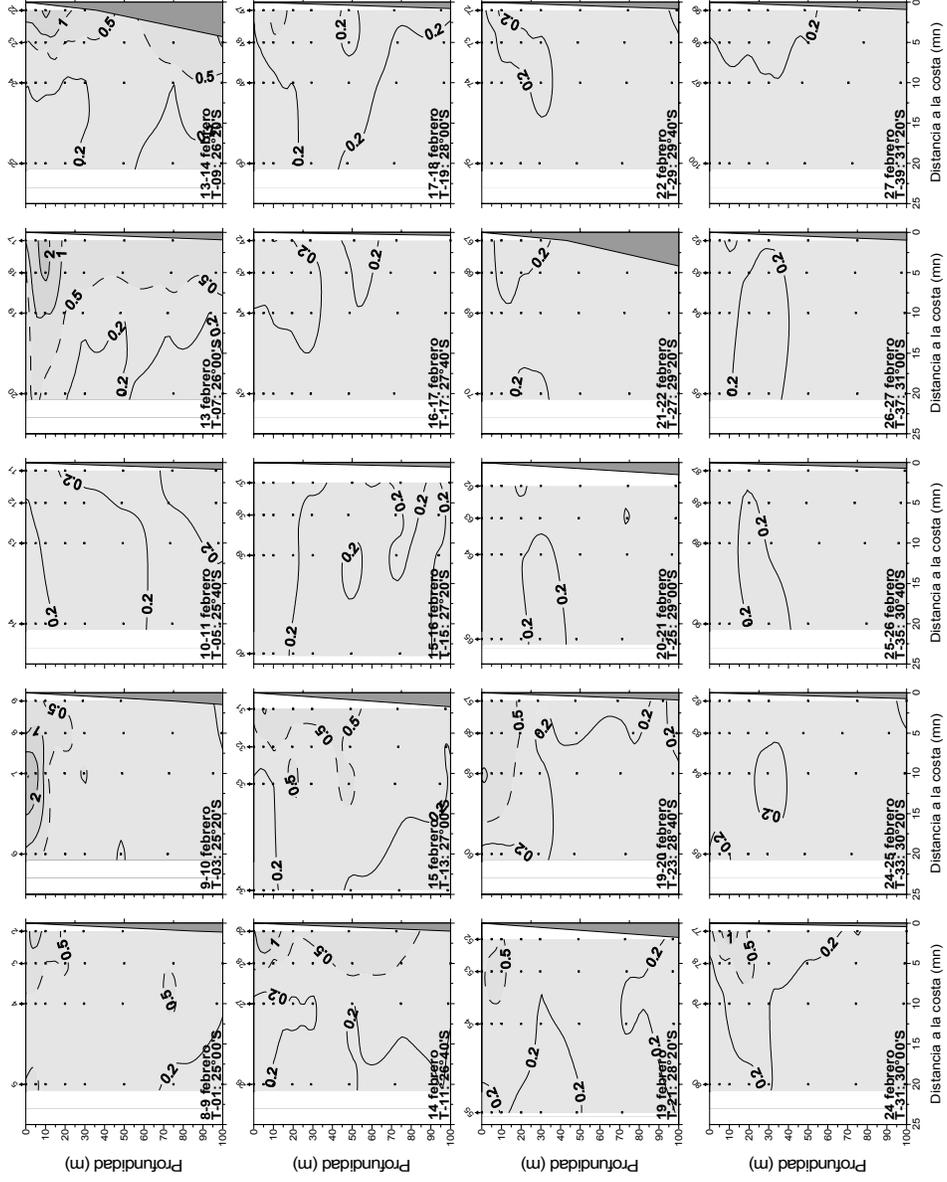


Figura 23. Distribuci3n vertical de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.

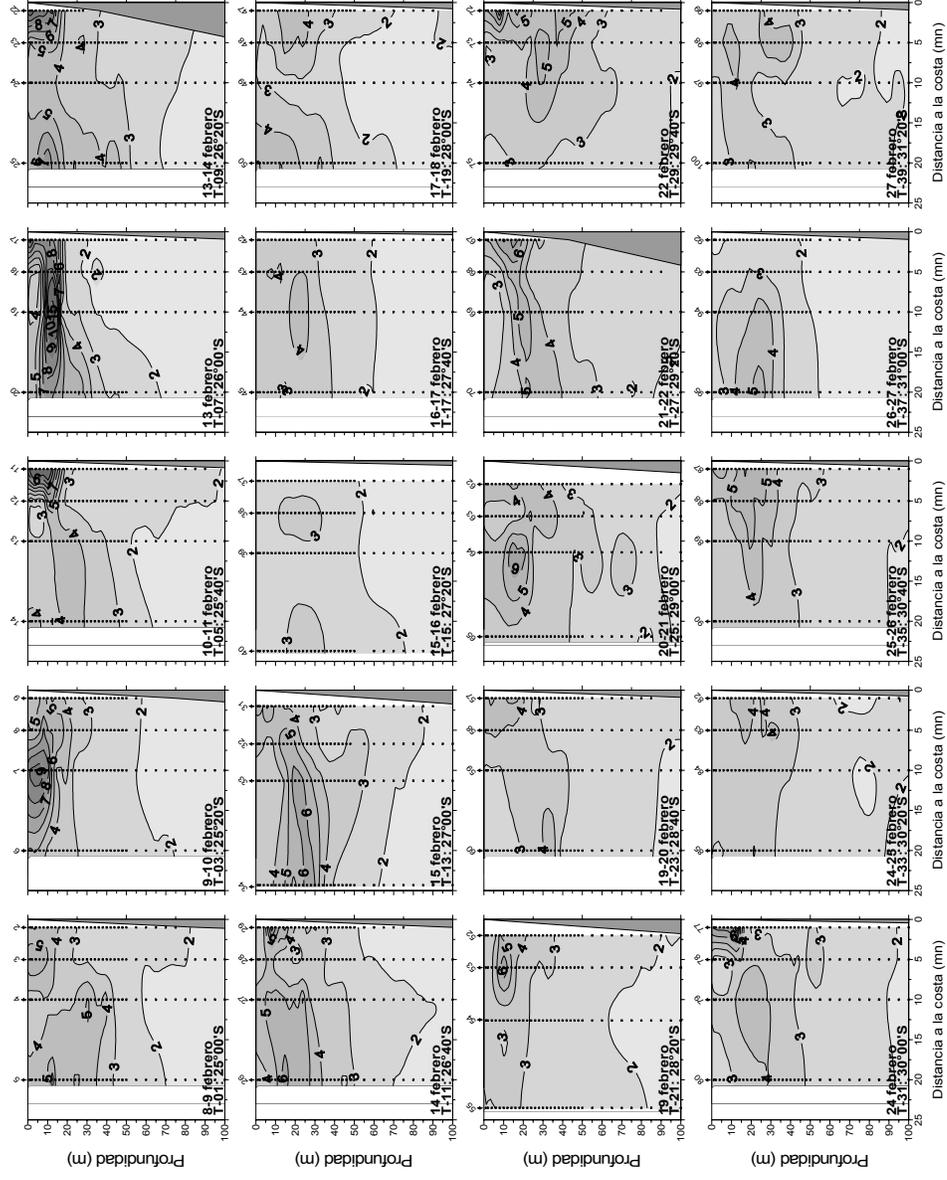
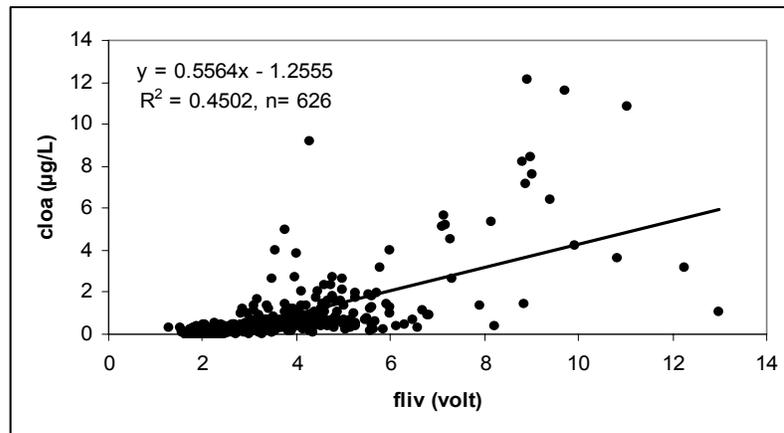


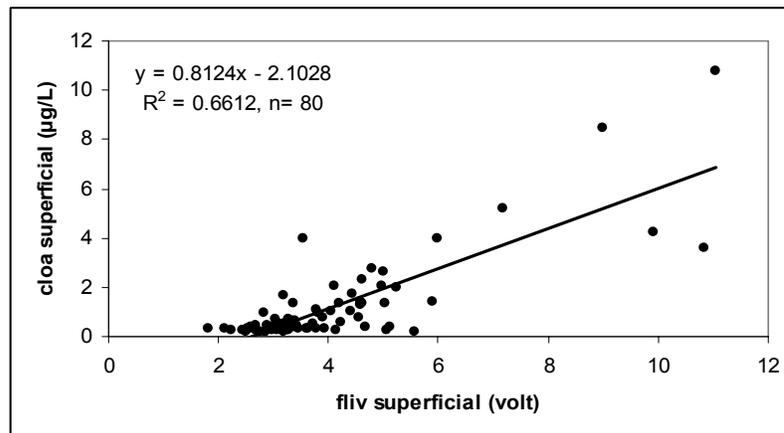
Figura 24. Distribuci3n vertical de fluorescencia *in vivo* (voit) en las transectas perpendiculares a la costa. Crucero febrero 2008.



a)



b)



c)

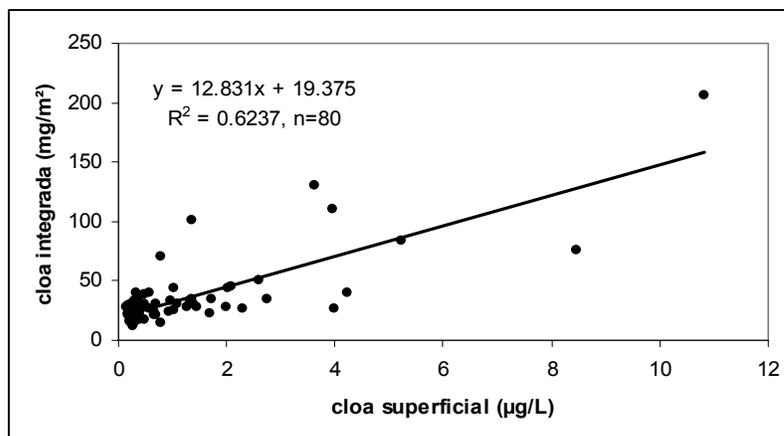


Figura 25. Asociaci3n entre la a) clorofila-a (µg/L) y fluorescencia in vivo (volt), con todos los datos disponibles b) clorofila-a (µg/L) y fluorescencia in vivo (volt), datos superficiales y c) clorofila-a (µg/L) superficial v/s clorofila integrada (mg/m²). Crucero febrero 2008.

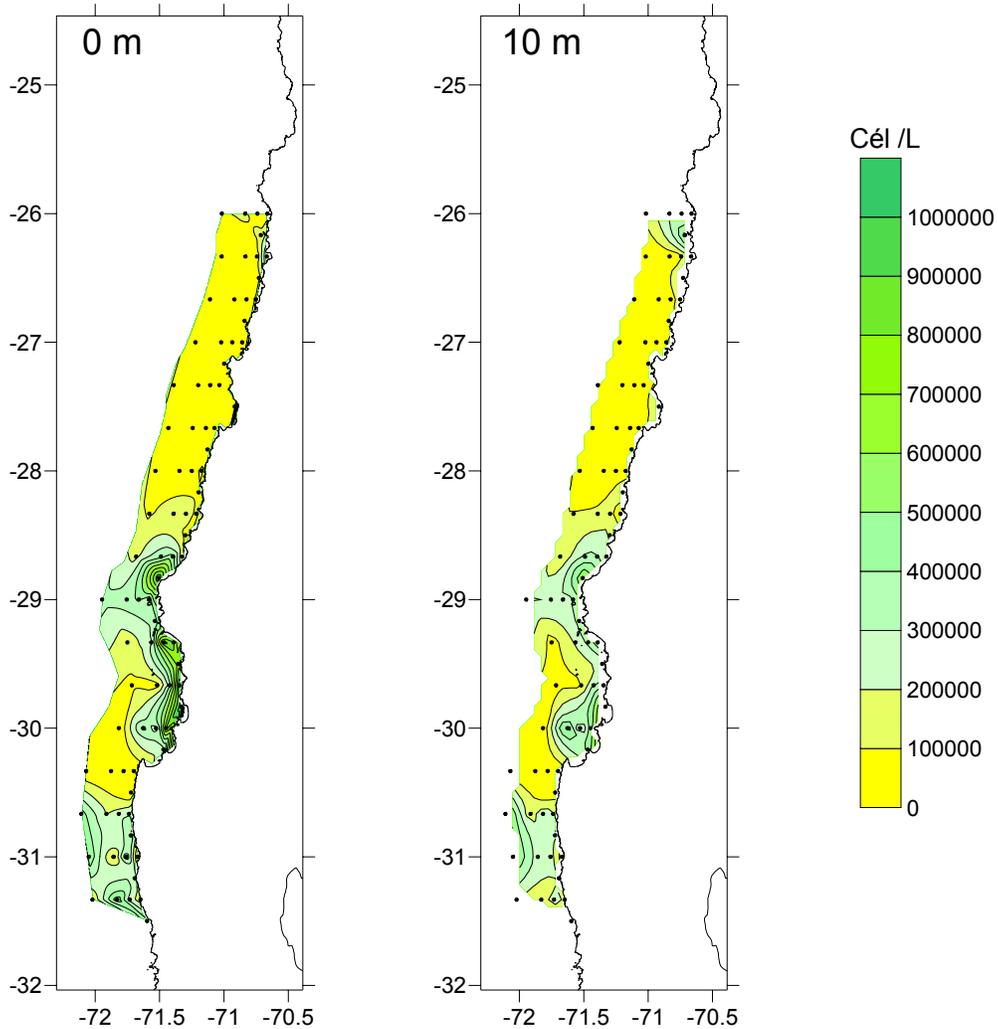


Figura 26. Distribuci3n espacial de la densidad celular (cél/L) en superficie y 10 m de profundidad. Crucero RECLAN del 13 al 27 de Febrero del 2008.

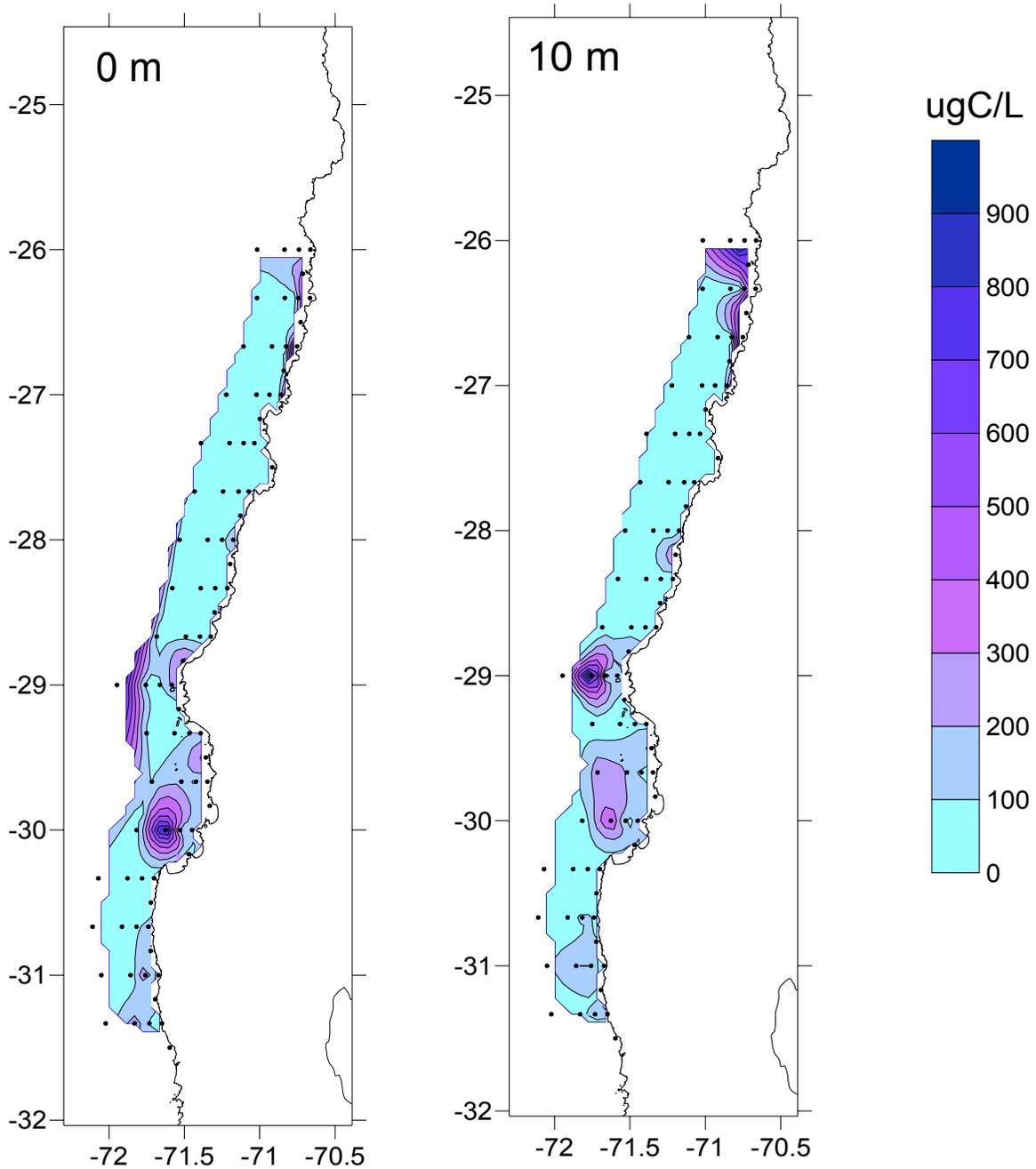


Figura 27. Distribuci3n espacial de la biomasa del Carbono (ugC/L) en superficie y 10 m de profundidad. Crucero RECLAN del 13 al 27 de Febrero del 2008.

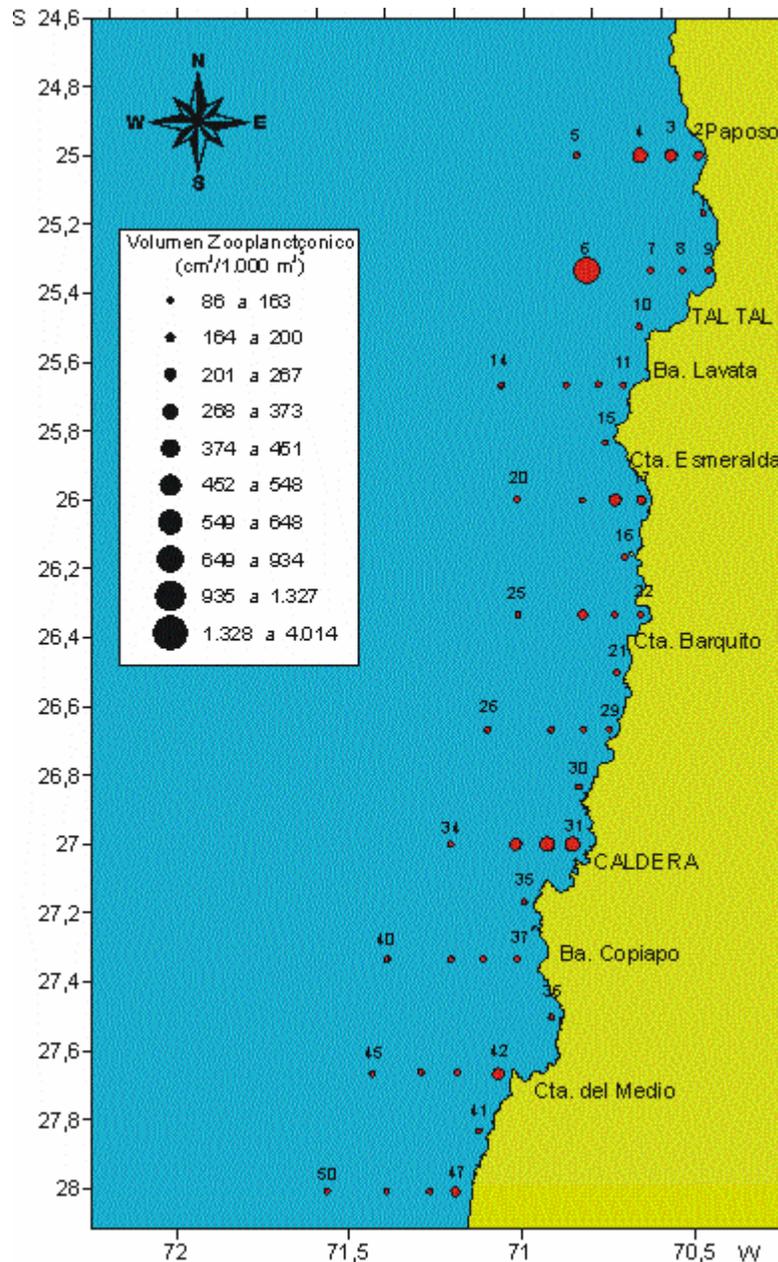


Figura 28. Distribución de los volúmenes del zooplancton (cm³/1.000 m³) en estaciones de muestreo ubicadas entre Rada Paposo (25°S) y Caleta del Medio (28°S).

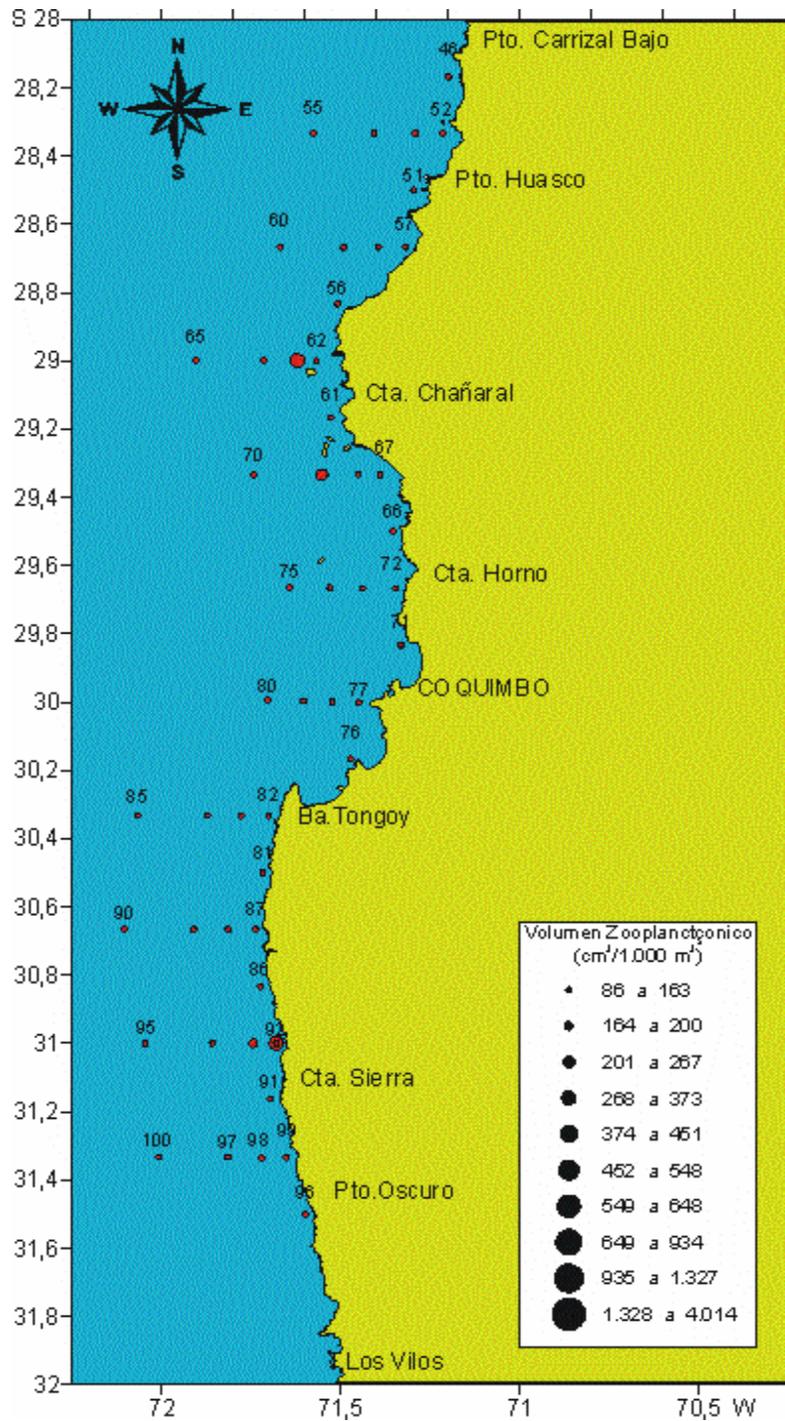


Figura 29. Distribuci3n de los vol3menes del zooplancton (cm³/1.000 m³) en estaciones de muestreo ubicadas entre Puerto Carrizal Bajo (25°S) y Puerto Oscuro (31,5°S).

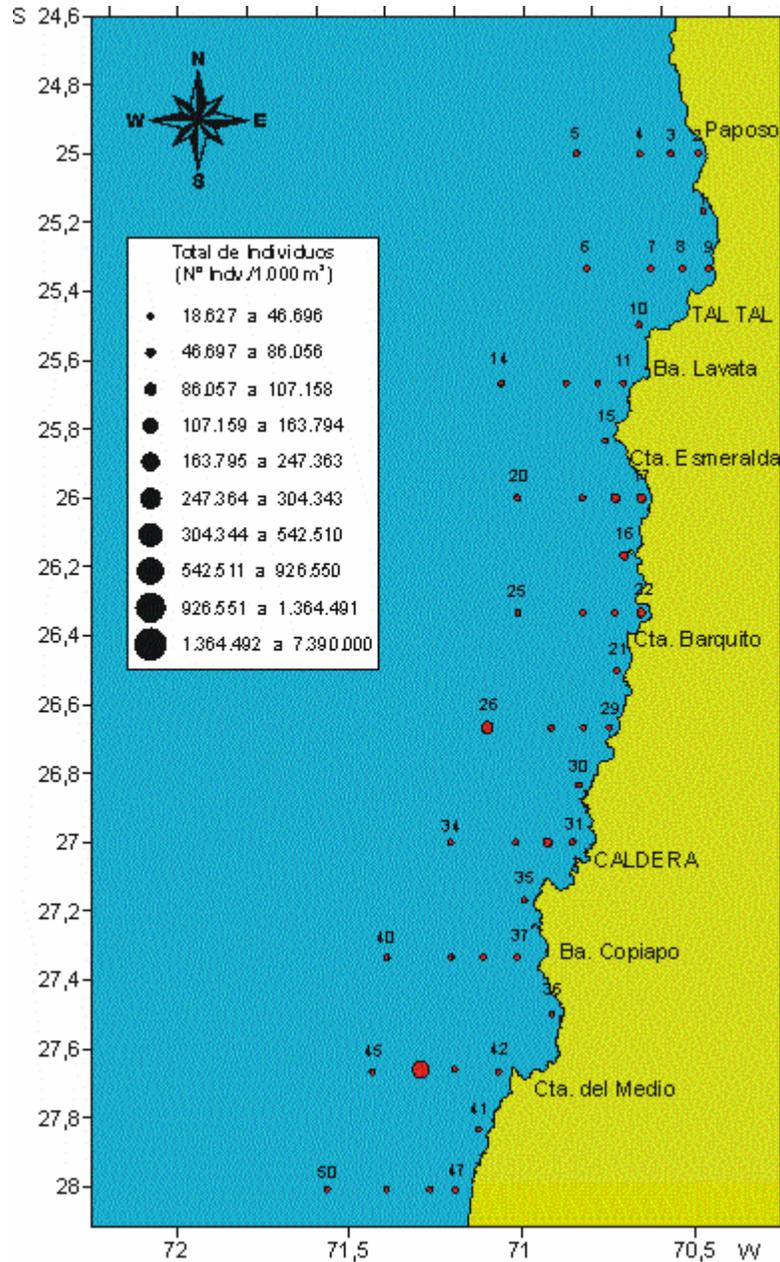


Figura 30. Distribuci3n del número de zooplancteres (N /1.000 m³) en estaciones de muestreo ubicadas entre Rada Paposo (25S) y Caleta del Medio (28S).

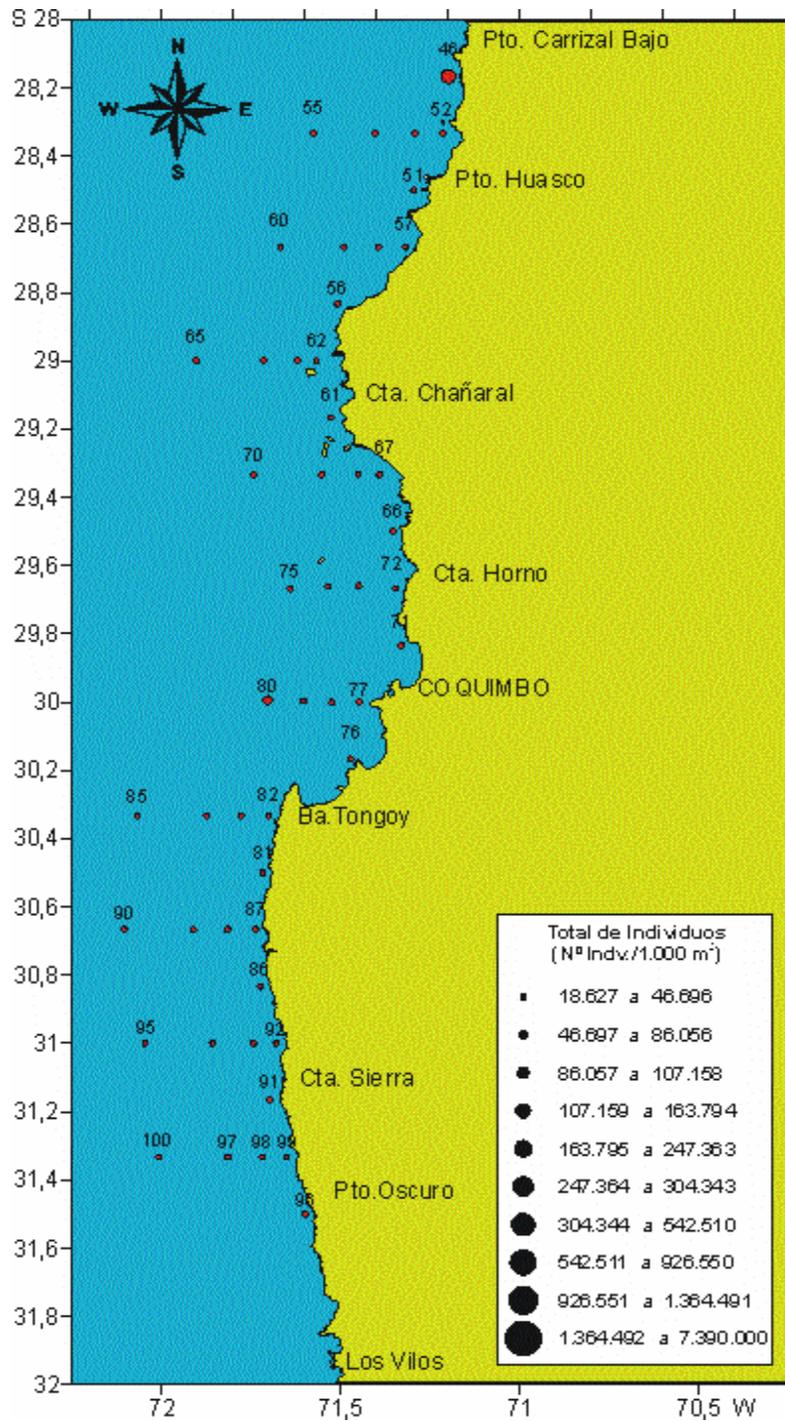


Figura 31. Distribución del número de zooplancteres (N° /1.000 m³) en estaciones de muestreo ubicadas entre Puerto Carrizal Bajo (25°S) y Puerto Oscuro (31,5°S).

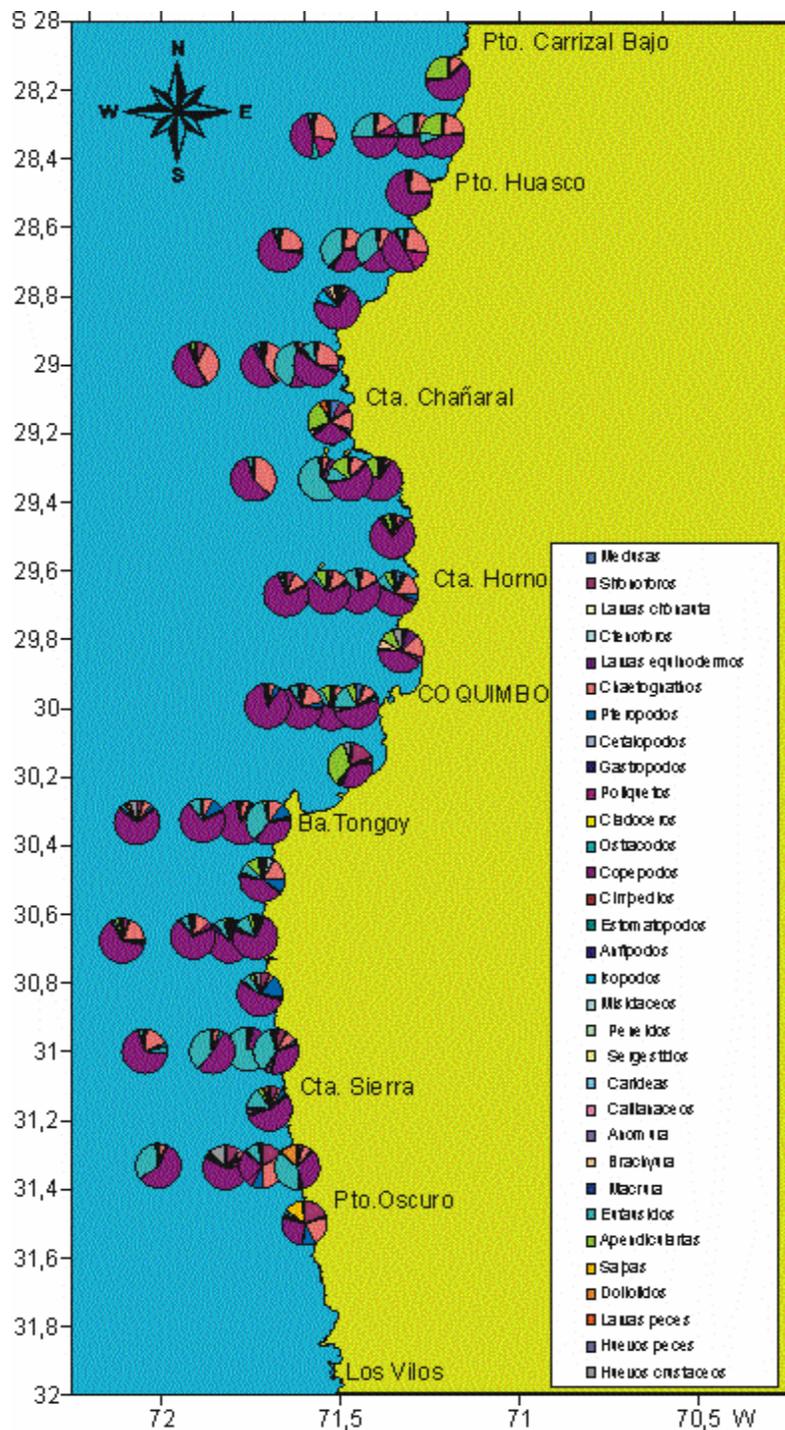


Figura 33. Composici3n porcentual de grupos zooplanct3nicos de estaciones de muestreo ubicadas entre Puerto Carrizal Bajo (25°S) y Puerto Oscuro (31,5°S).

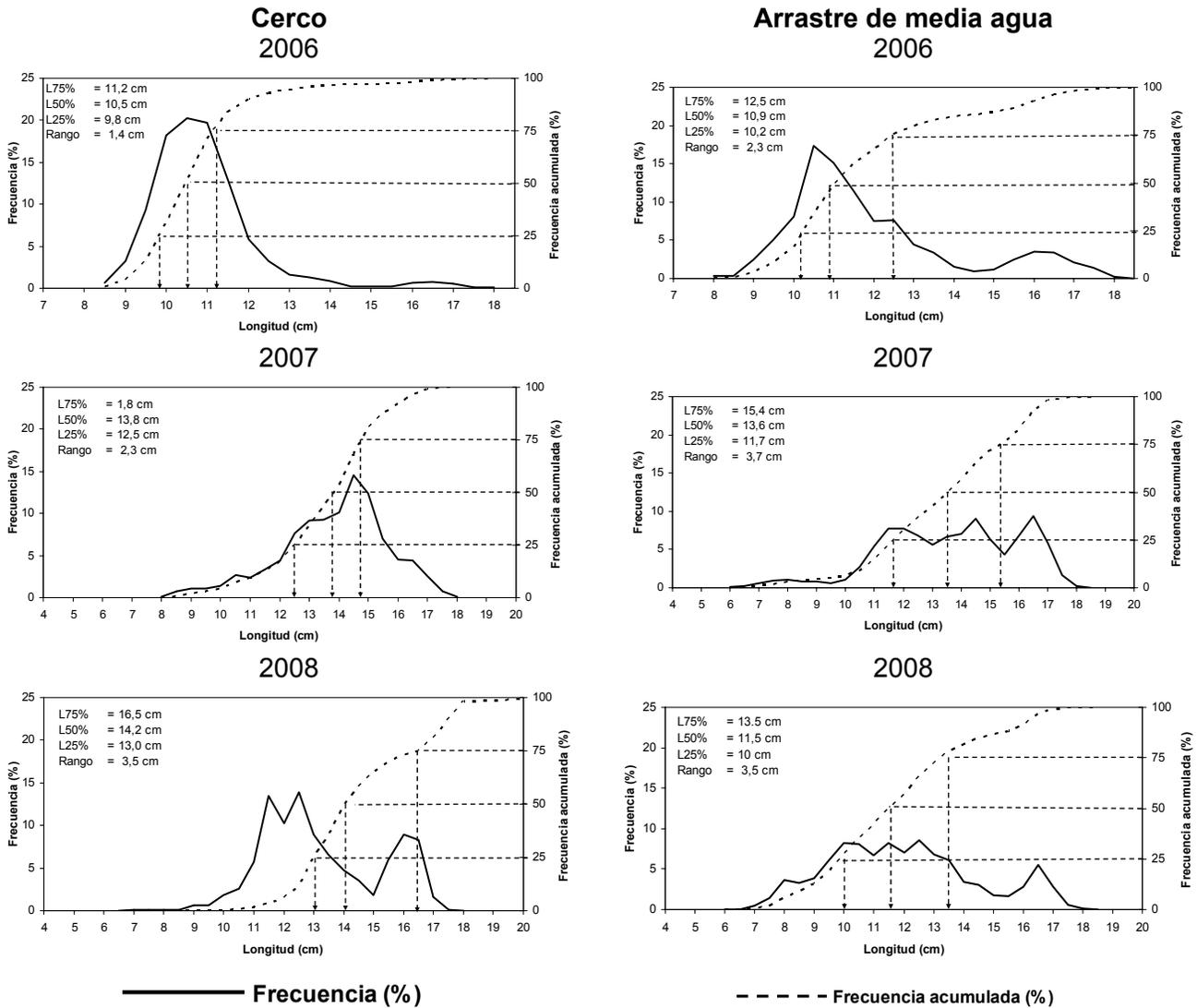


Figura 34. Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta obtenida en los lances de arrastre de media agua realizados por el B/C Abate Molina y los lances de cerco realizados por el conjunto de embarcaciones artesanales participantes entre la III y IV Regiones. Crucero RECLAN 0702 (febrero 2006), 0703 (marzo 2007) y 0802 (febrero 2008). Crucero RECLAN 34 0802.

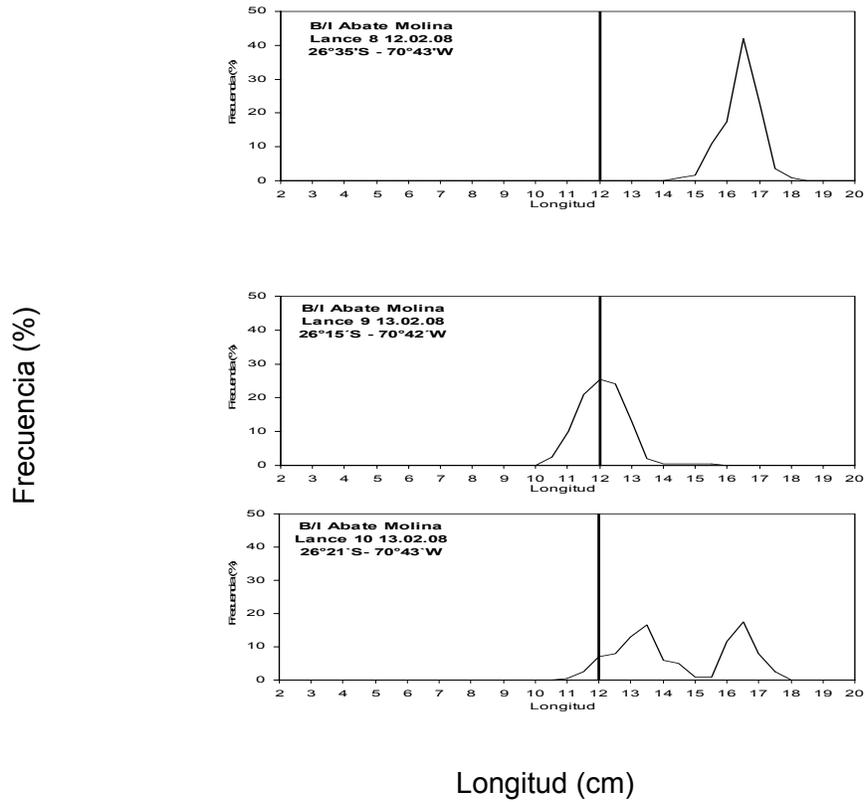


Figura 35. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 1 entre II y III regi3n, lances 8, 9 y 10, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.

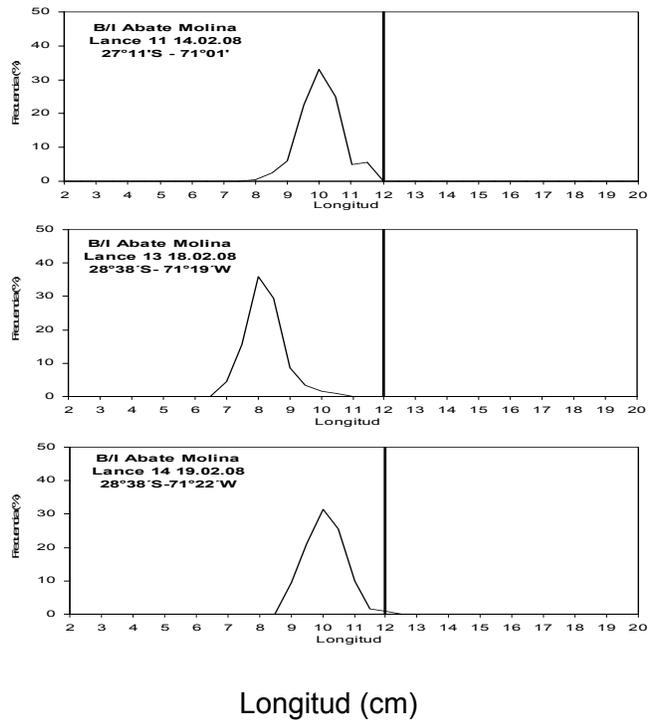


Figura 36. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 2 en la III regi3n, lances 11, 13 y 14, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.

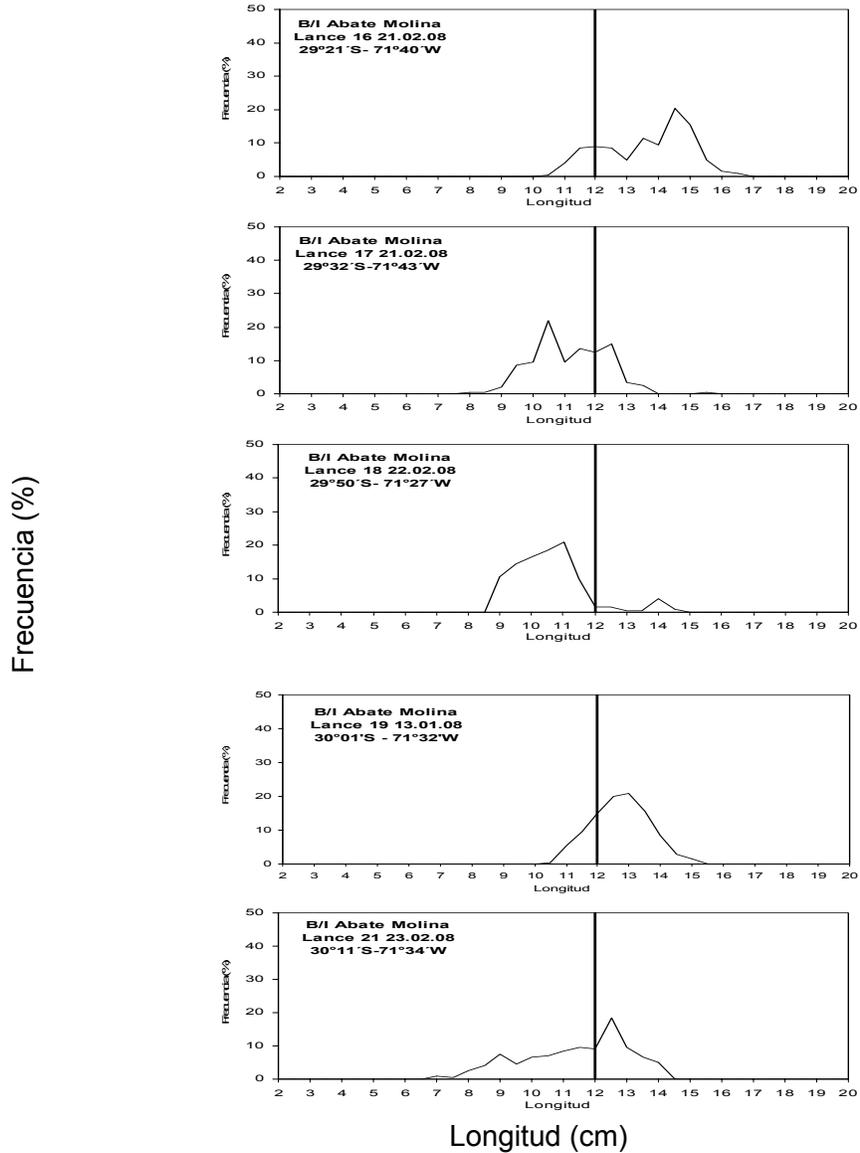


Figura 37. Estructura de tallas de Anchoveta en la subzona 3 en la IV regi3n, lances 16, 17, 18, 19 y 21, realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.

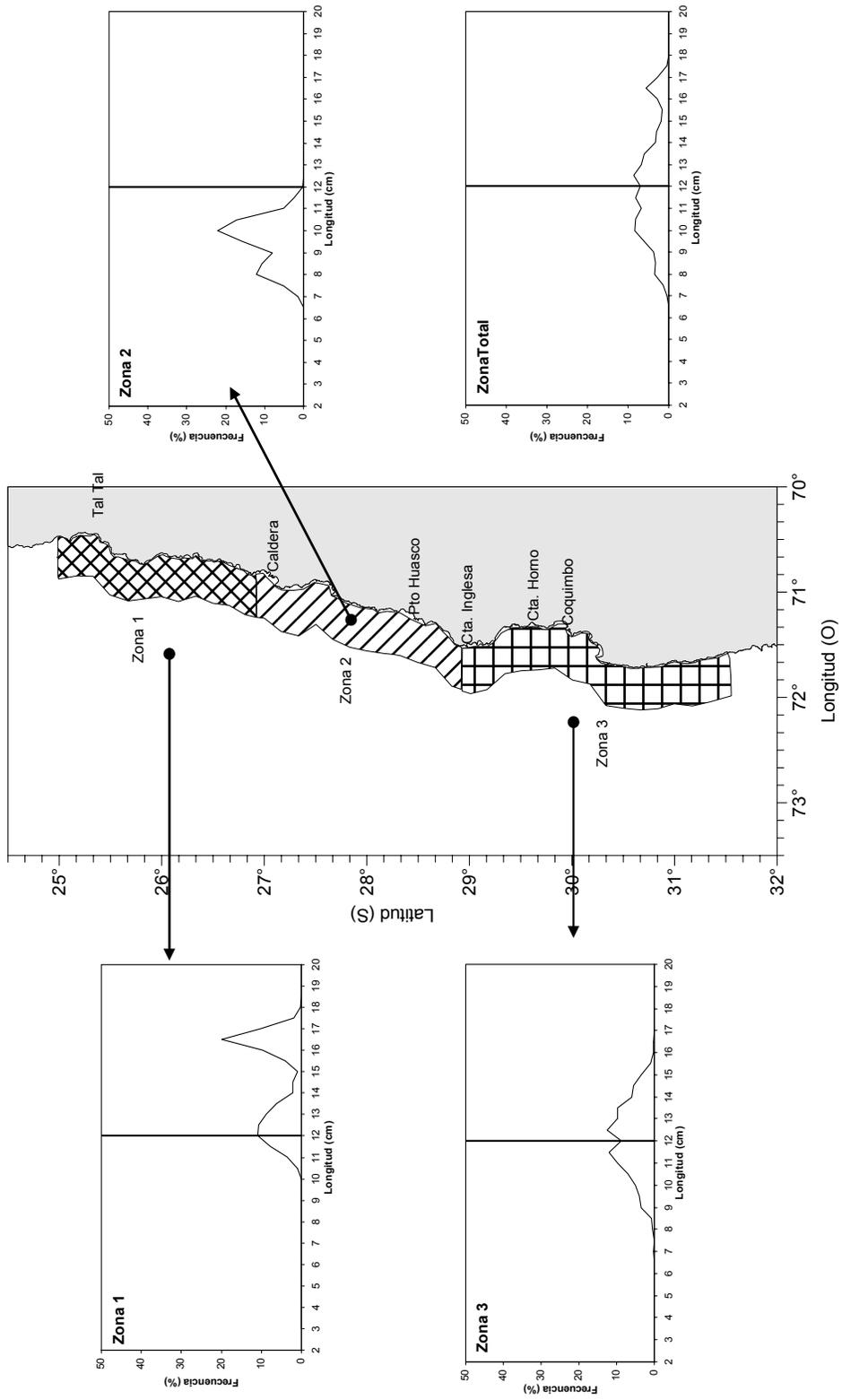


Figura 38. Distribuci3n de subzonas de anchoveta y estructura de tallas asociadas. Crucero RECLAN34 0802.

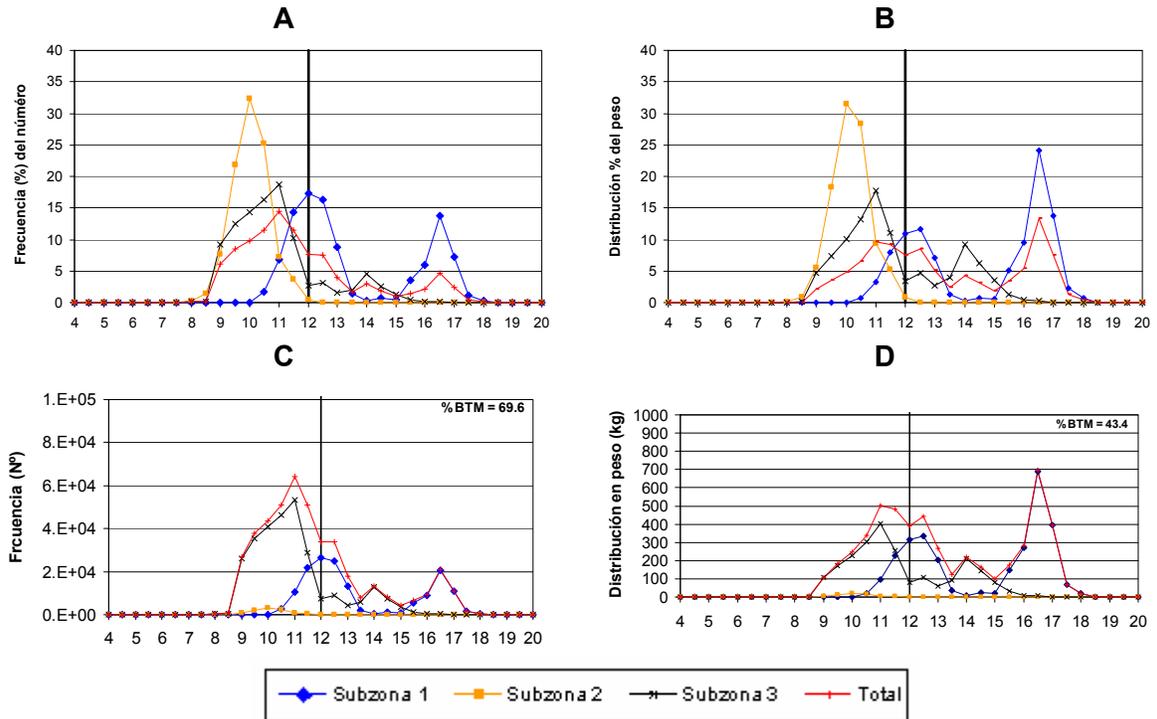


Figura 39. Distribución de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (n°), B) frecuencia (%), C) en peso (kg) y D) peso (%), Crucero RECLAN 0802.

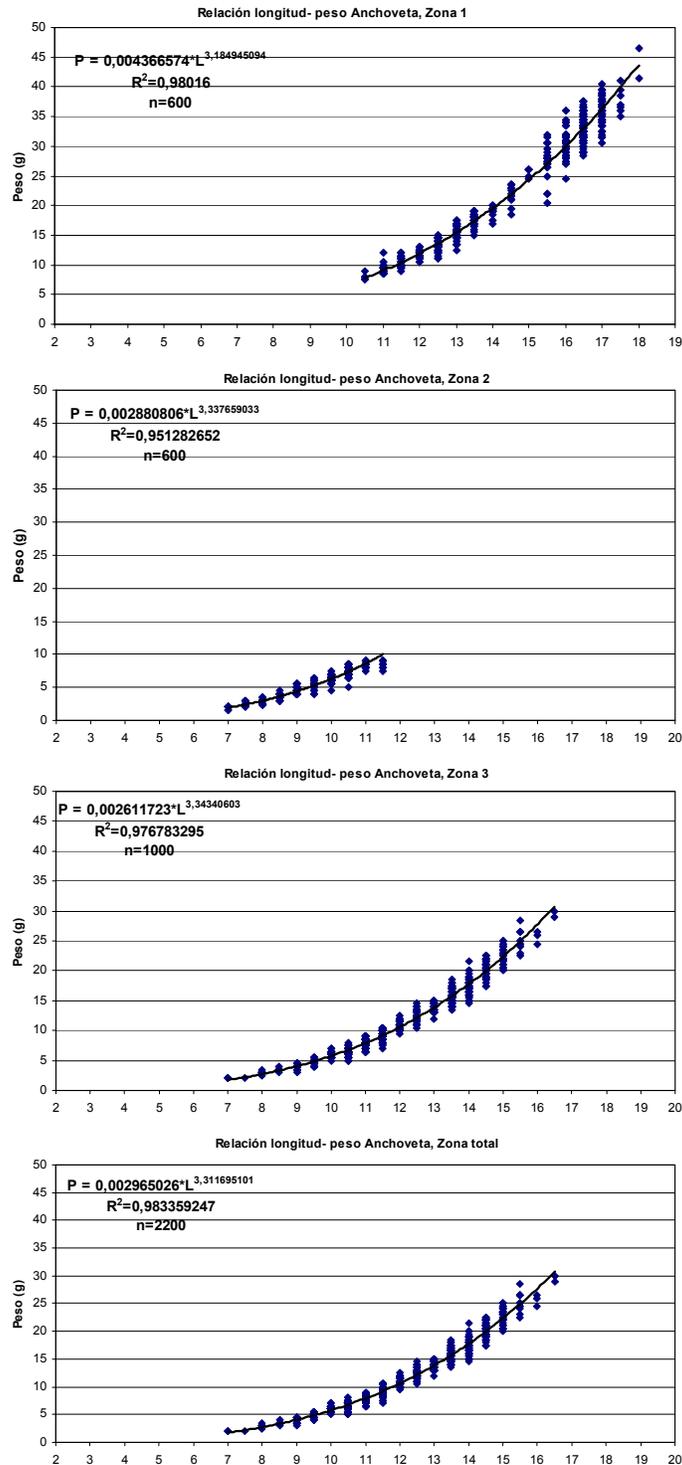


Figura 40. Relaci3n longitud-peso y par3metros de regi3n para Anchoveta para zona 1, 2, 3 y total. Crucero RECLAN34 0802.

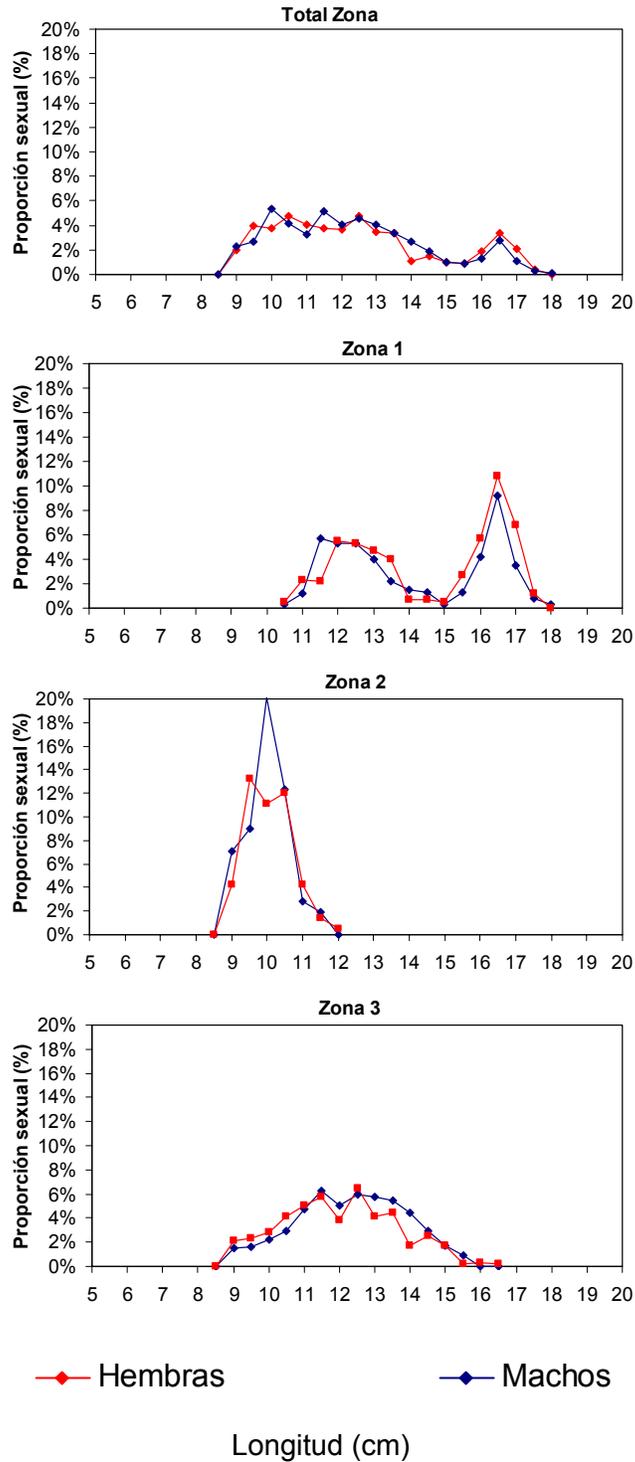


Figura 41. Proporci3n de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN34 0802.

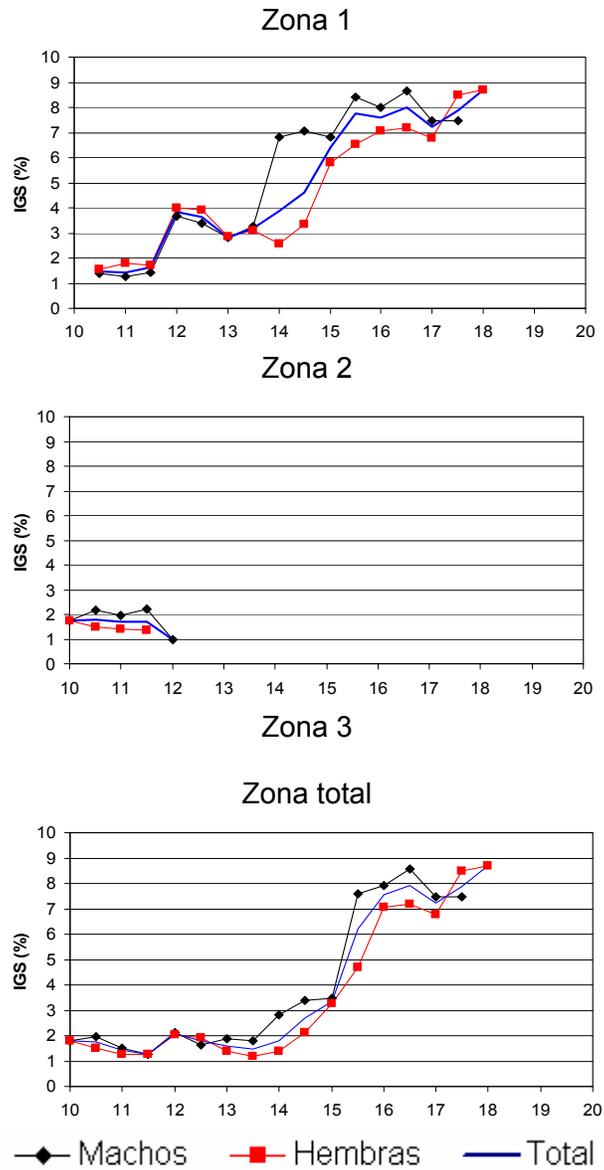


Figura 42. Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta por subzona y área total de estudio. Crucero RECLAN34 0802.

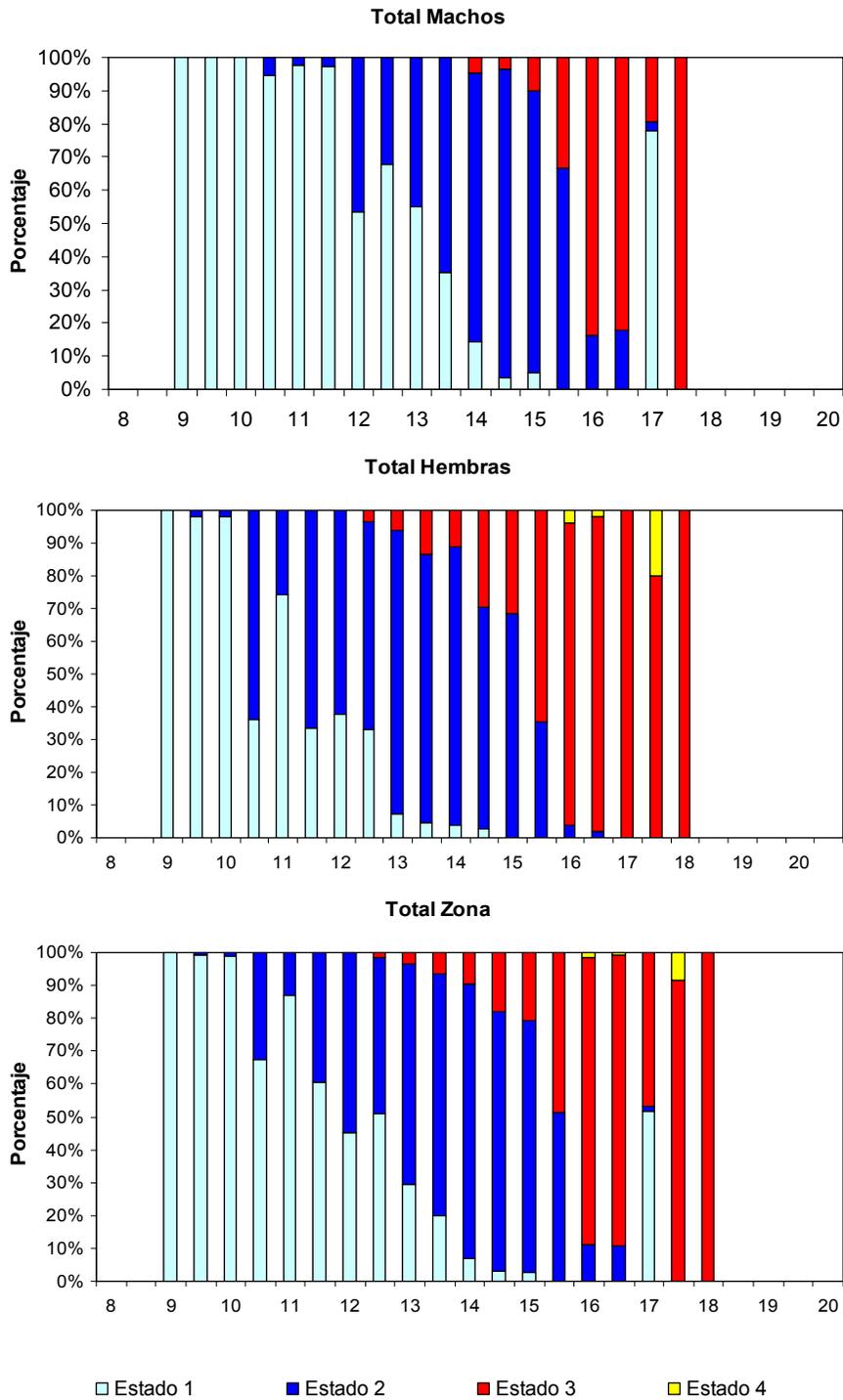


Figura 43. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total de estudio. Crucero RECLAN34 0802.

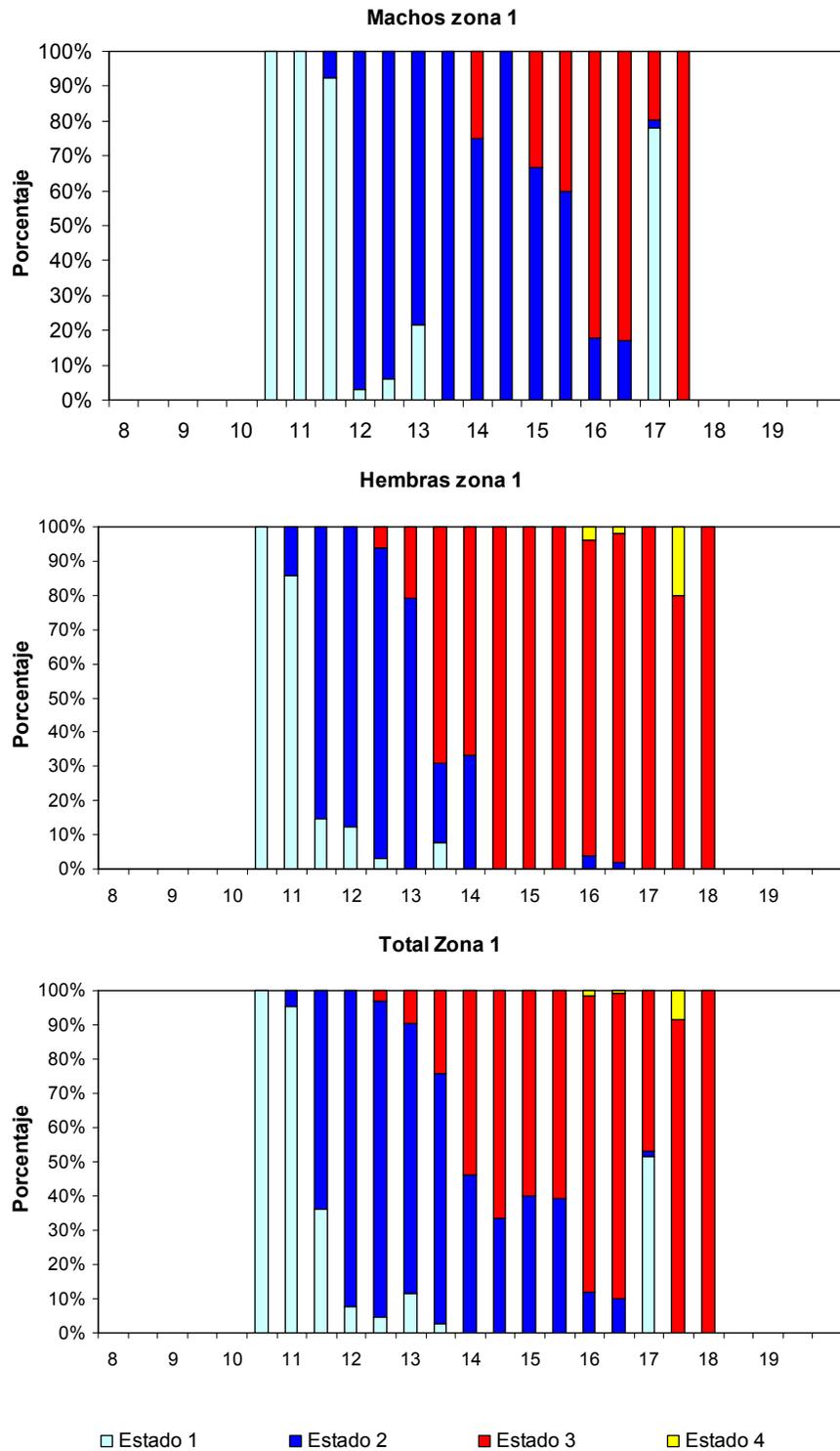


Figura 44. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 1. Crucero RECLAN34 0802.

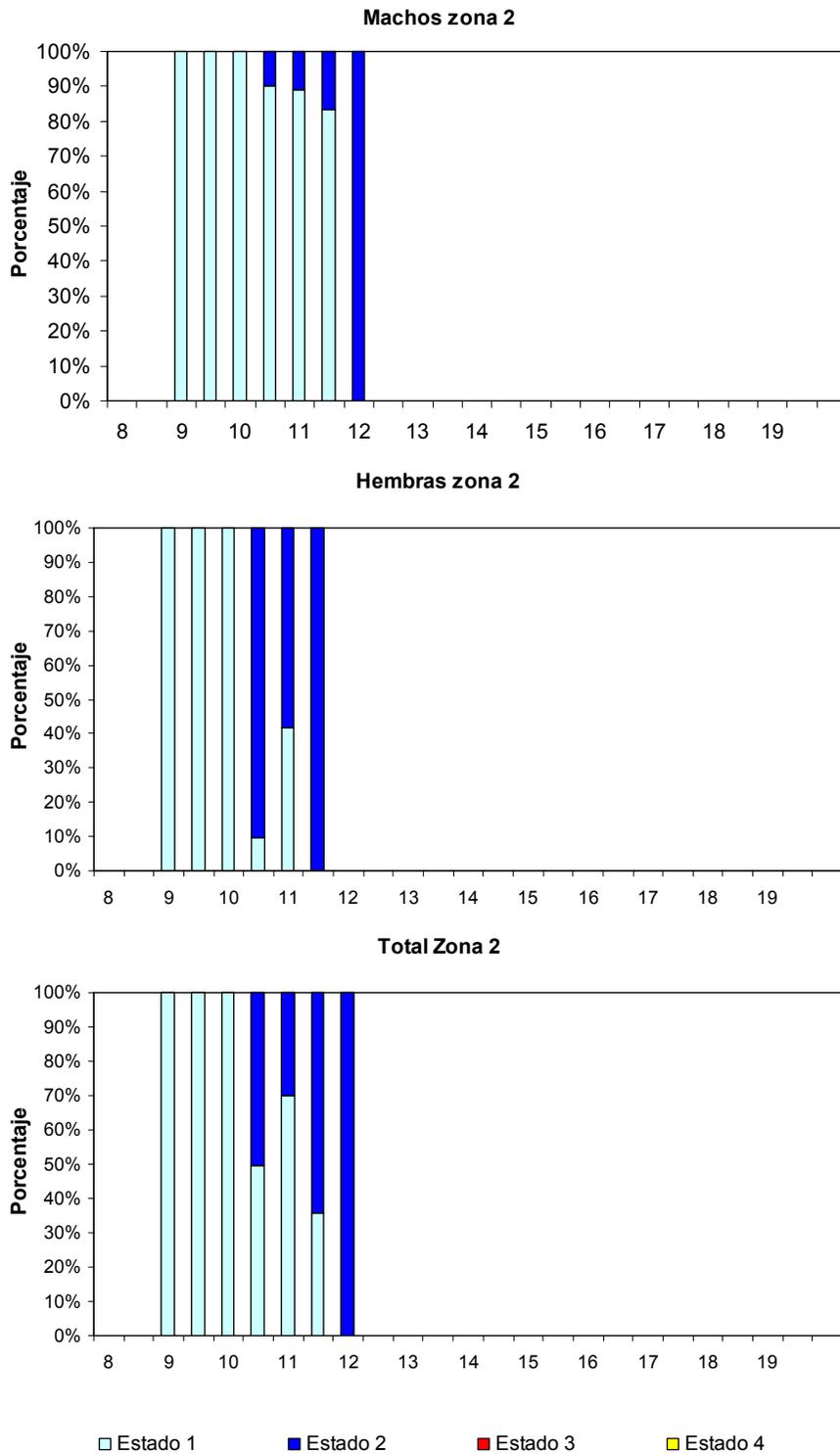


Figura 45. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 2. Crucero RECLAN34 0802.

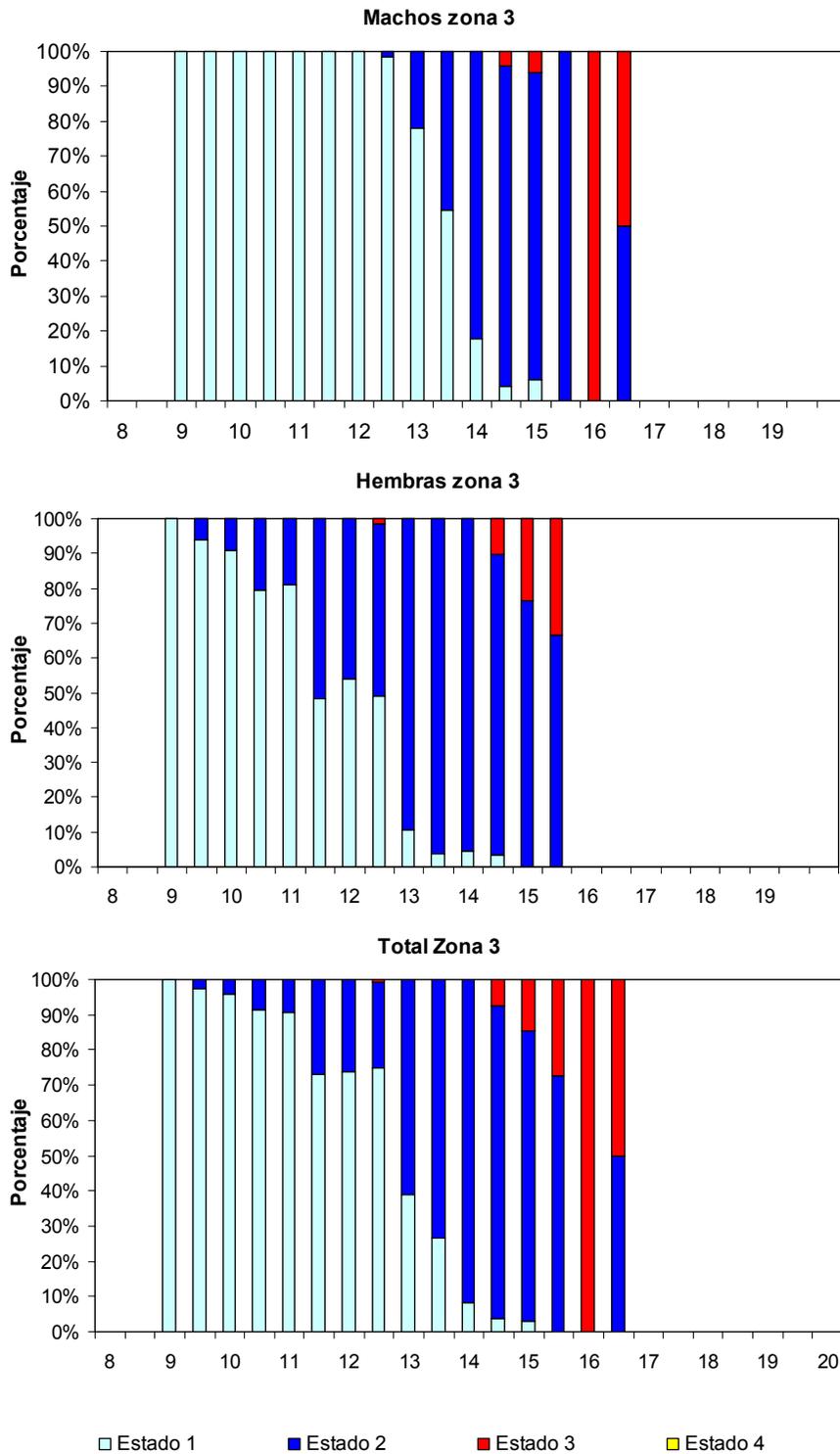


Figura 46. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, subzona 3. Crucero RECLAN34 0802.

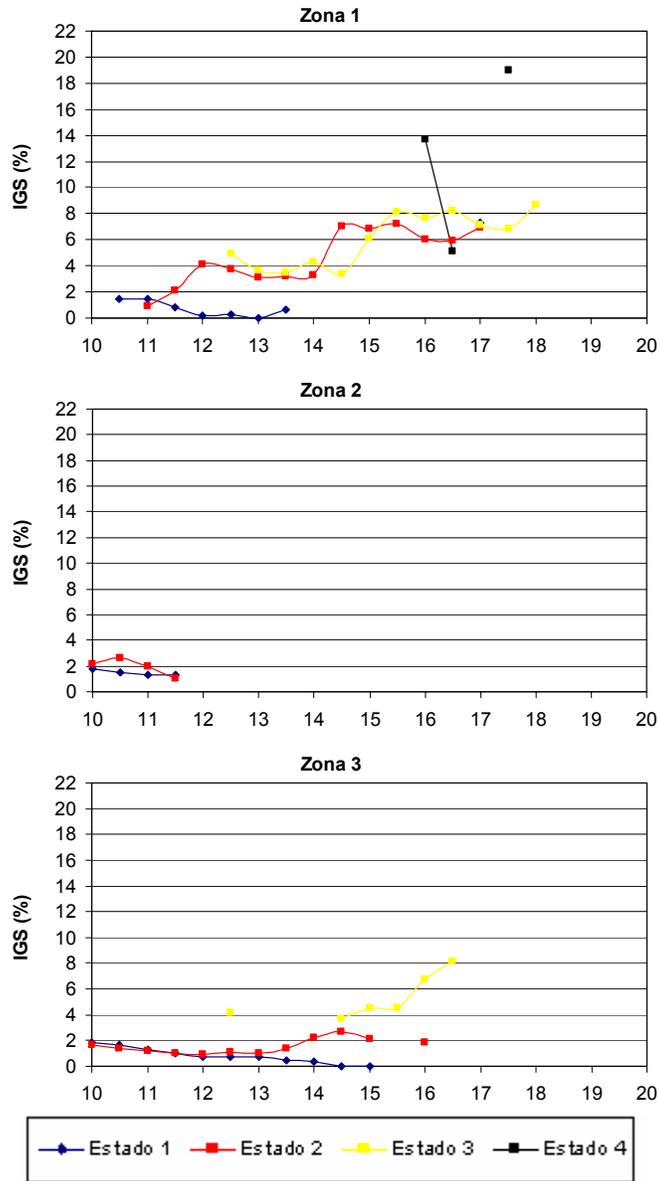
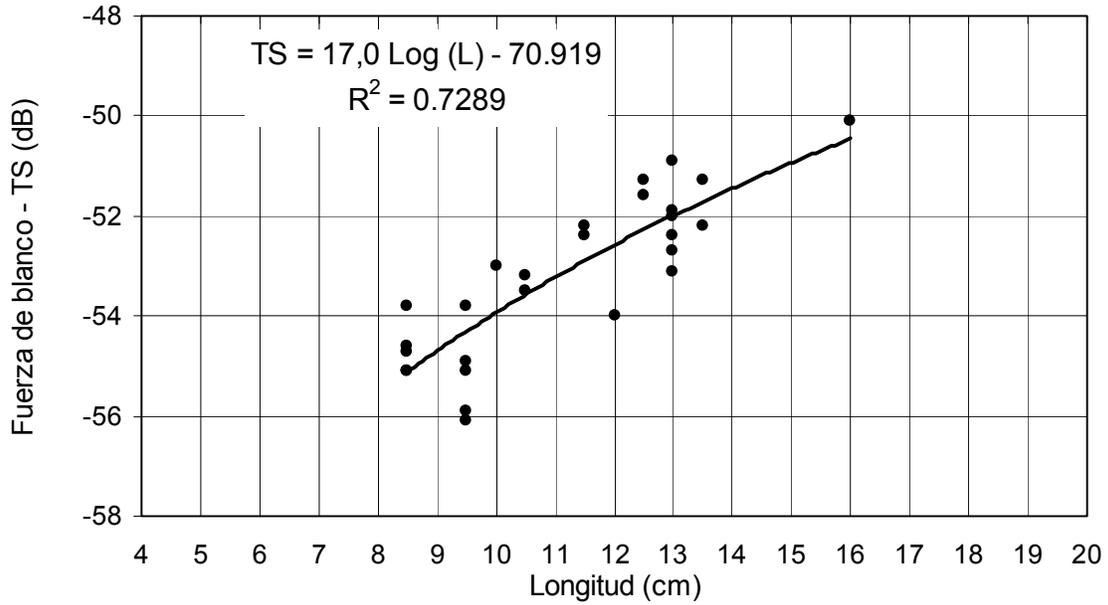


Figura 47. IGS de anchoveta en relaci3n al estado de madurez sexual, zona total de estudio y por subzona. Crucero RECLAN34 0802.



RECLAN12 0712



RECLAN 34 0802

Relaci3n TS-Longitud de anchoveta

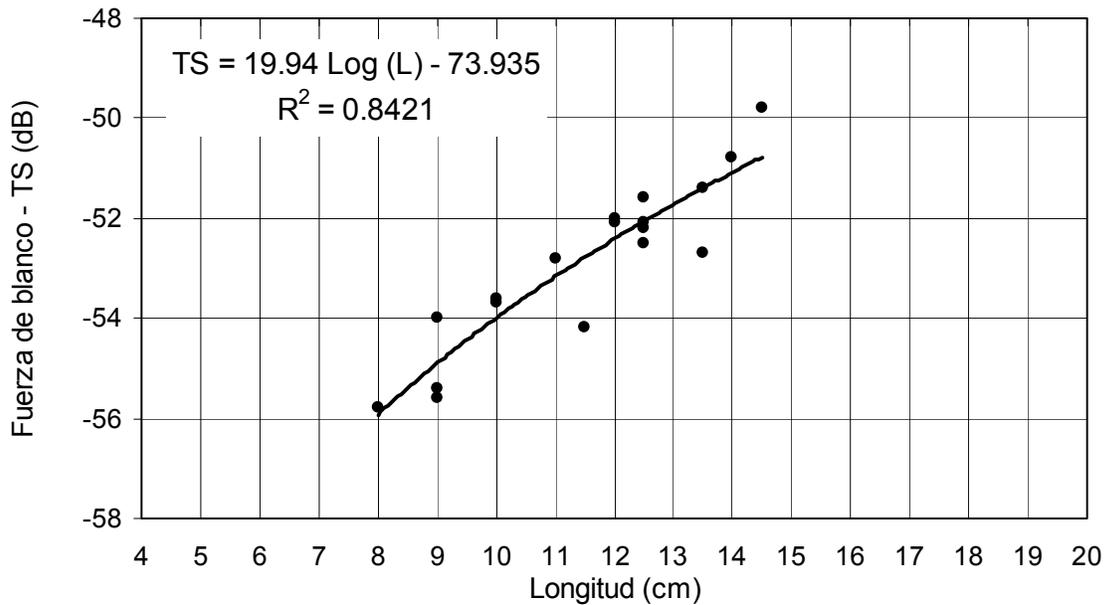


Figura 48. Relaci3n funcional entre el TS y la talla modal de anchoveta medida en los cruceros RECLAN12 0712 y RECLAN34 0802.

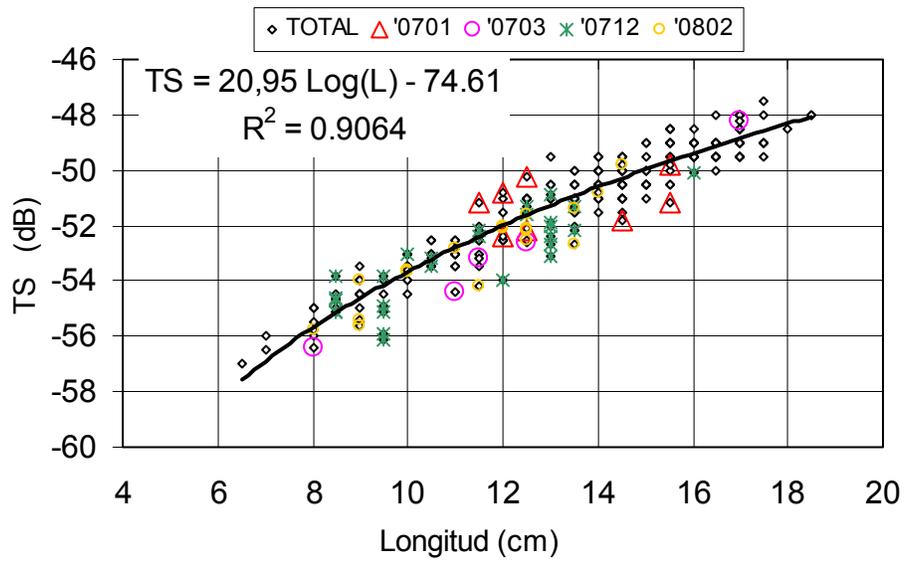


Figura 49. Relaci3n funcional de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla modal para la serie completa de datos disponible en la zona norte desde 1996.

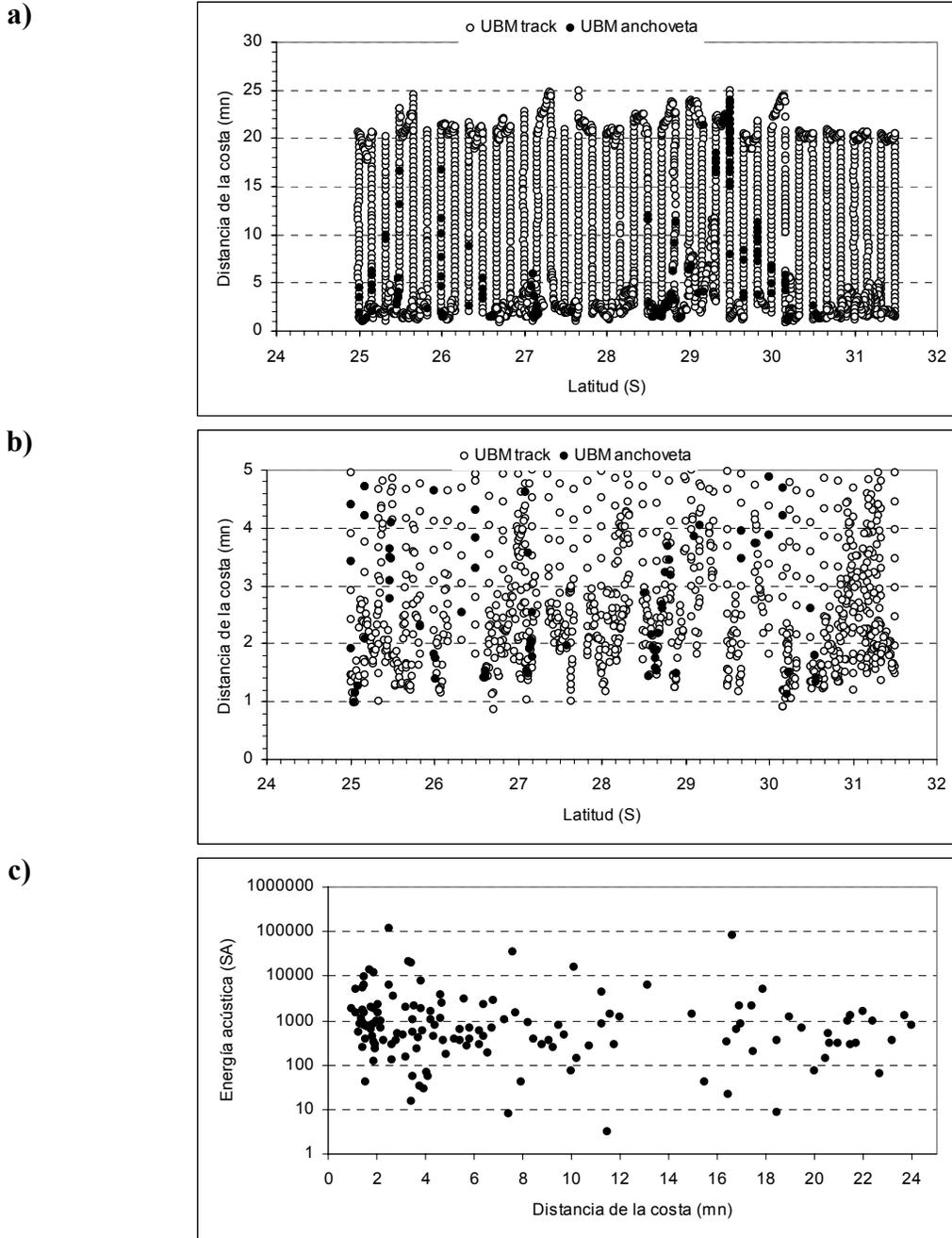


Figura 50. a) Track diario total, b) Track diario dentro de las primeras 5 millas de costa y c) Valores de S_A según distancia de costa para el crucero RECLAN34-0802.

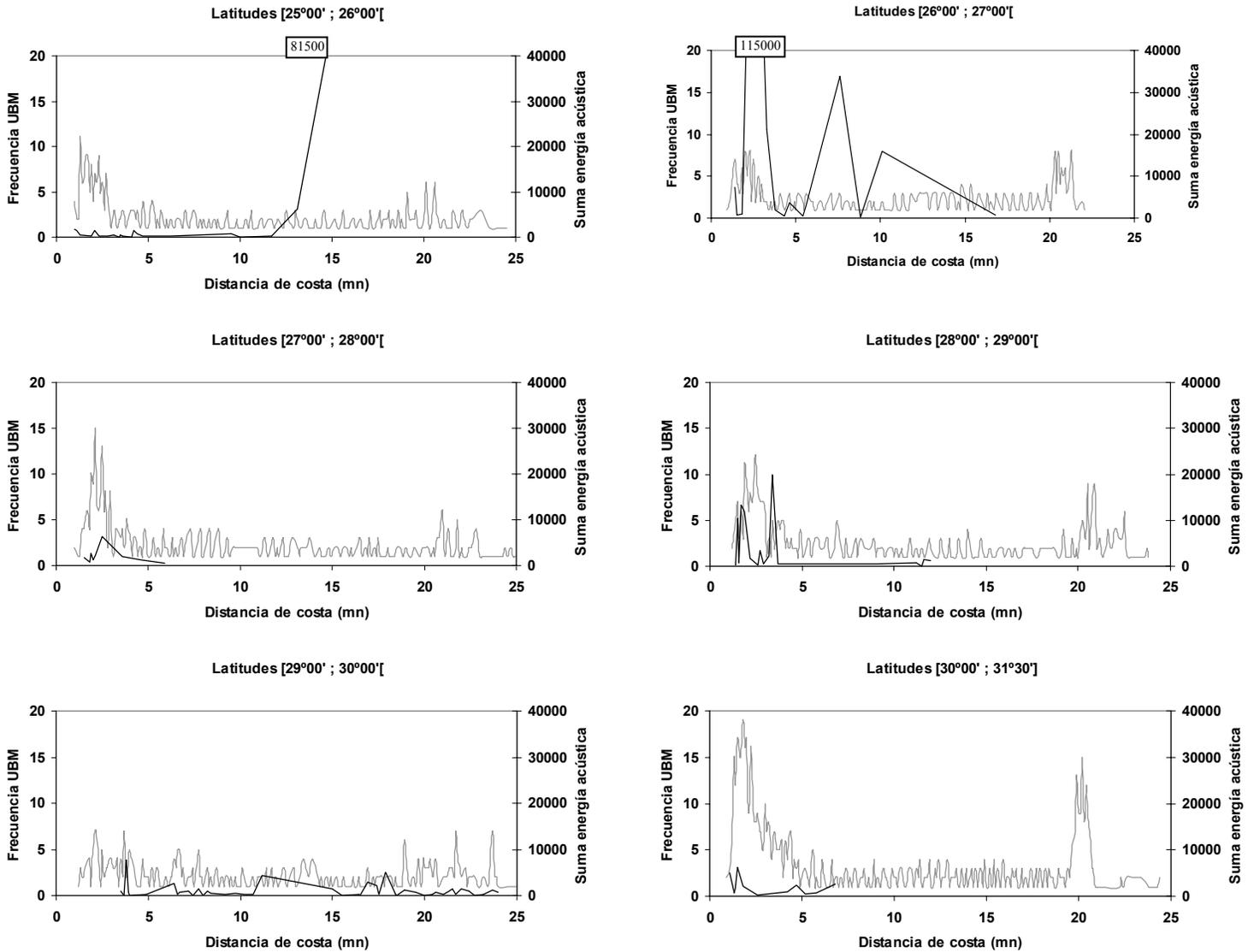


Figura 51. Frecuencia de ubm (línea ploma) y sumatoria de S_A (línea negra) según la distancia a la costa para el crucero RECLAN34-0802.

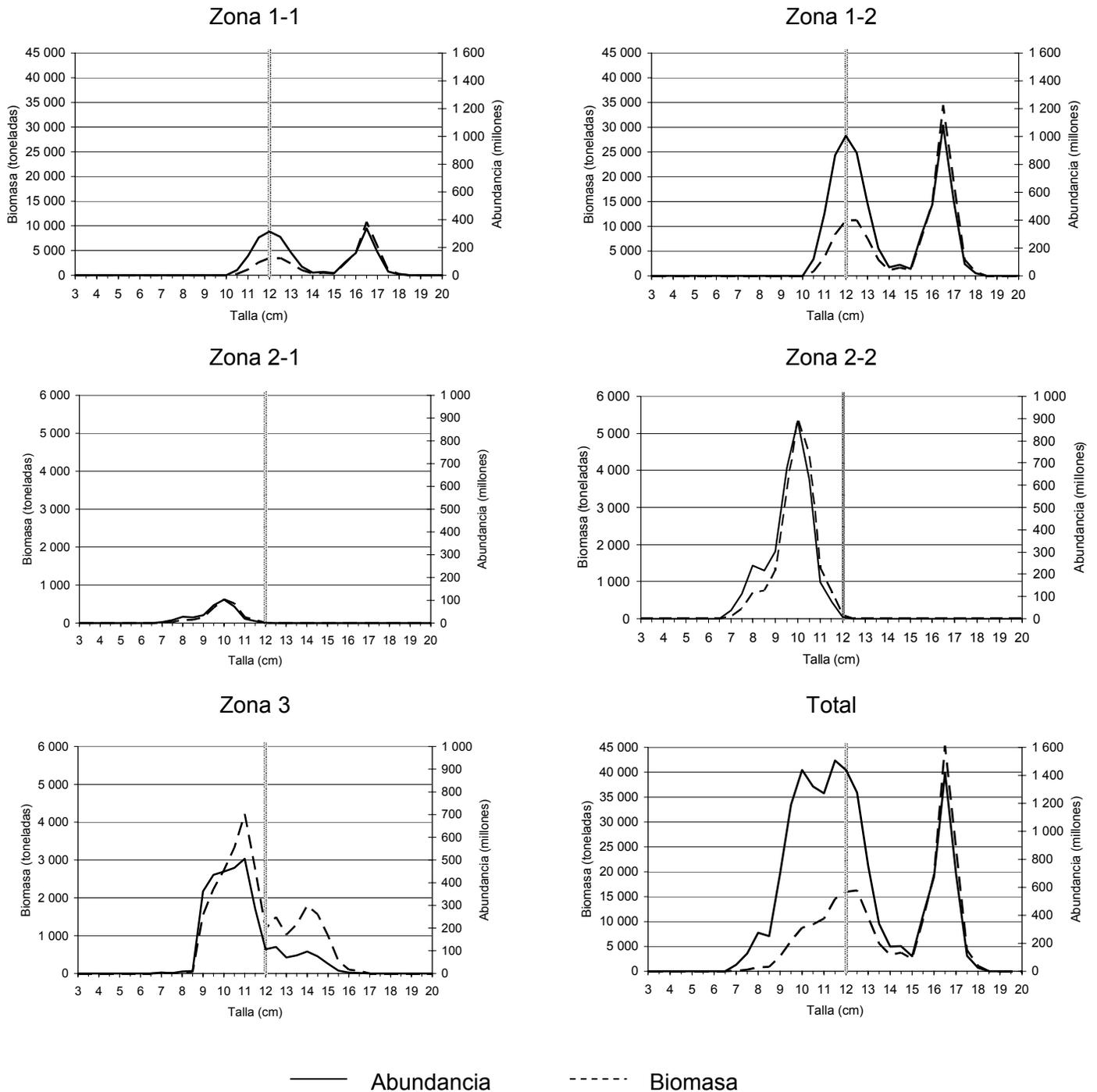


Figura 52. Abundancia (millones de ejemplares) y Biomasa (t) de anchoveta por talla y zona. Crucero RECLAN 34 0802.

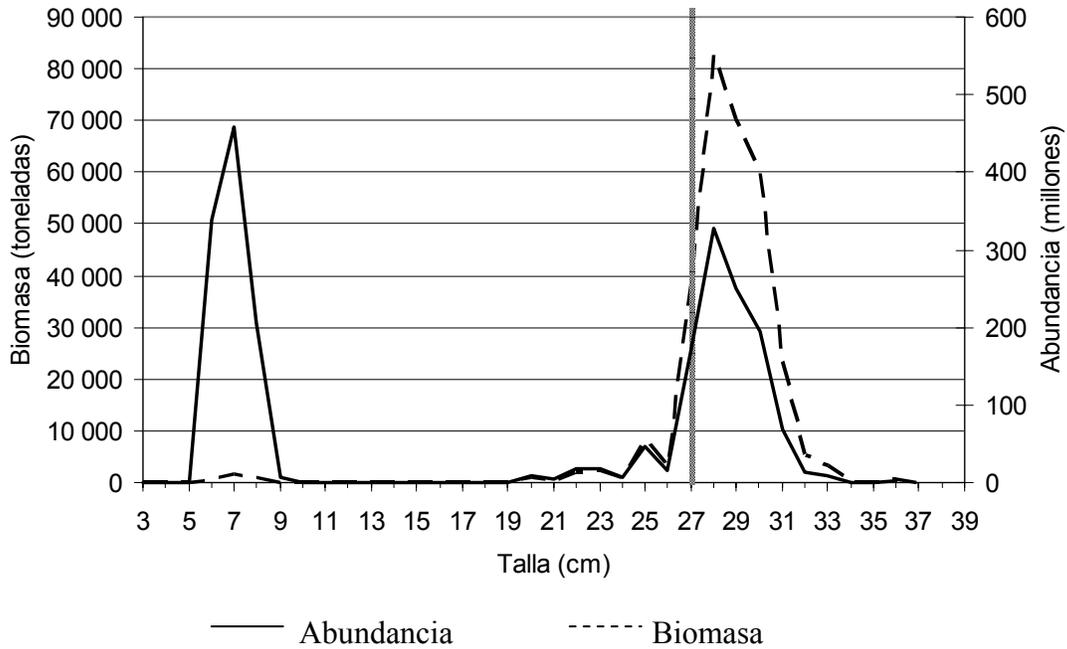


Figura 53. Abundancia y biomasa total de jurel por tallas. Crucero RECLAN34 0802.

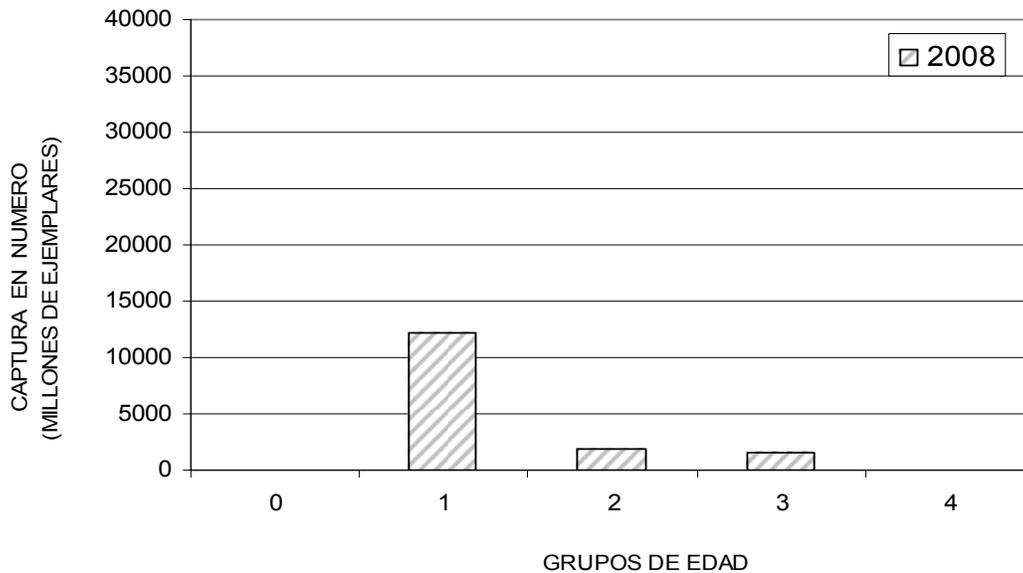


Figura 54. Composici3n de captura en n3mero por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluaci3n hidroacustica III y IV regi3n, 2008.

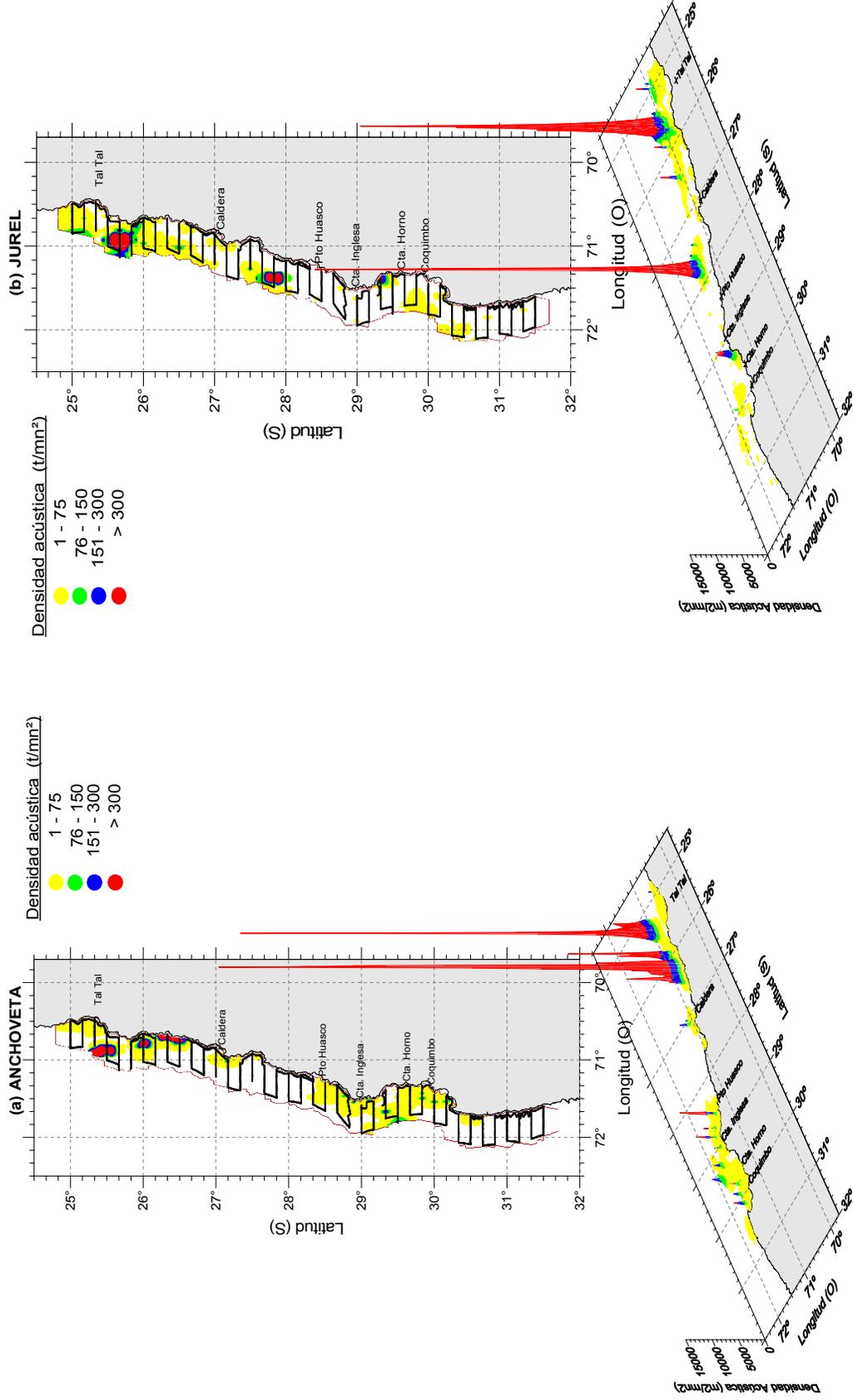


Figura 55. Distribuci3n espacial de la densidad acústica (t/mn2) de anchoveta (a) y jurel (b) durante el Crucero RECLAN34 0802.

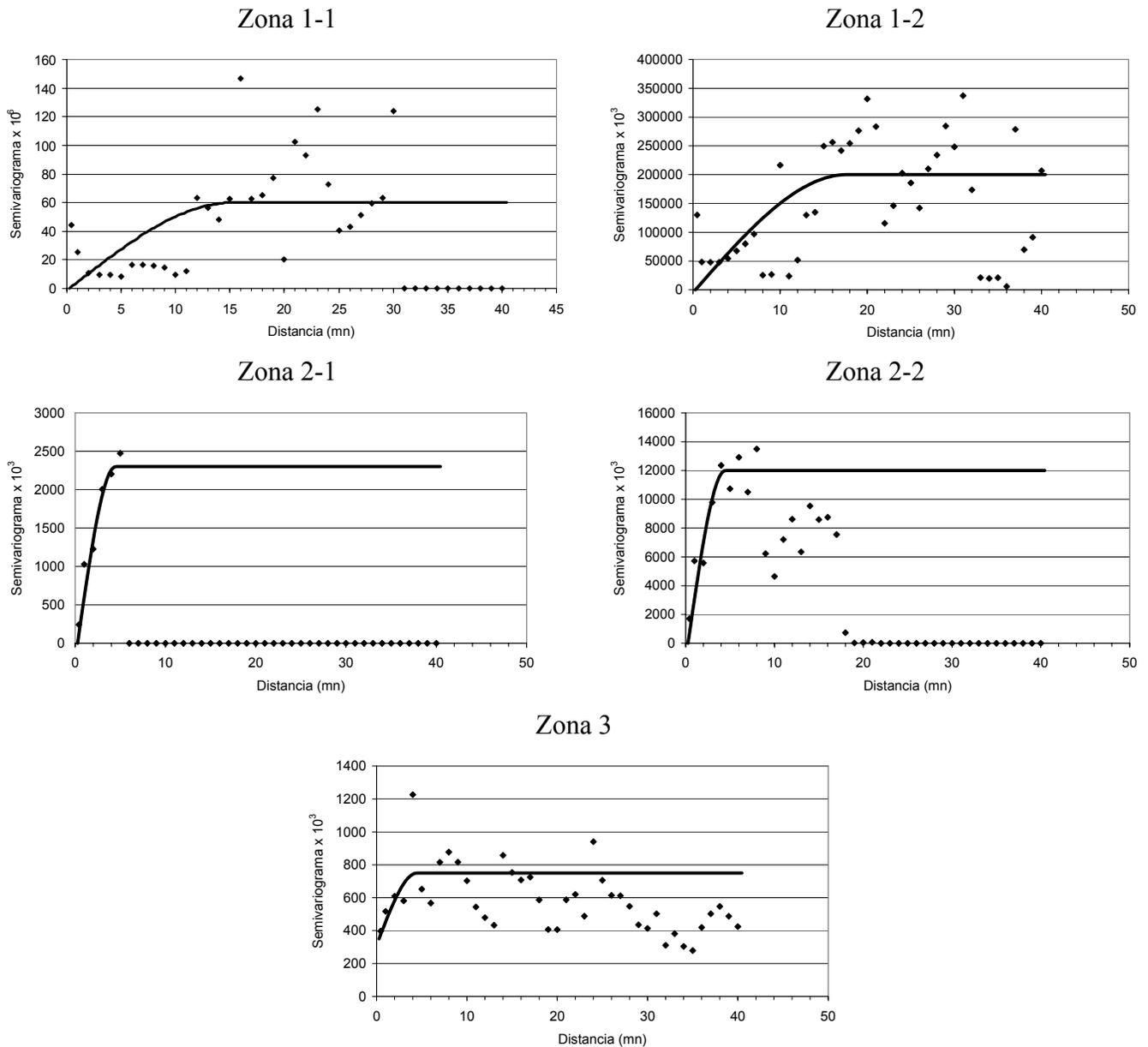


Figura 56. Variogramas de las densidades acústicas locales (m²/mn²) de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN34 0802.

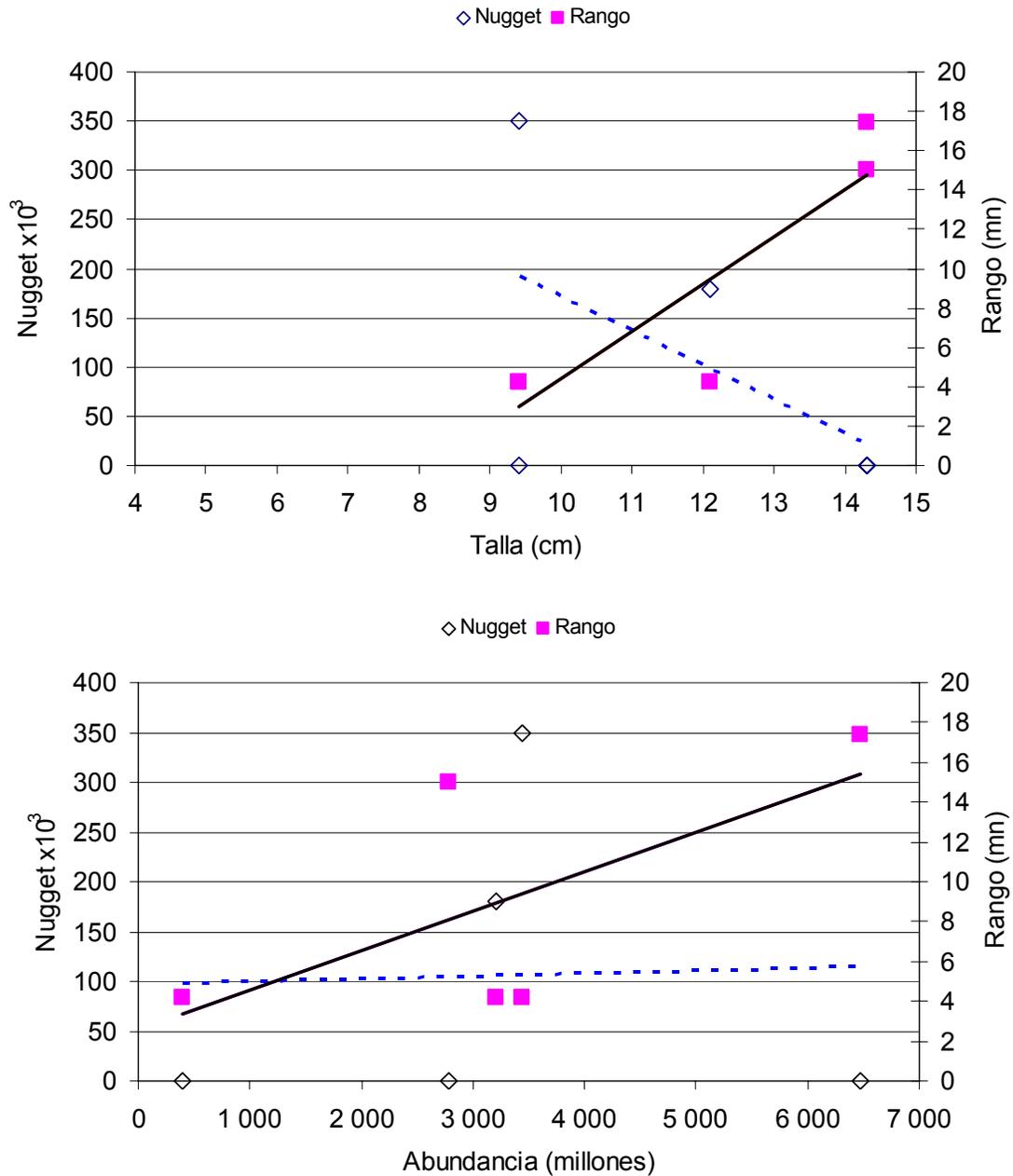


Figura 57. Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de anchoveta por zona en el crucero RECLAN34 0802702. Se indican tendencias del rango respecto la talla (—) y nugget respecto la talla (.....).

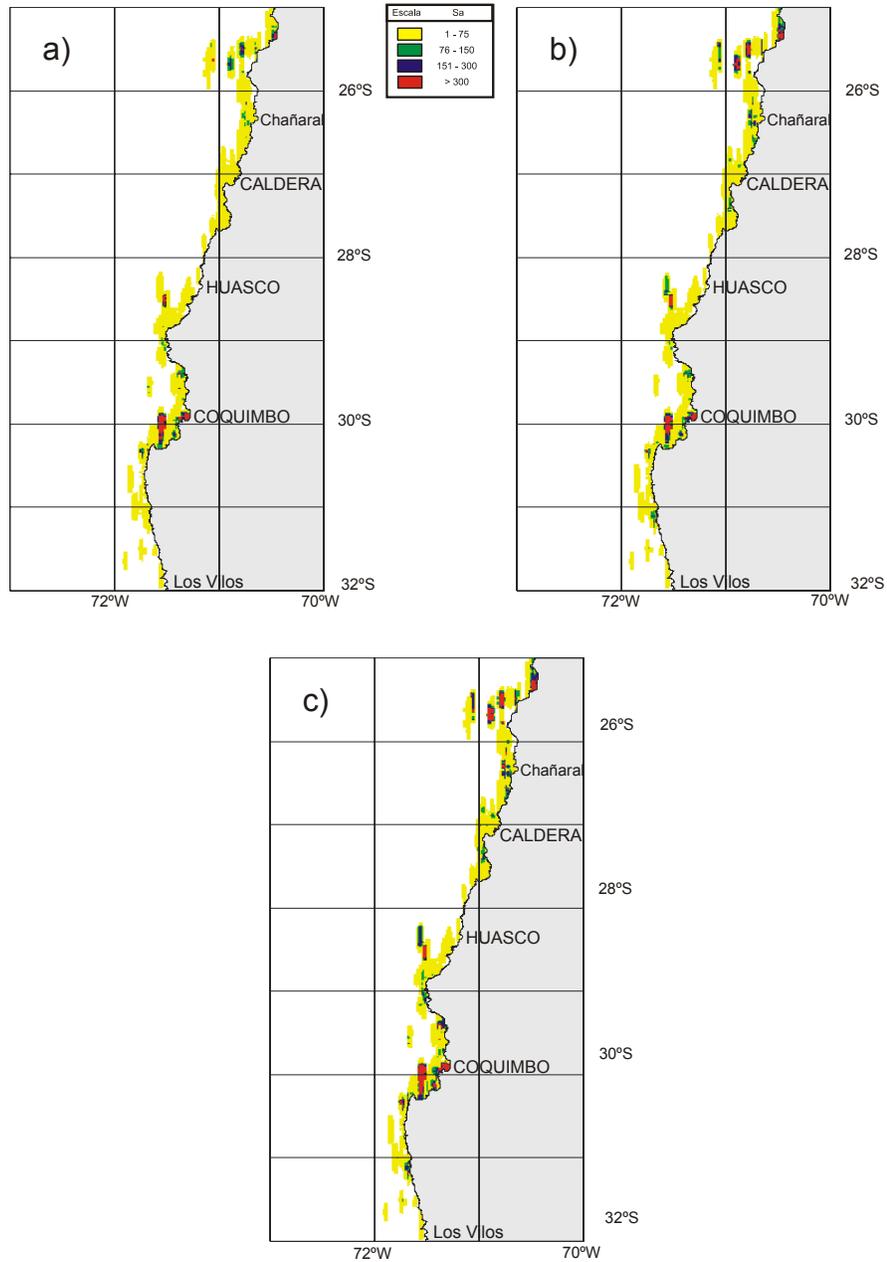
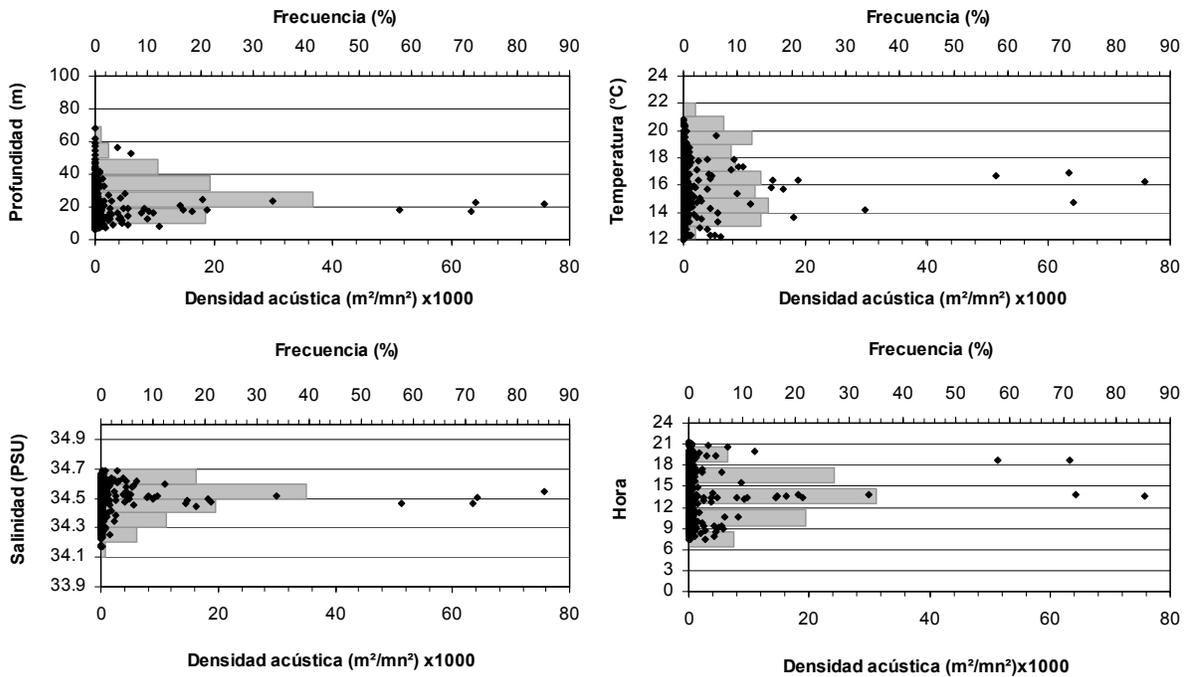


Figura 58. Distribuci3n espacial de la biomasa de anchoveta (ton/mn²): a) adultos, b) reclutas y c) total.



Jurel



Anchoveta

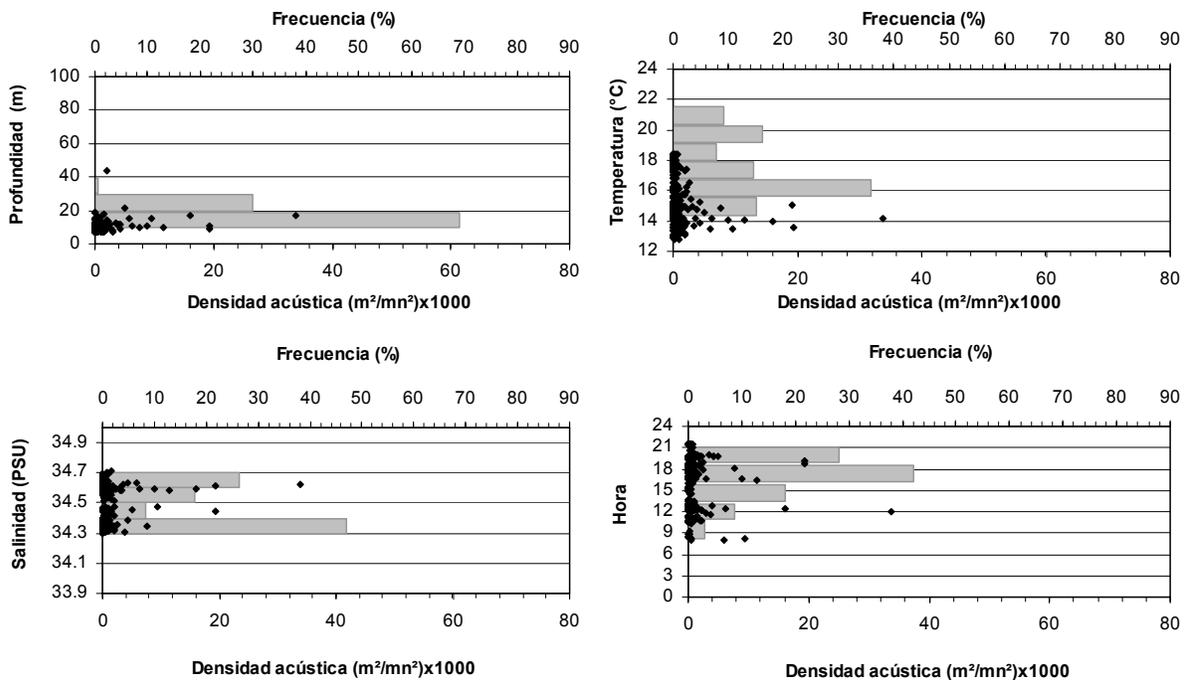


Figura 59. Distribución batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de jurel y anchoveta entre la III y IV regiones. Crucero RECLAN34 0802.



Vinciguerría

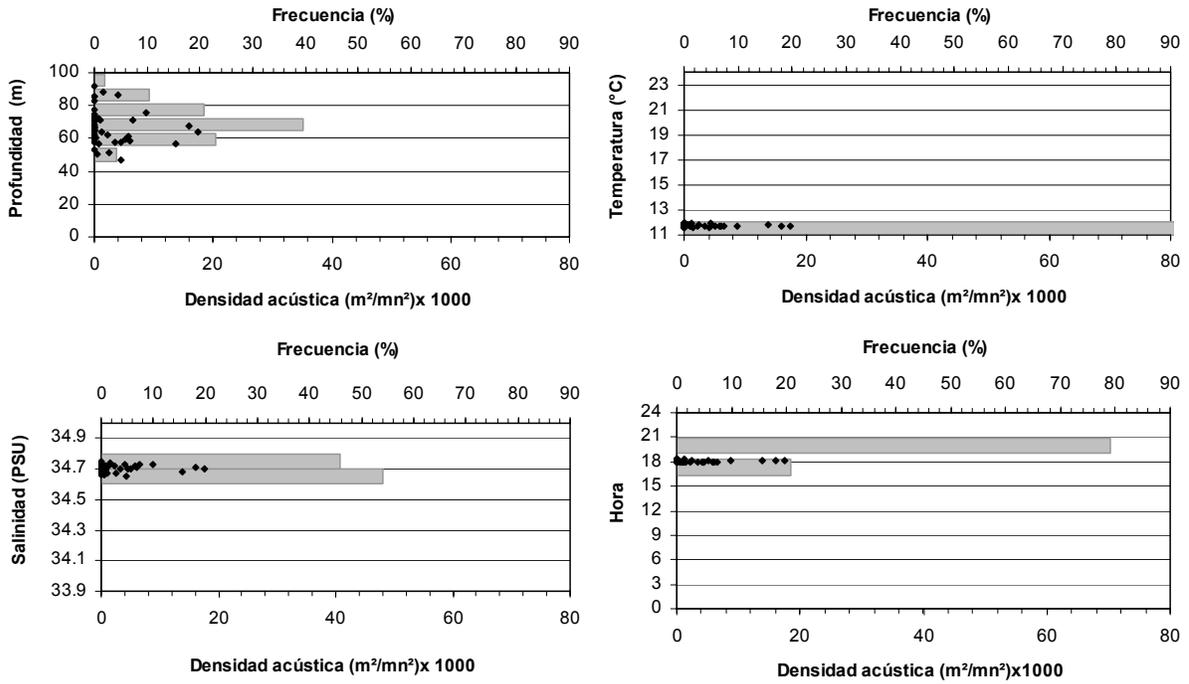


Figura 60. Distribuci3n batimétrica (m), Temperatura (°C), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de vinciguerría anchoveta entre la III y IV regiones. Crucero RECLAN34 0802

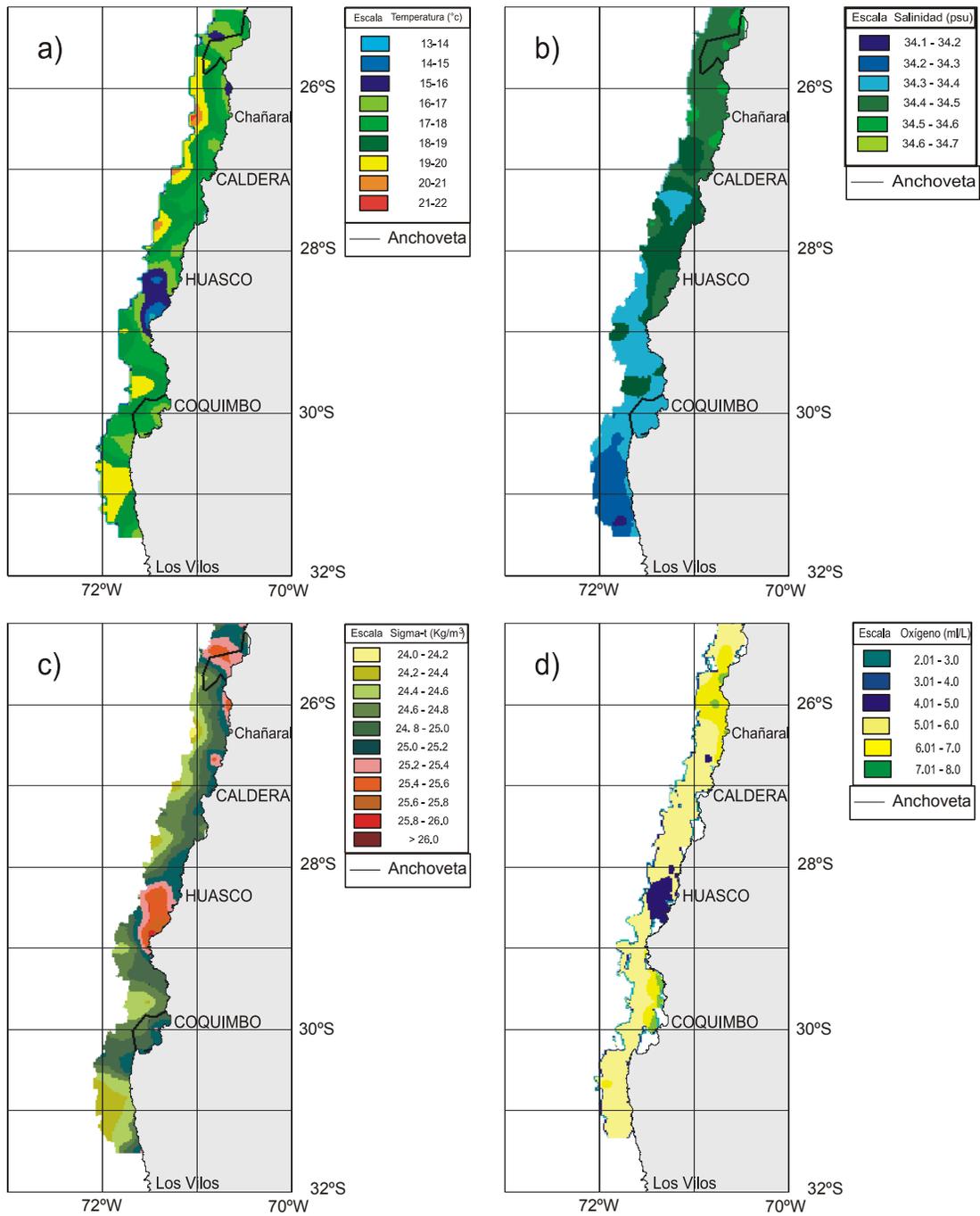


Figura 61. Distribuci3n espacial de las variables ambientales: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad del agua (sigma-t) y d) oxígeno disuelto (ml/L).

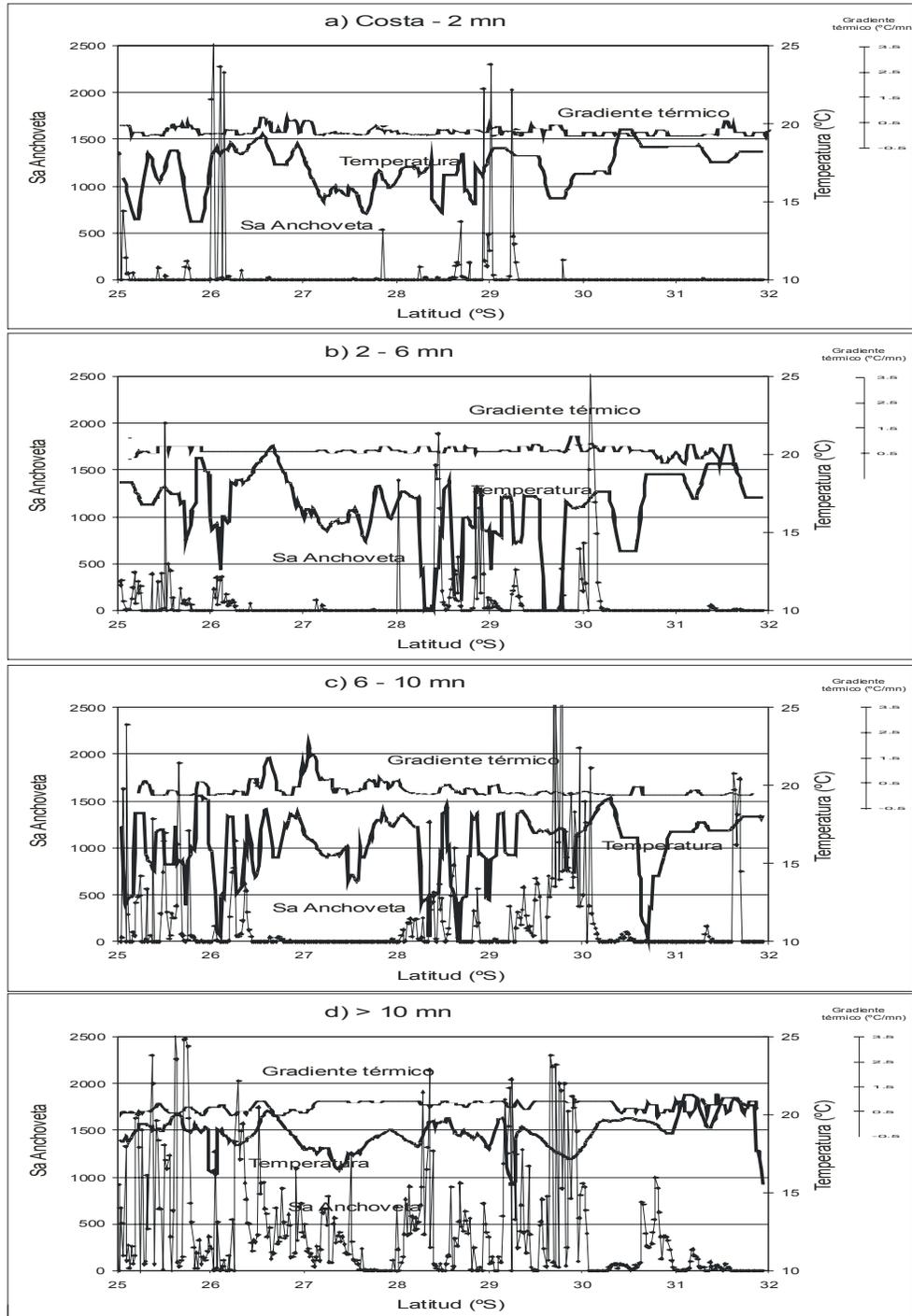


Figura 62. Señal latitudinal de adultos de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

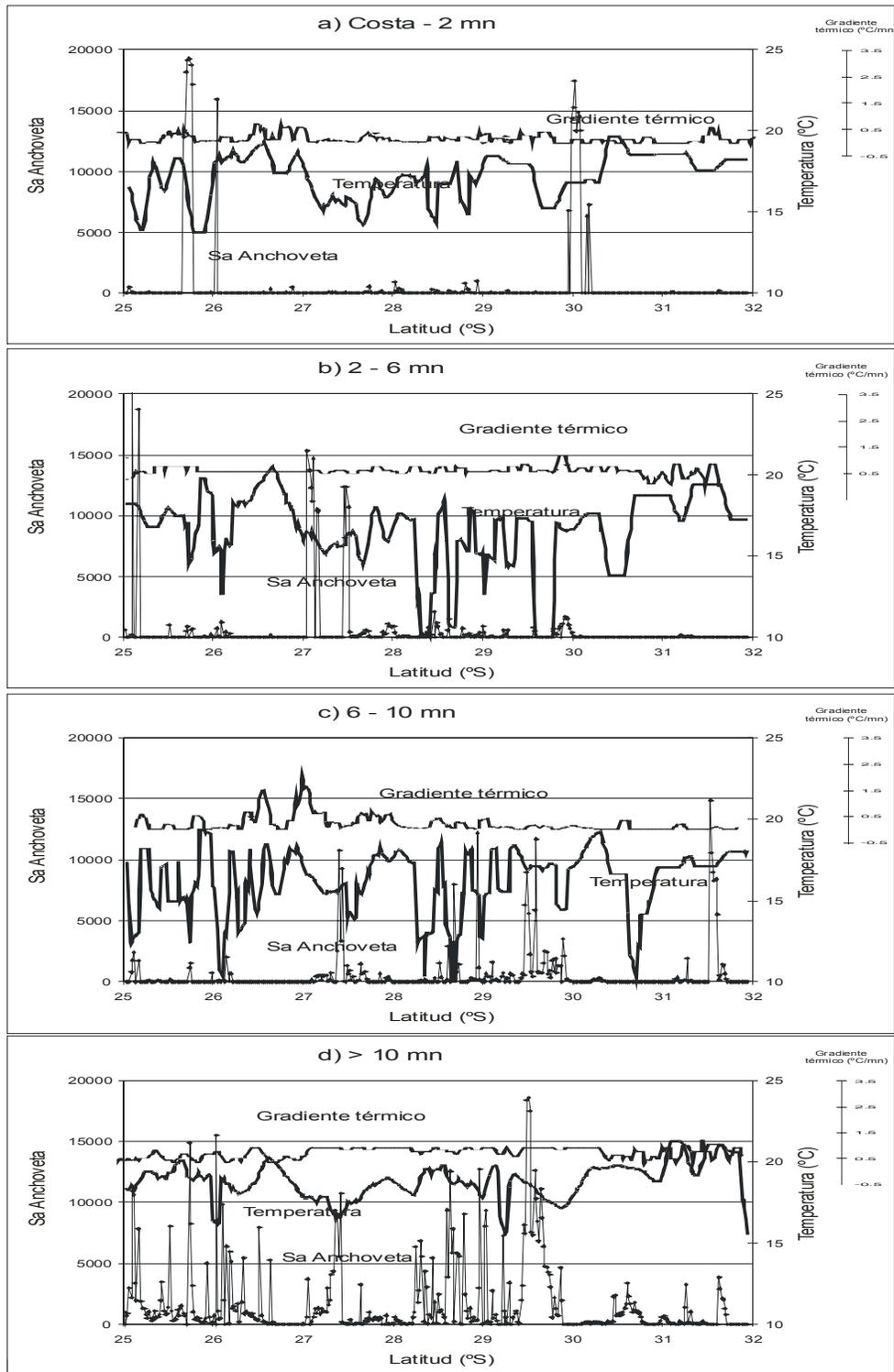


Figura 63. Señal latitudinal de reclutas de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

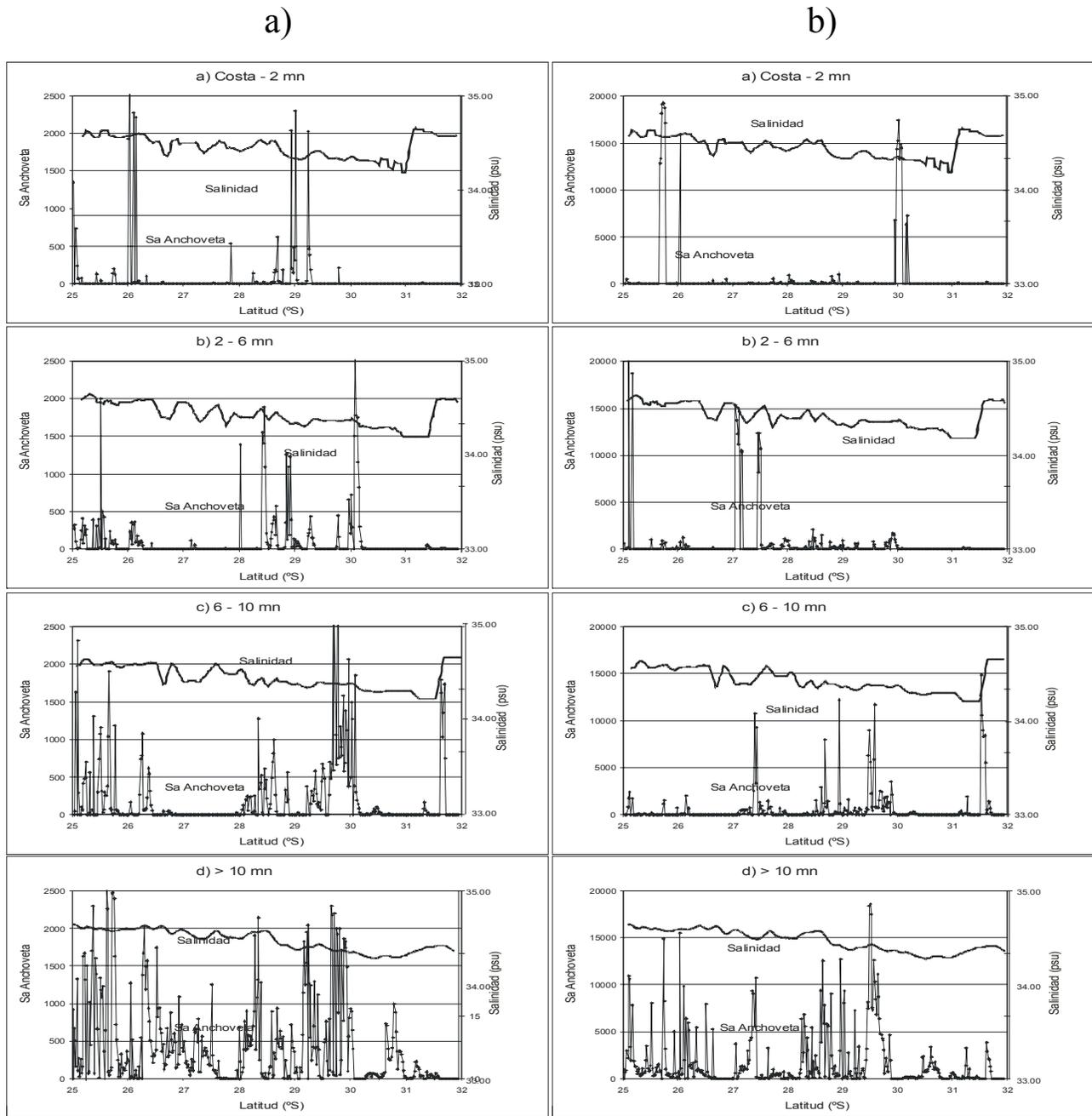


Figura 64. Señal latitudinal de a) adultos y b) reclutas de anchoveta y su relación con la salinidad entre: costa-2 mn, 2-6 mn, c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

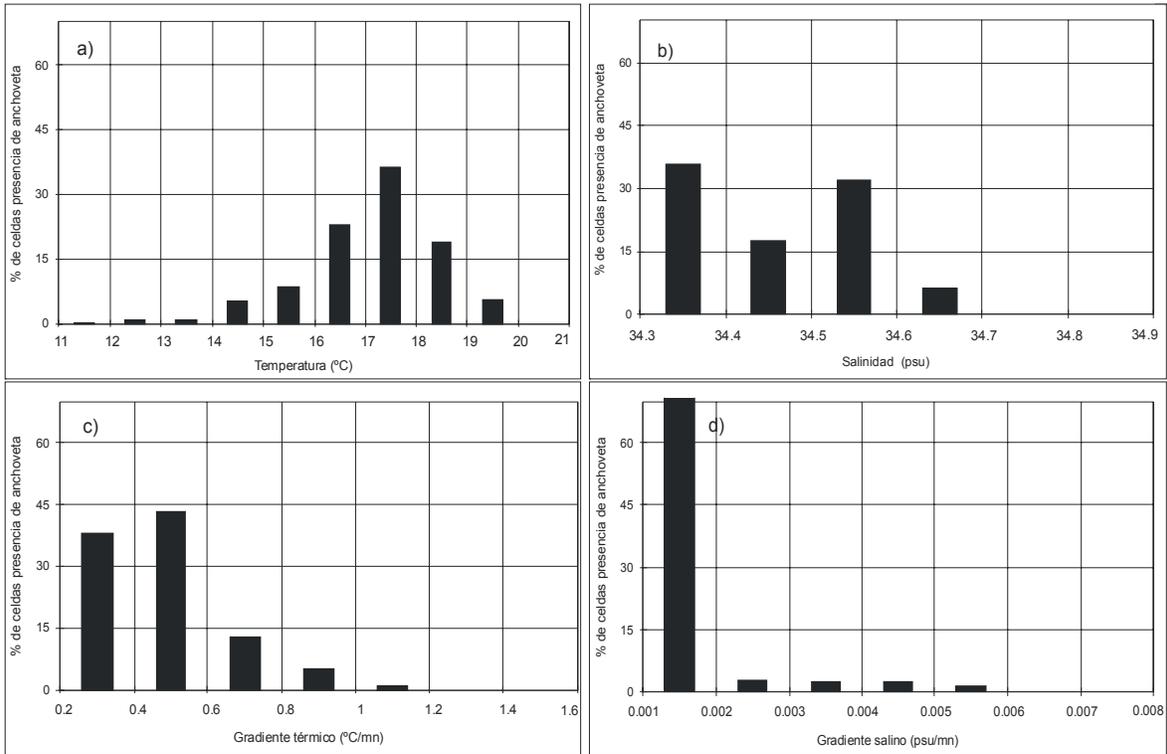


Figura 65. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables oceanográficas.

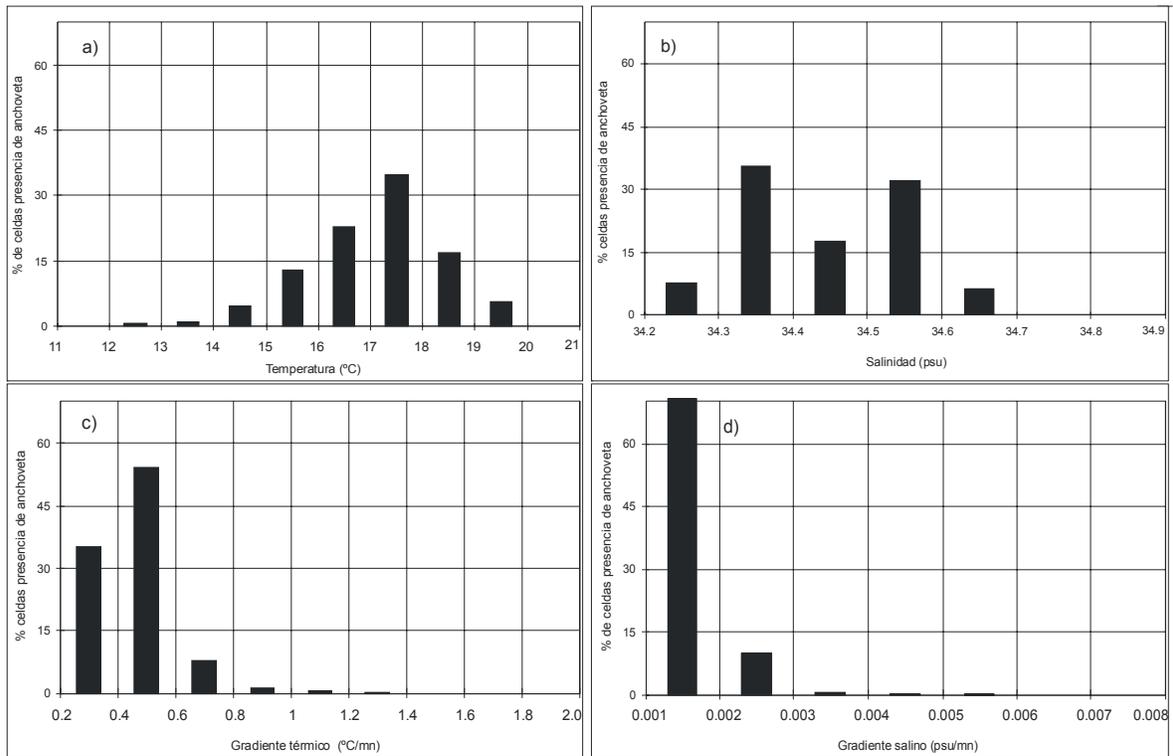


Figura 66. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables oceanográficas.

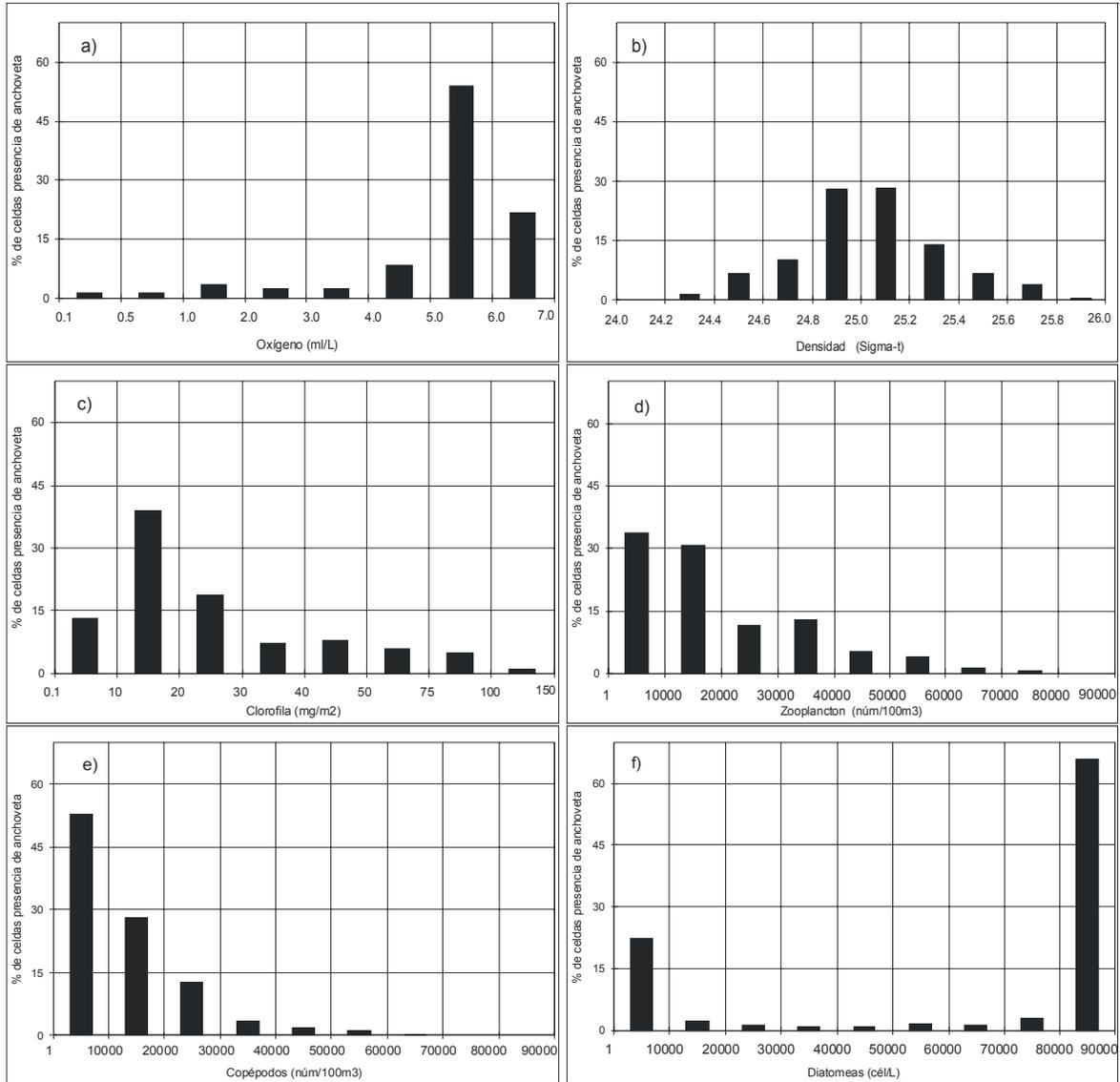


Figura 67. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relaci3n a variables oceanográficas y biol3gicas.

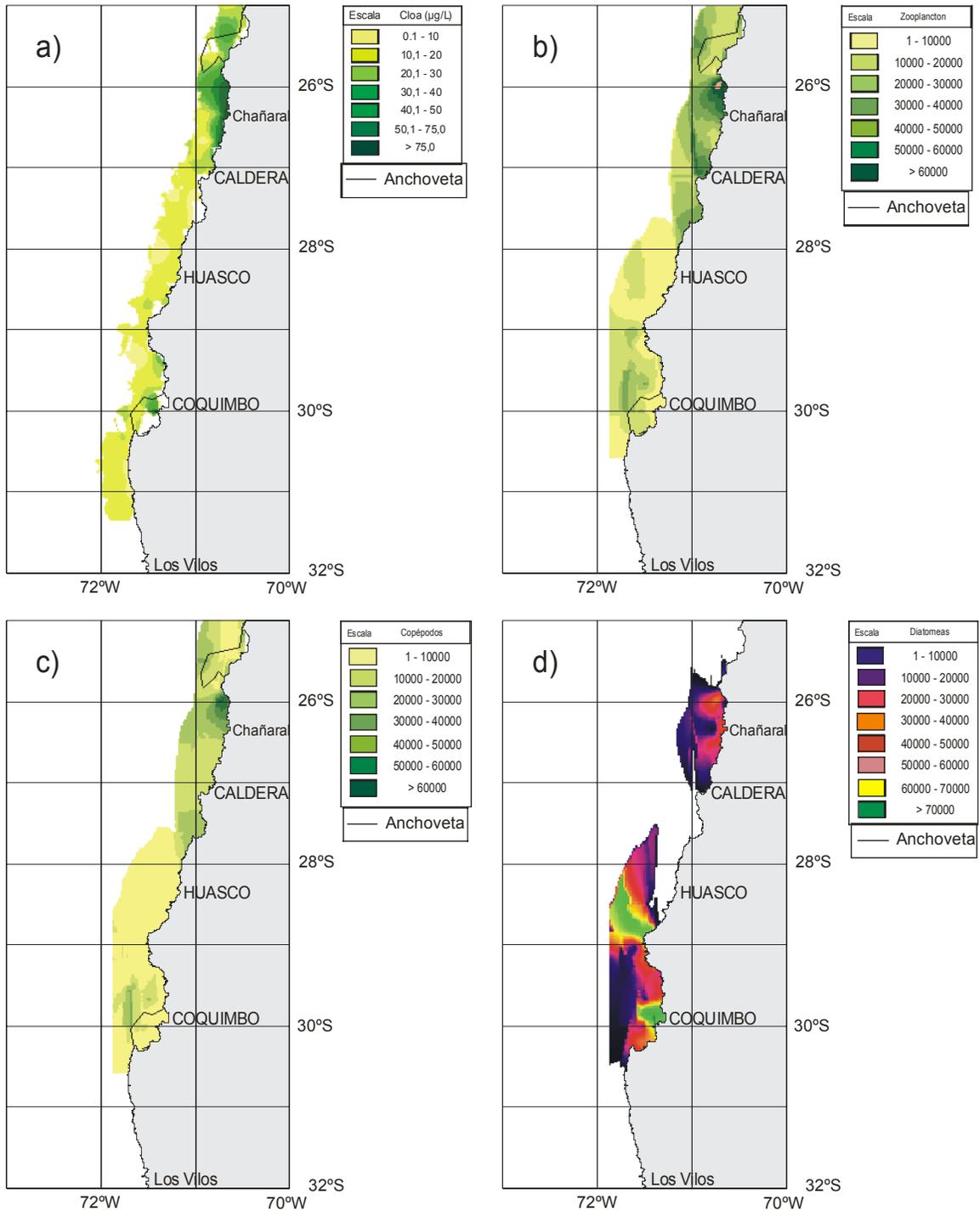


Figura 68. Distribuci3n espacial de las variables ambientales: a) clorofila, b) zooplancton, c) copépodos y d) diatomeas.

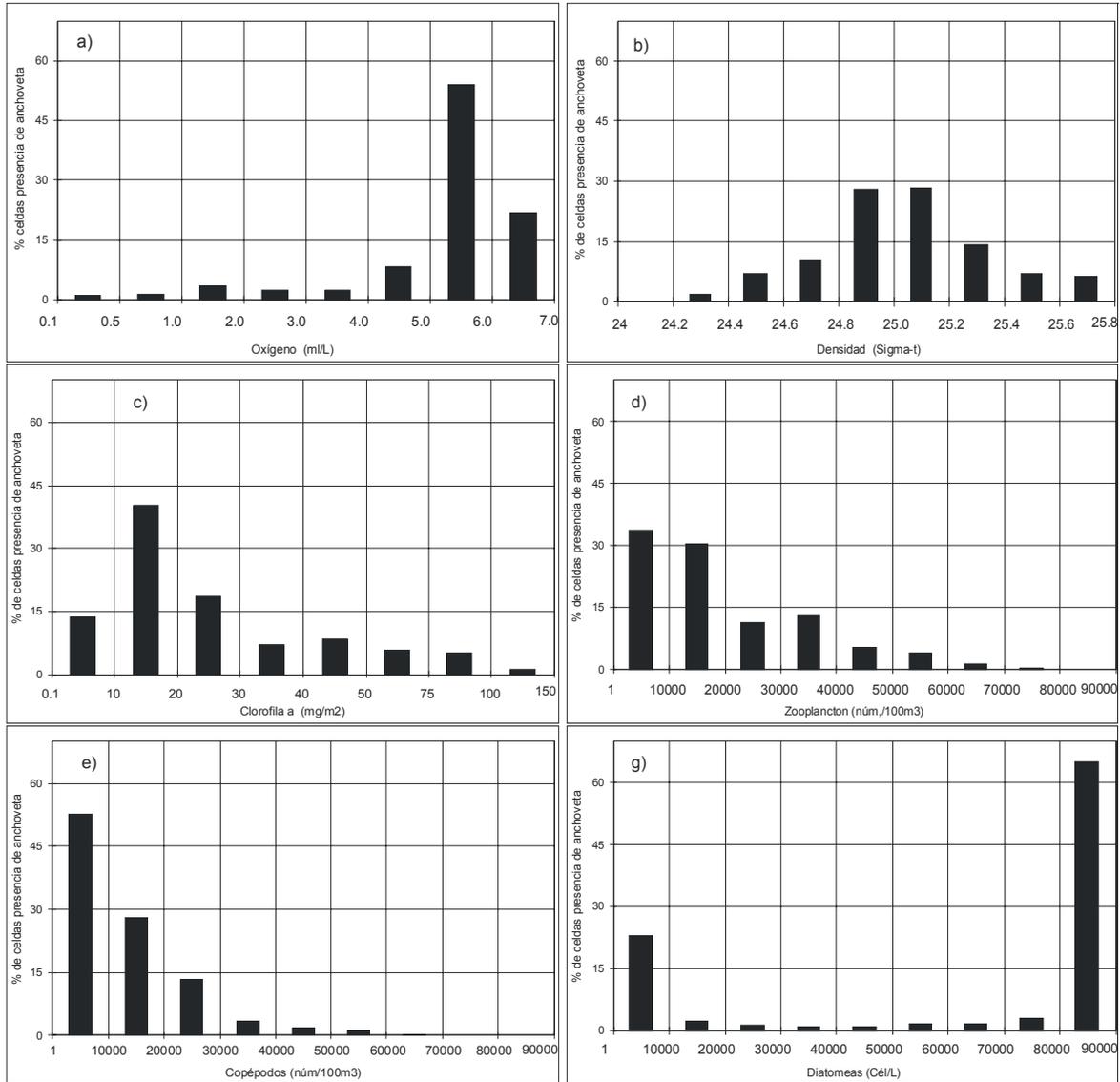


Figura 69. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relaci3n a variables oceanográficas y biol3gicas.

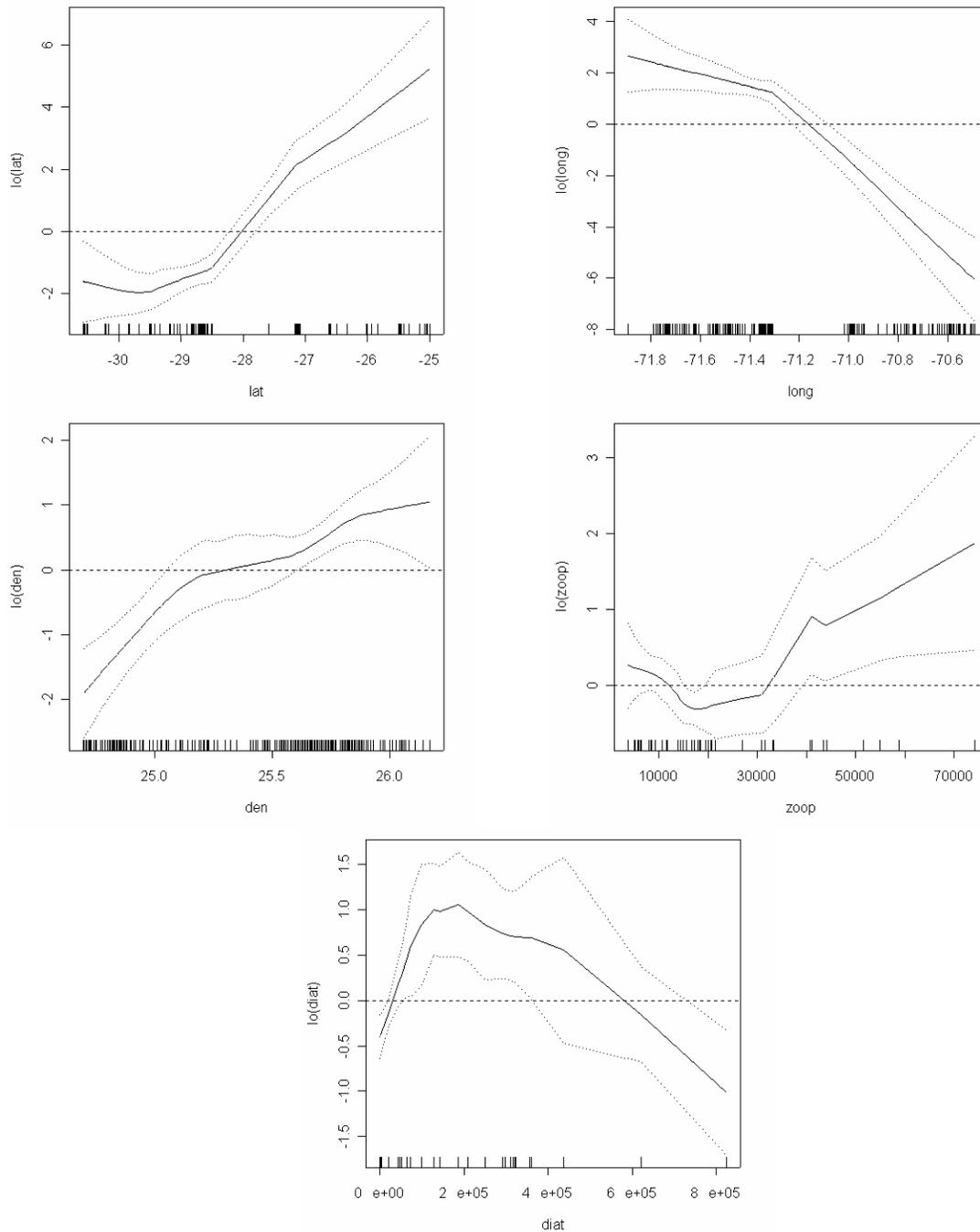


Figura 70. Efectos de los predictores latitud (lat), longitud (long), densidad (den), zooplancton (zoop), diatomeas (diat), sobre la variable logaritmo de la densidad de anchoveta total, ajustado a un modelo GAM. Lneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y $\text{lo}(\text{predictor})$ funci3n suavizadora loess.

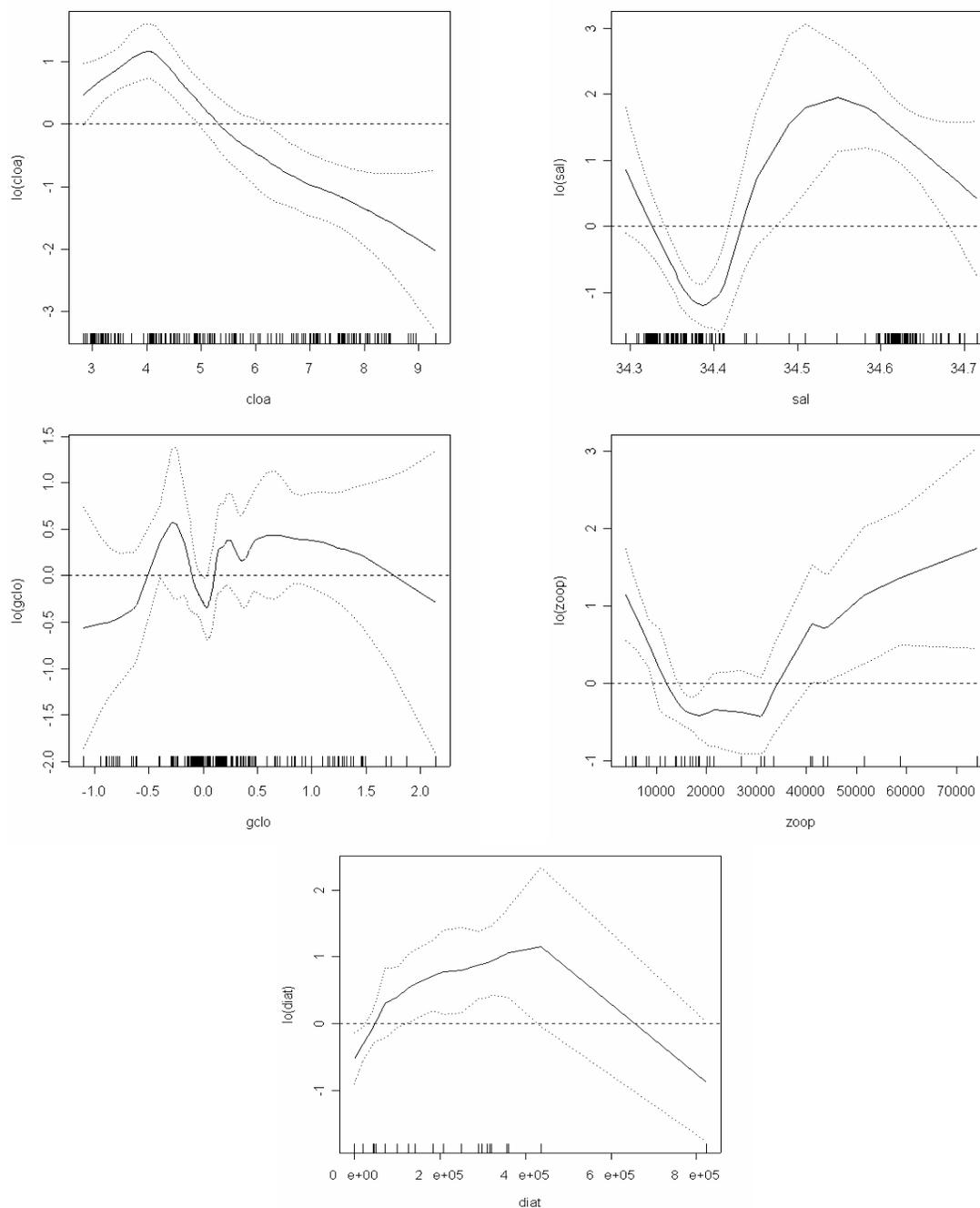


Figura 71. Efectos de los predictores clorofila (clo), salinidad (sal), gradiente de clorofila (gclo), zooplancton (zoop), diatomeas (diat), sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y $\log(\text{predictor})$ funci3n suavizadora loess.

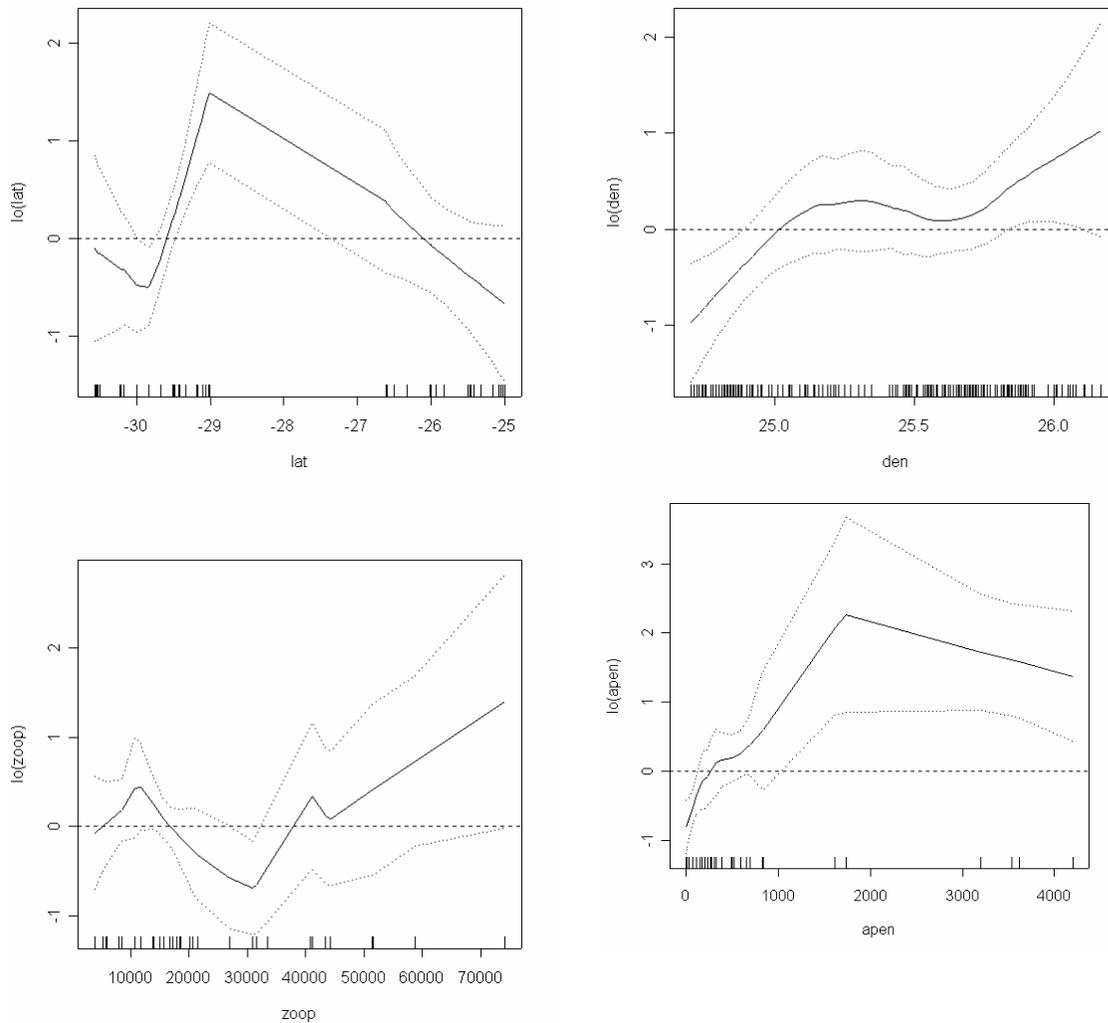


Figura 72. Efectos de los predictores latitud (lat), densidad (den), zooplancton (zoop), ab. Apendicularias (apen), sobre la variable logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Lneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) funci3n suavizadora loess.

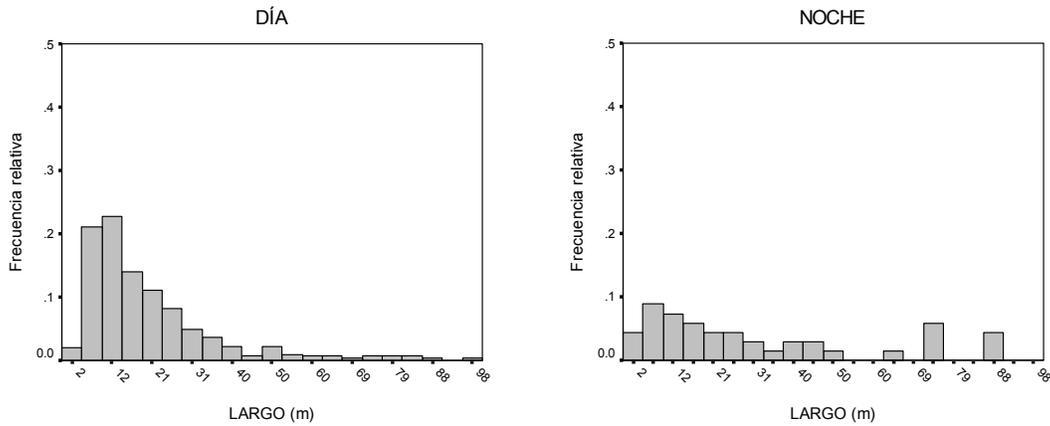


Figura 73. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.

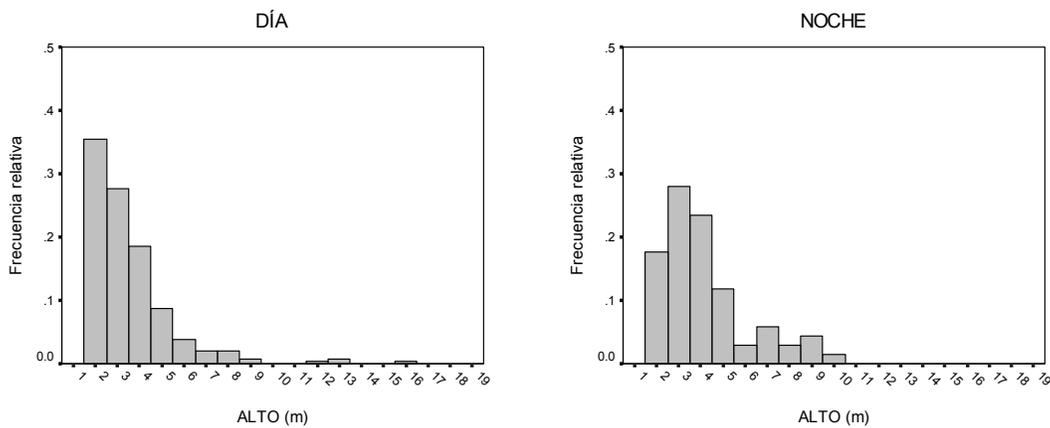


Figura 74. Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.

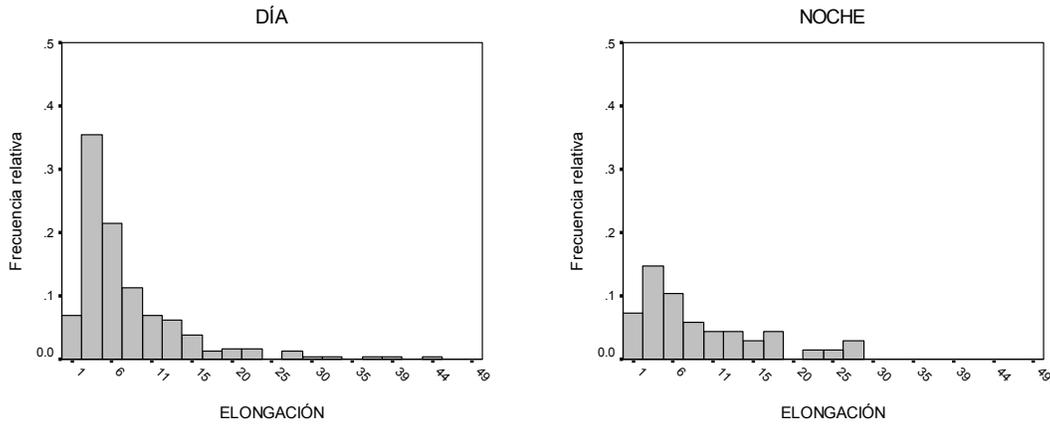


Figura 75. Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones, caso diurno nocturno.

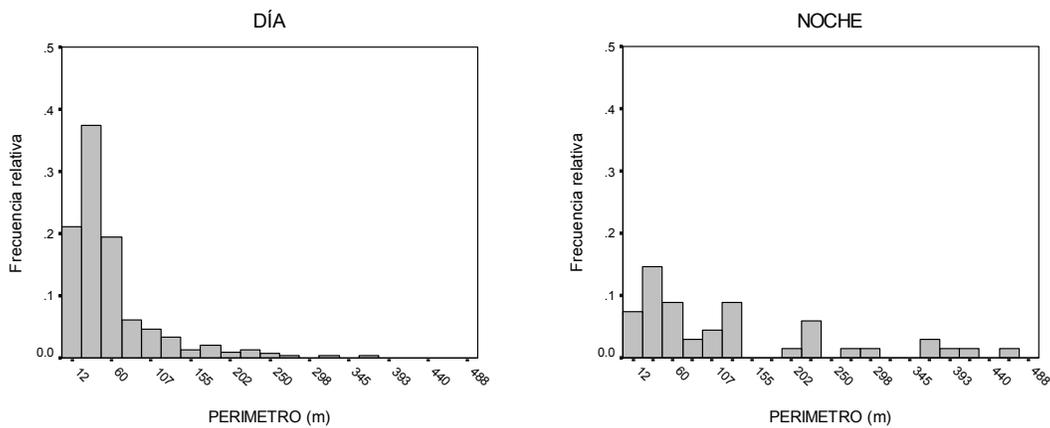


Figura 76. Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones, caso diurno nocturno.

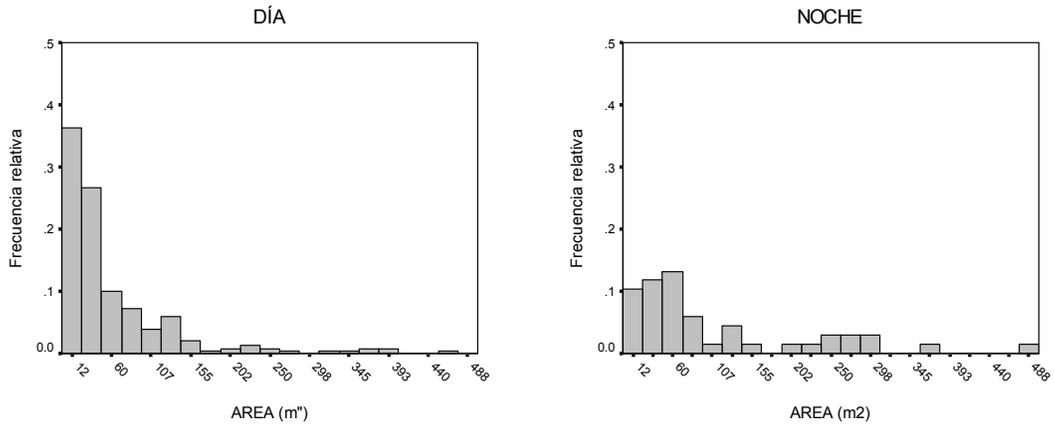


Figura 77. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 1rea de agregaciones, caso diurno nocturno.

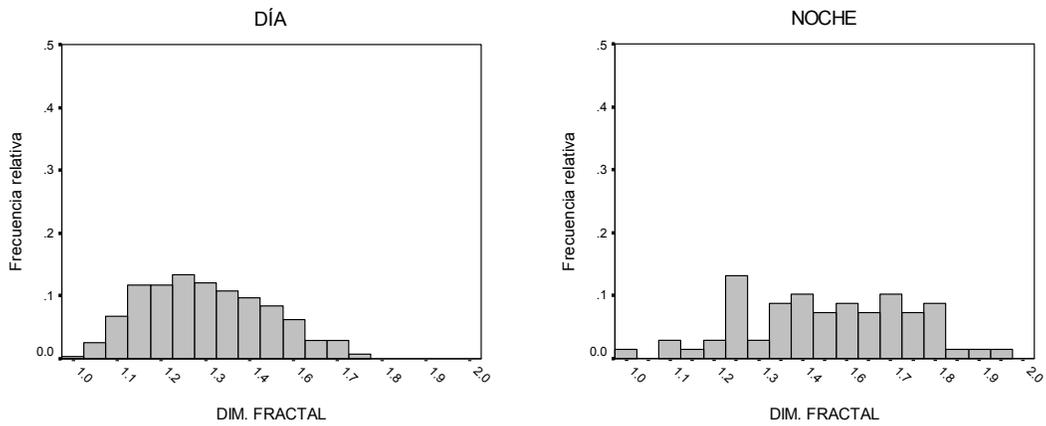


Figura 78. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal, caso diurno nocturno.

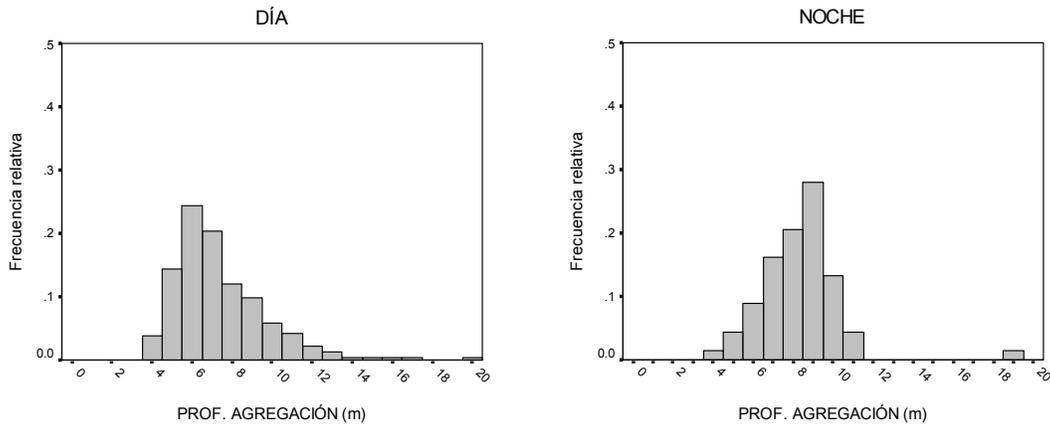


Figura 79. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

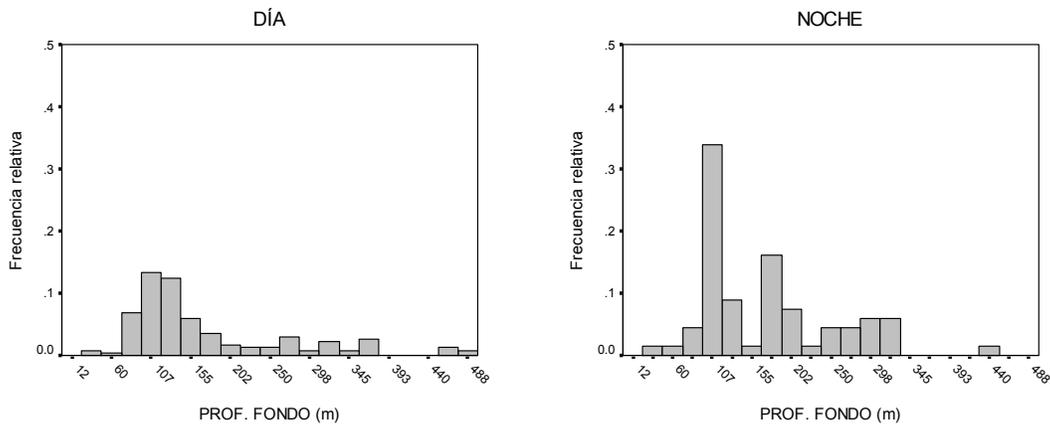


Figura 80. Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.

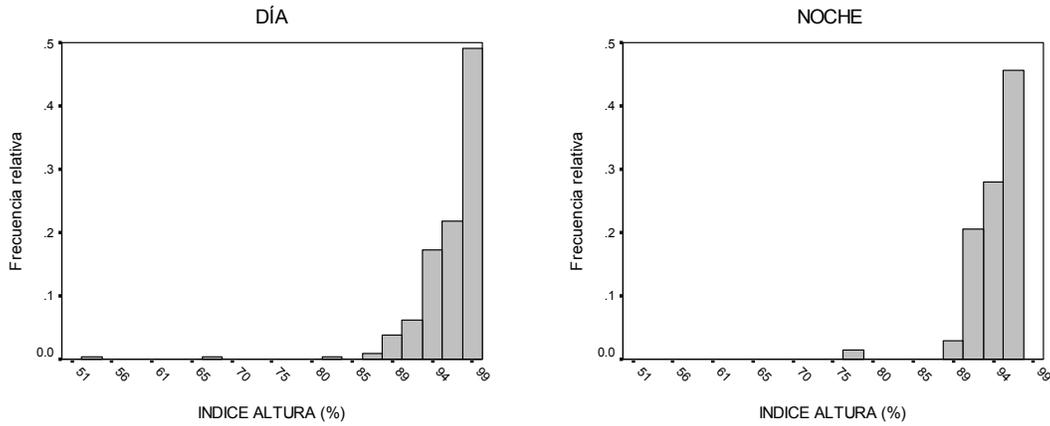


Figura 81. Distribuci3n de frecuencia del descriptor índice de altura, caso diurno nocturno.

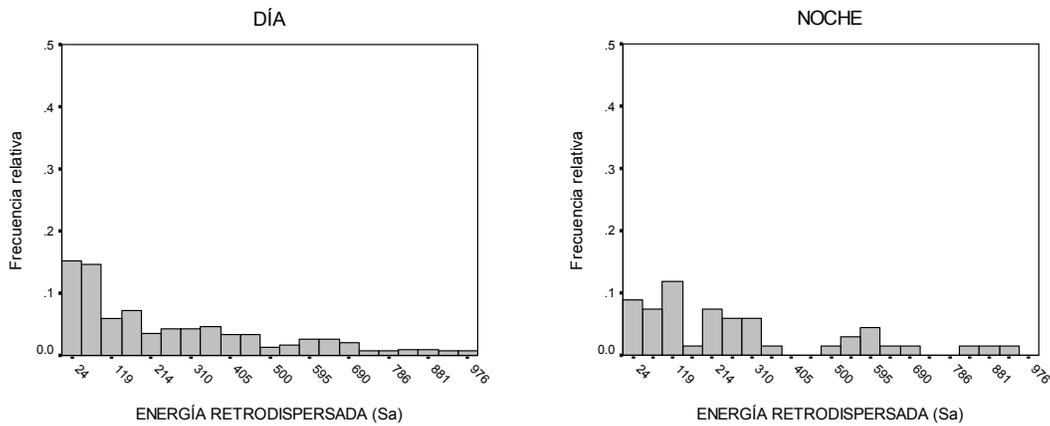


Figura 82. Distribuci3n de frecuencia de energía retrodispersada (Sa), caso diurno nocturno.

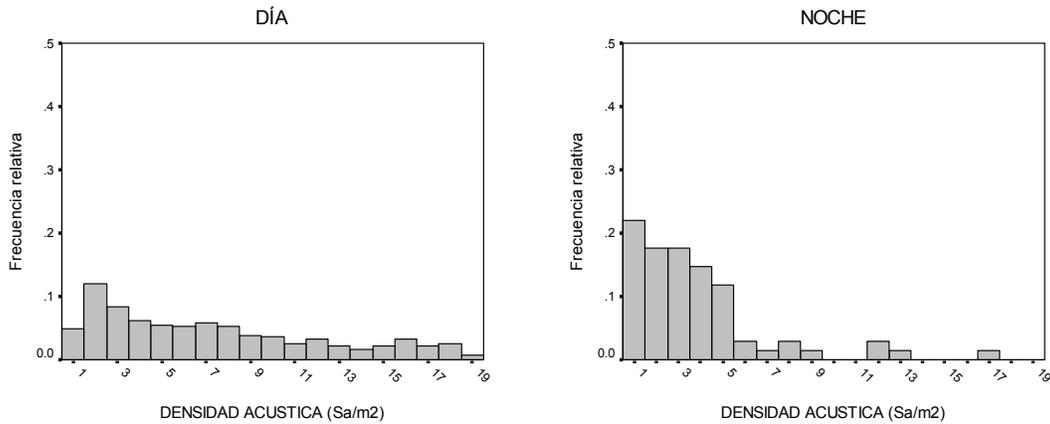


Figura 83. Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

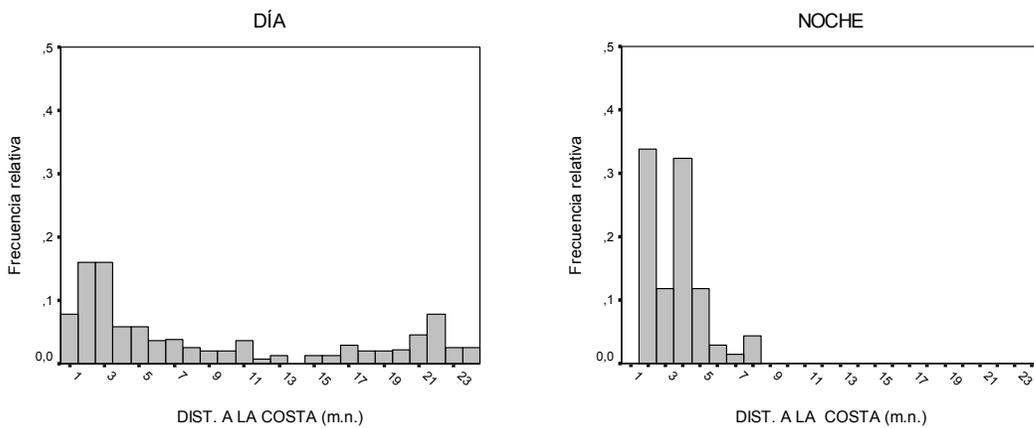


Figura 84. Distribuci3n de frecuencia de la distancia a la costa de agregaciones, caso diurno nocturno.

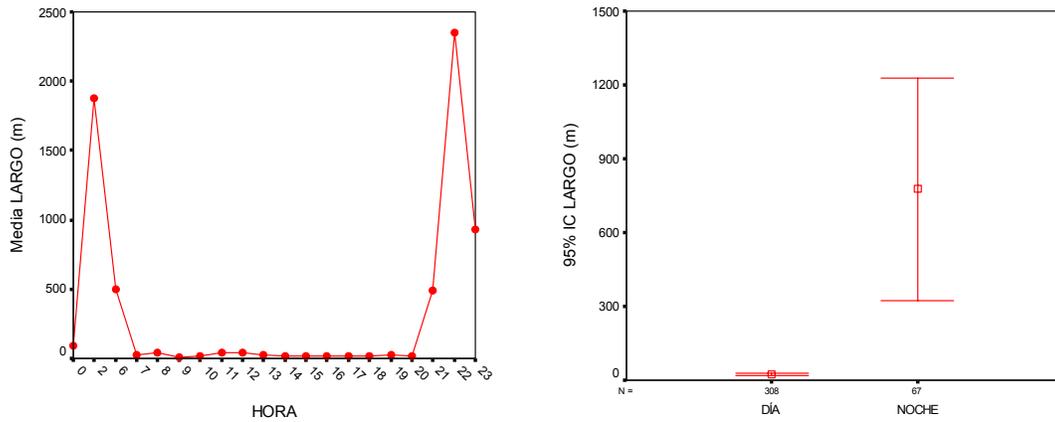


Figura 85. Promedio del largo de agregaciones por rango de hora y día-noche.

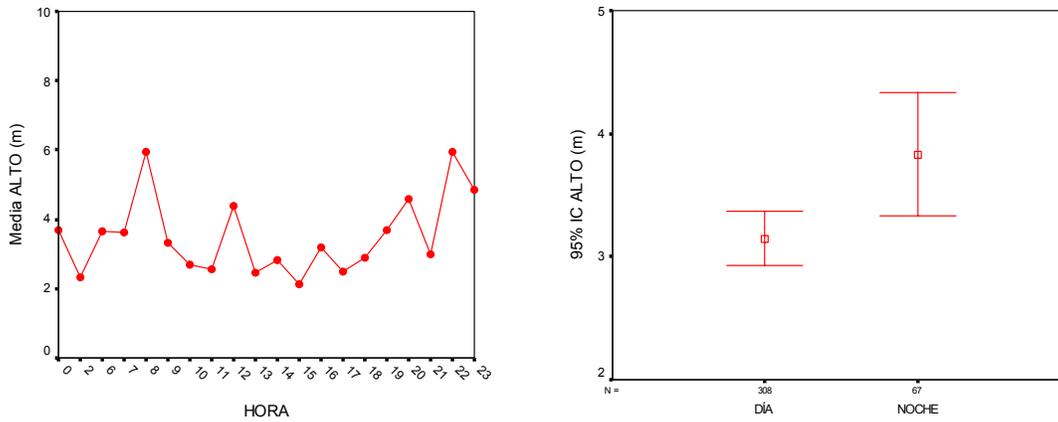


Figura 86. Promedio del alto de agregaciones por rango de hora y día-noche.

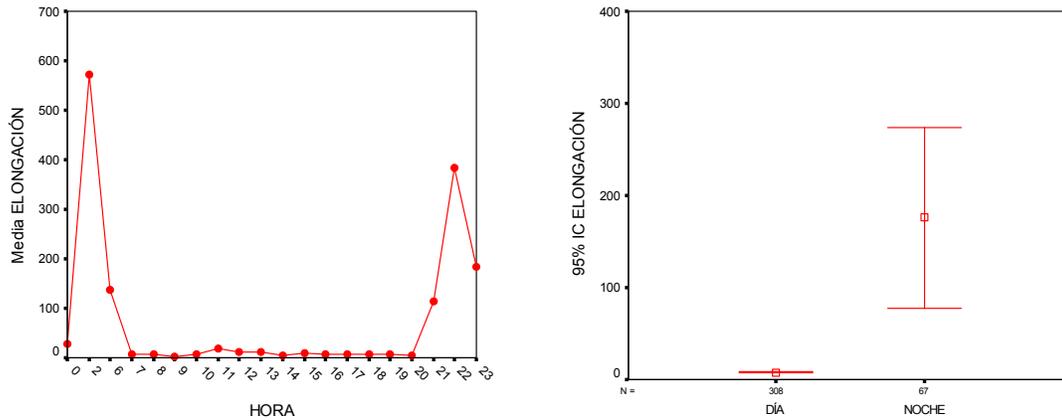


Figura 87. Promedio de elongaci3n de agregaciones por rango de hora y día-noche.

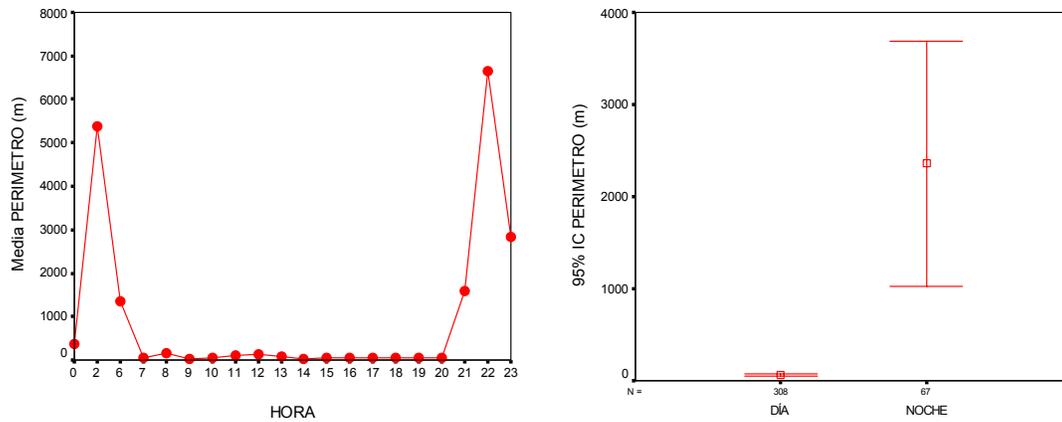


Figura 88. Promedio de perímetro de agregaciones por rango de hora y día-noche.

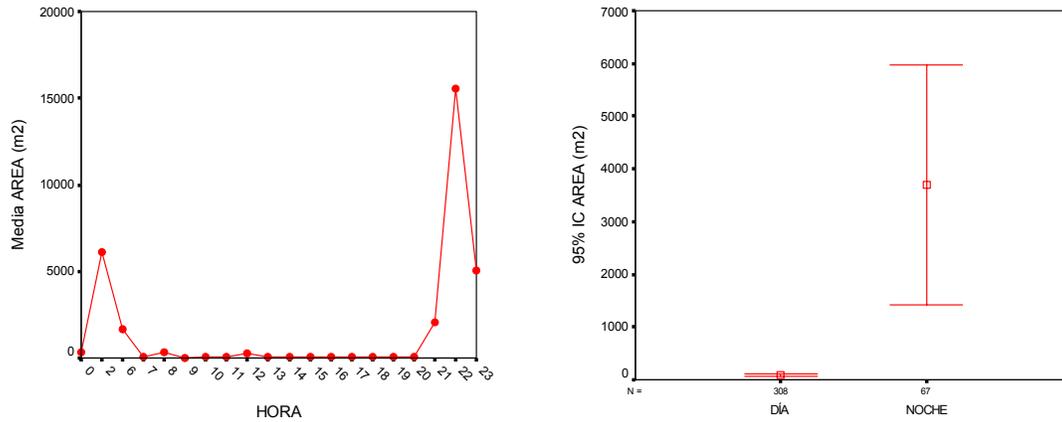


Figura 89. Promedio de área de agregaciones por rango de hora y día-noche.

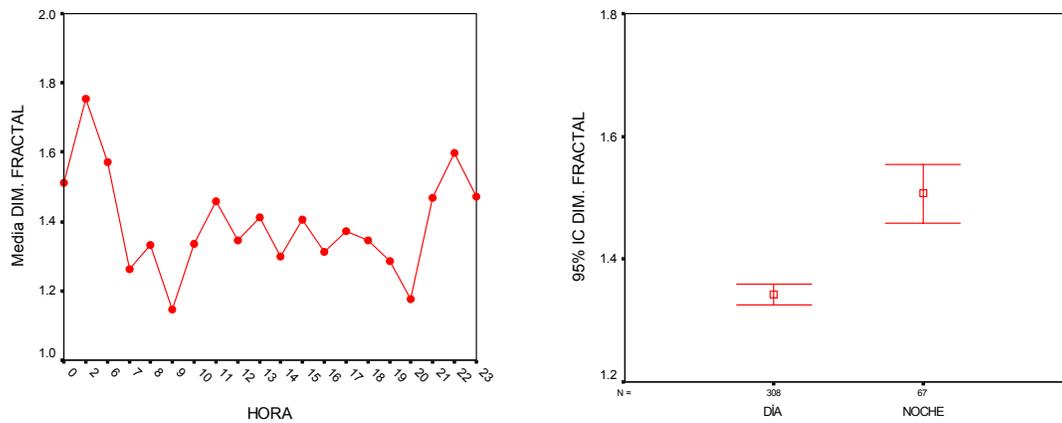


Figura 90. Promedio de la dimensión fractal por rango de hora y día-noche.

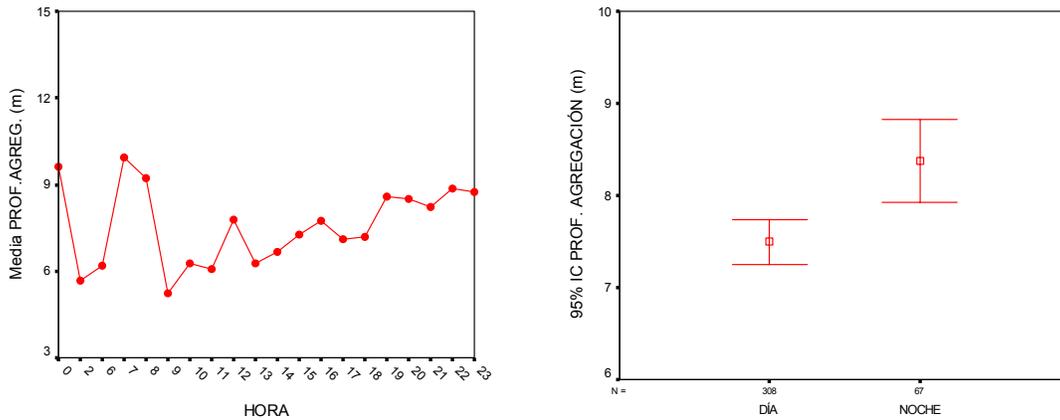


Figura 91. Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora y día-noche.

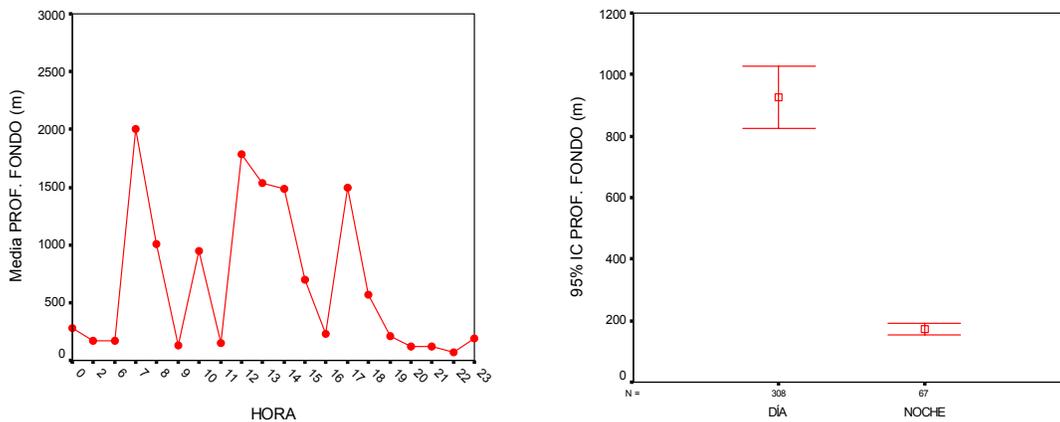


Figura 92. Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora y día-noche.

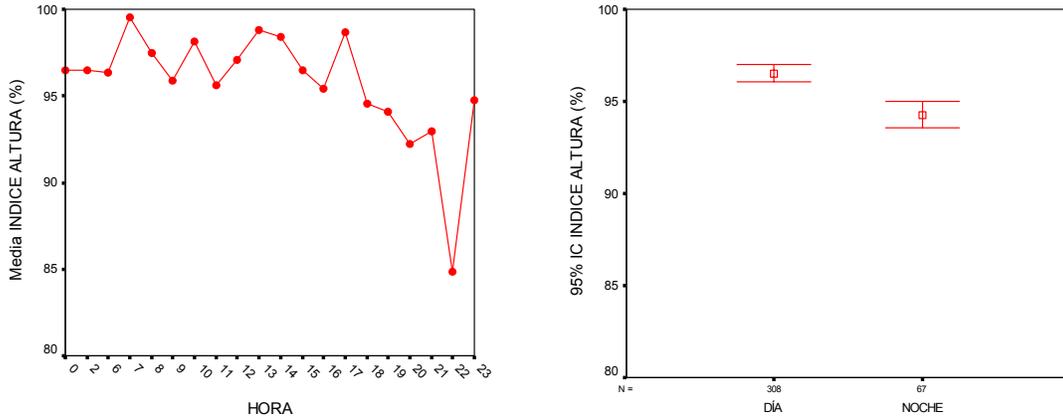


Figura 93. Promedio del índice de altura por rango de hora y día-noche.

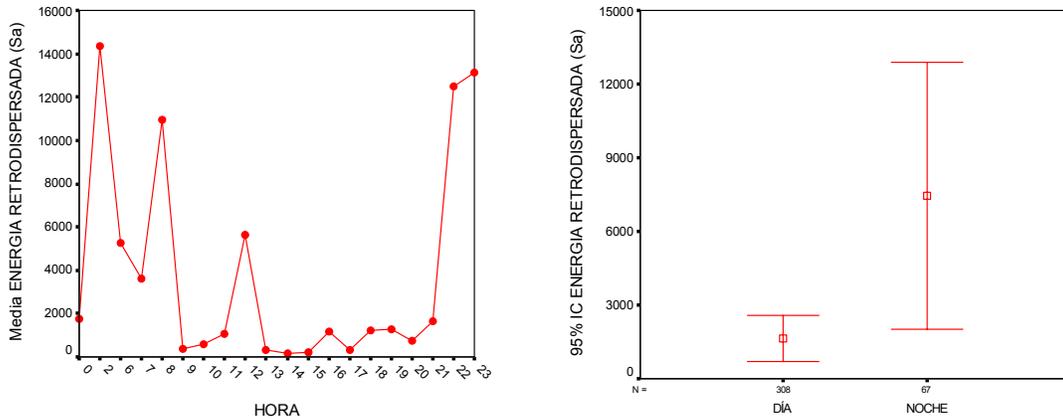


Figura 94. Promedio de energía retrodispersada por rango de hora y día-noche.

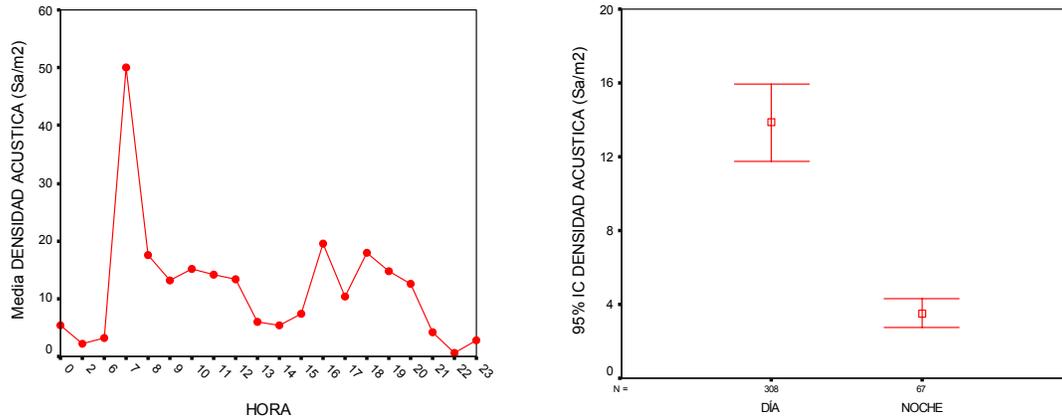


Figura 95. Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora y día-noche.

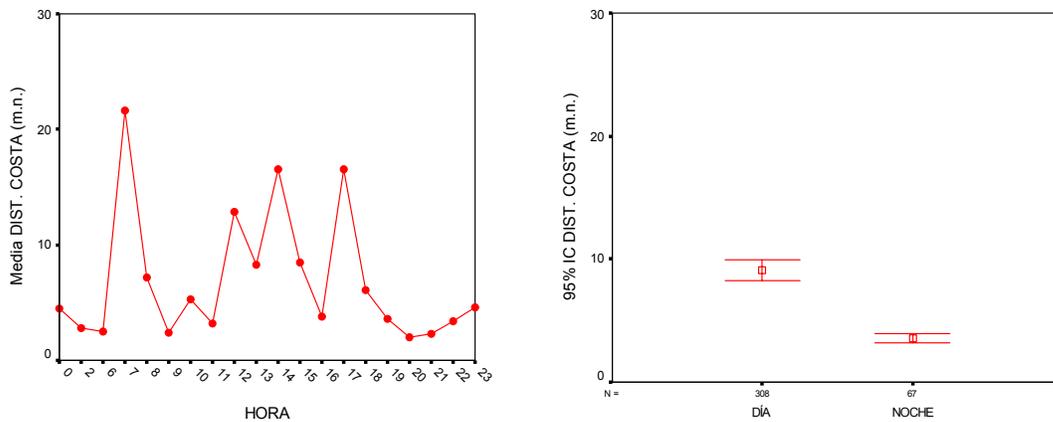


Figura 96. Promedio de distancia a la costa de agregaciones por rango de hora y día-noche.

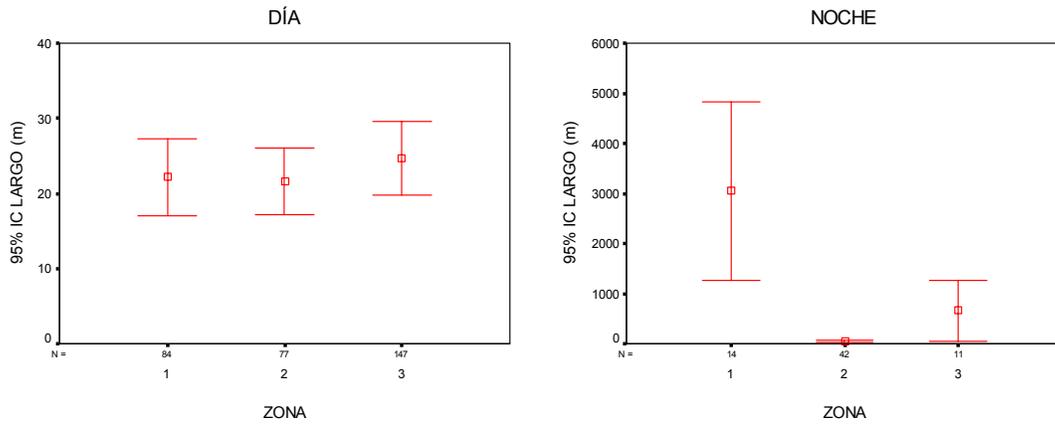


Figura 97. Promedio de largo de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

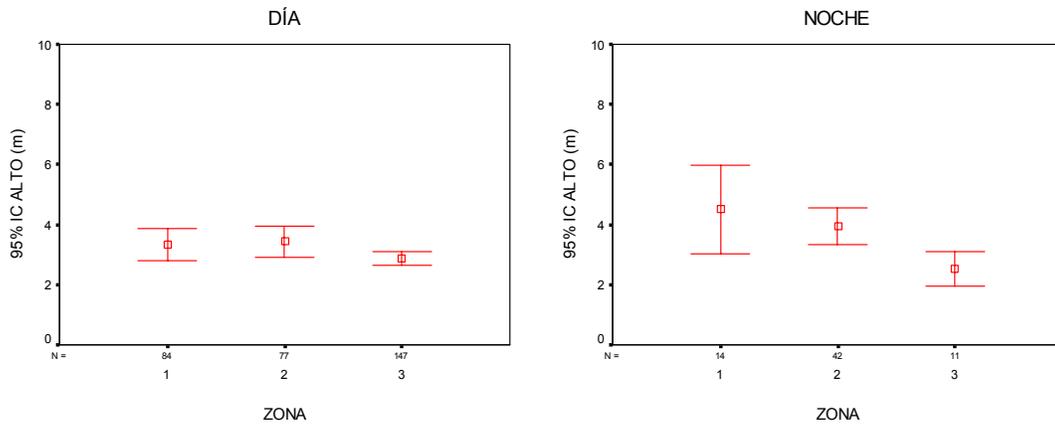


Figura 98. Promedio de alto de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

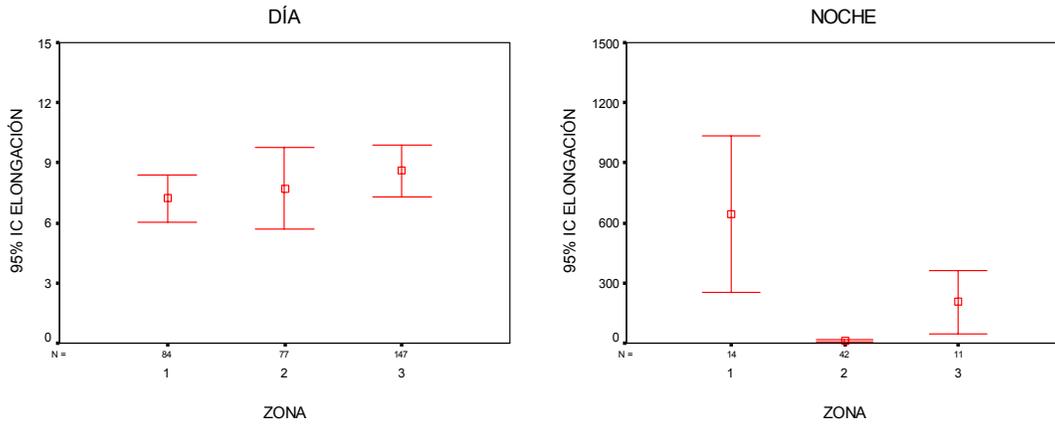


Figura 99. Promedio de elongaci3n de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

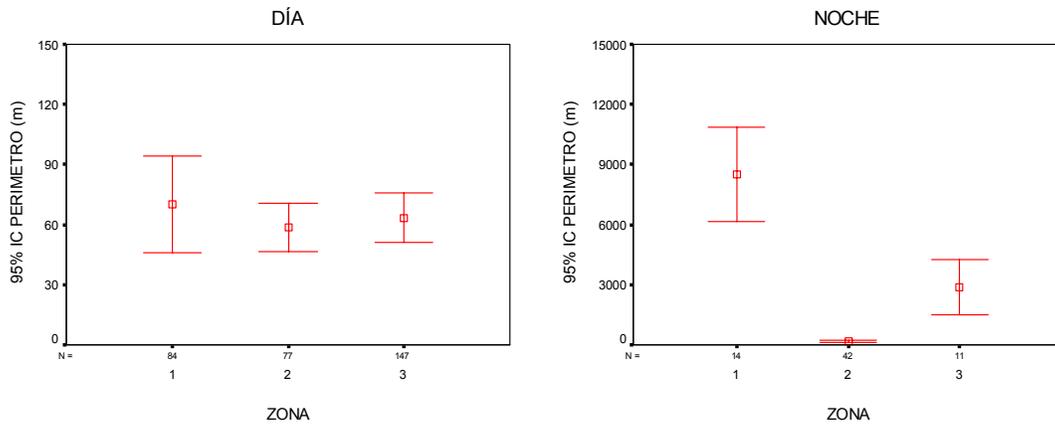


Figura 100. Promedio de perímetro de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

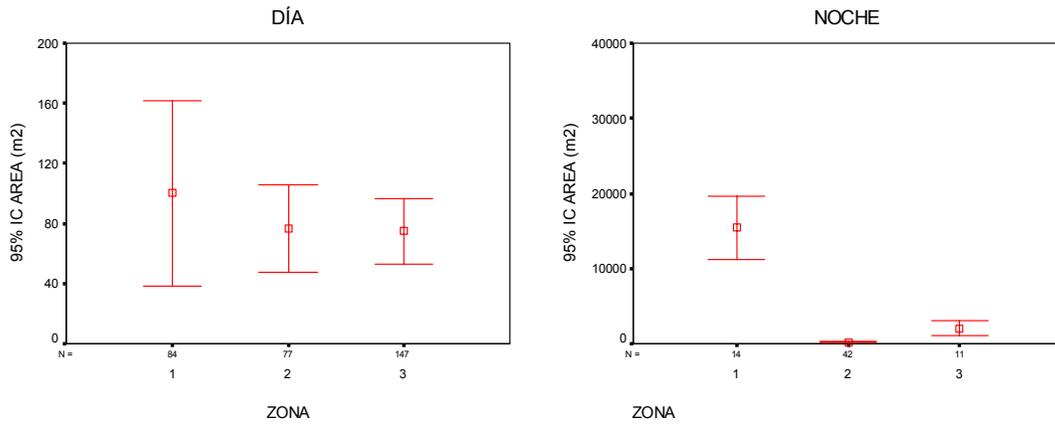


Figura 101. Promedio de 3rea de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

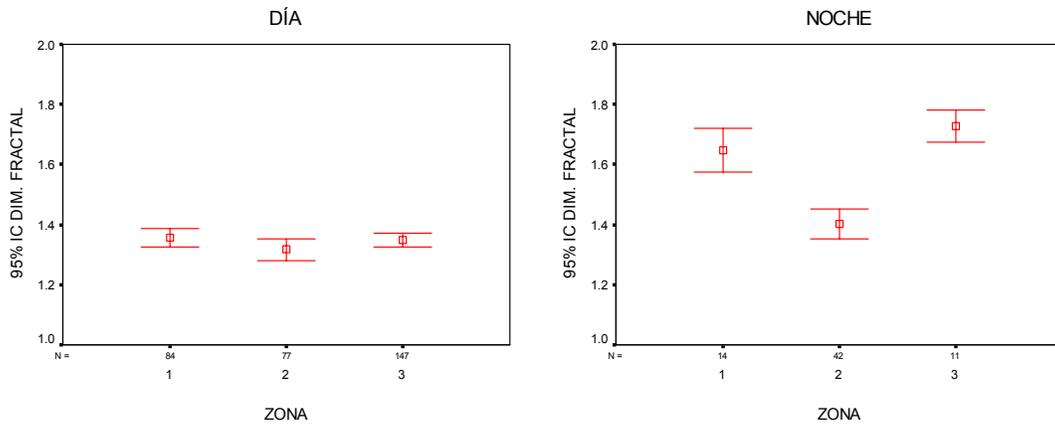


Figura 102. Promedio de dimensi3n fractal por zona, condici3n diurna y nocturna.

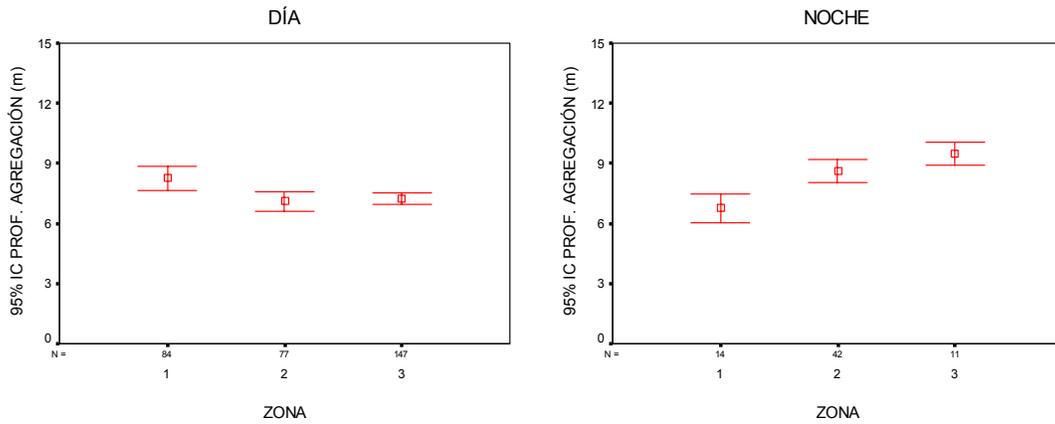


Figura 103. Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

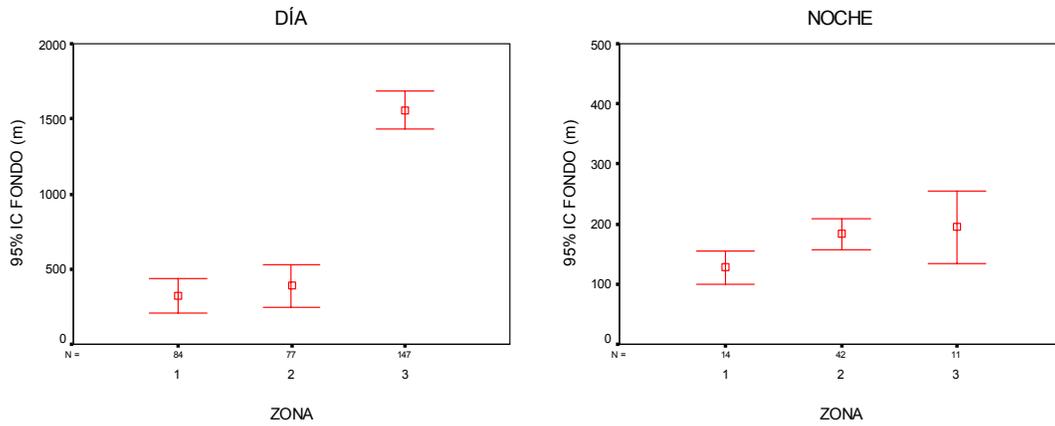


Figura 104. Promedio de profundidad del fondo por zona, condición diurna y nocturna.

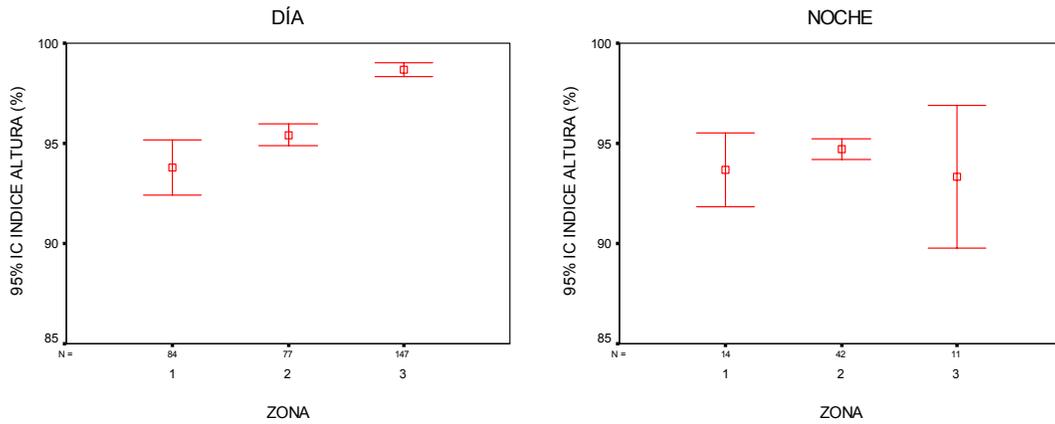


Figura 105. Promedio de índice de altura por zona, condici3n diurna y nocturna.

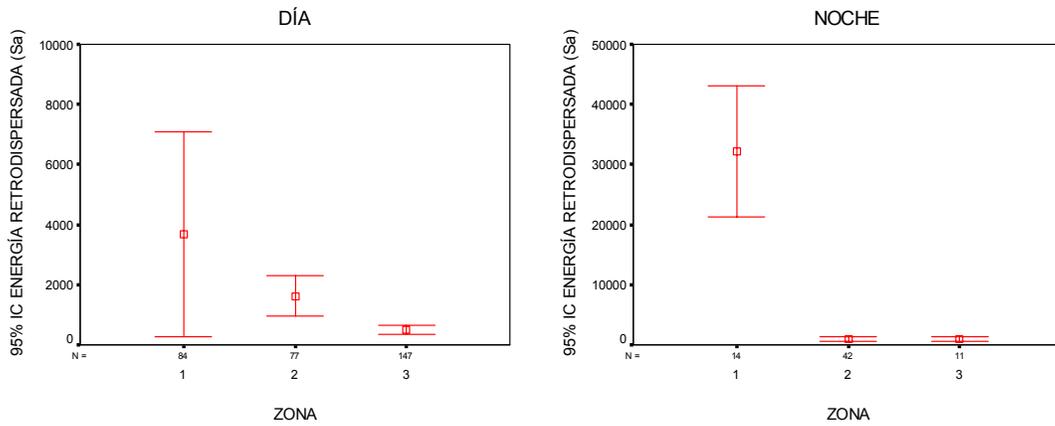


Figura 106. Promedio de Sa de agregaciones por zona, condici3n diurna y nocturna.

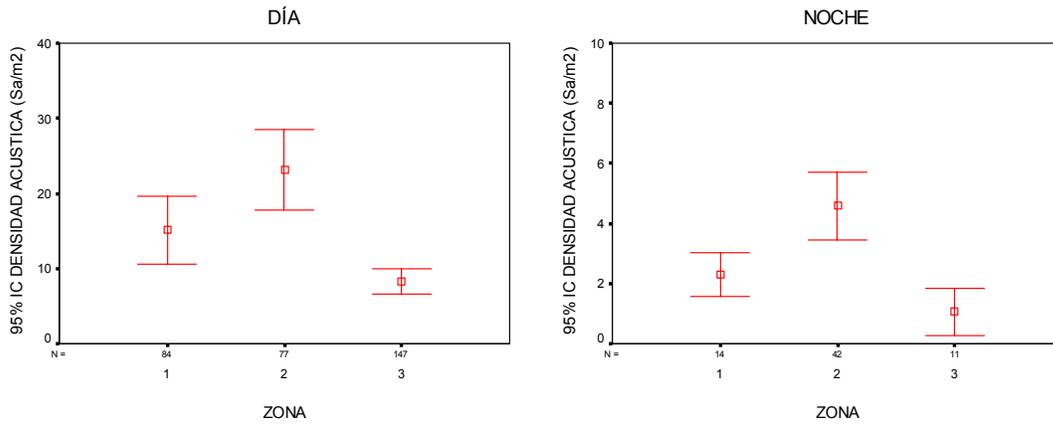


Figura 107. Promedio de densidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

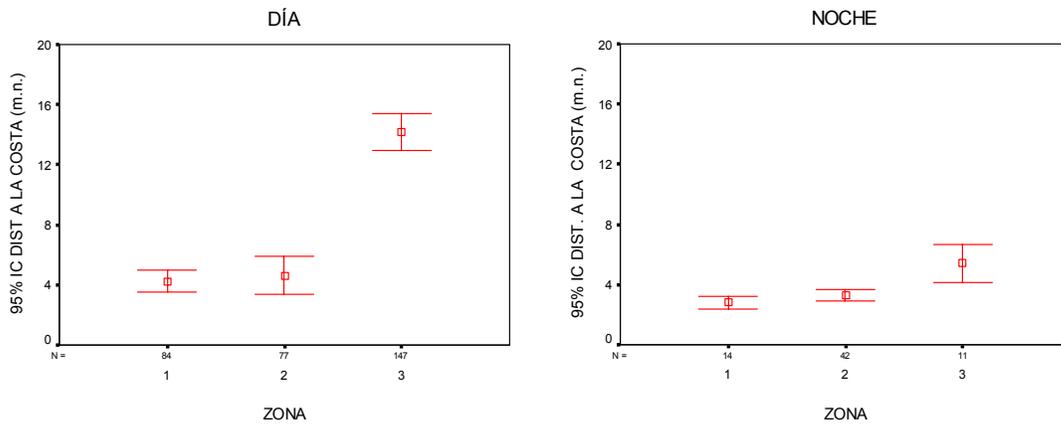


Figura 108. Promedio de distancia a la costa de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

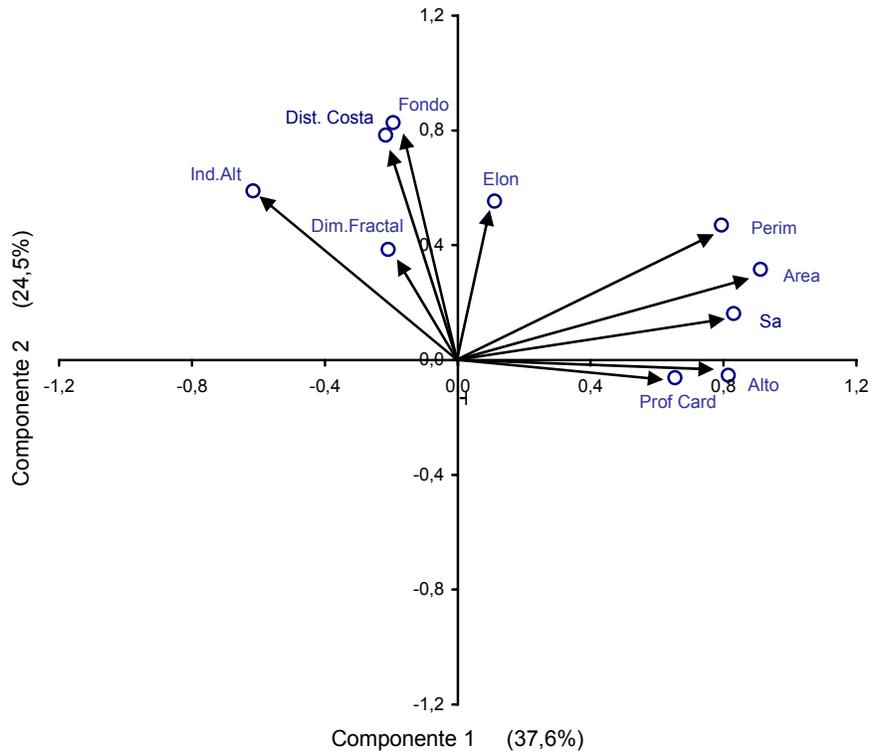


Figura 109. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas

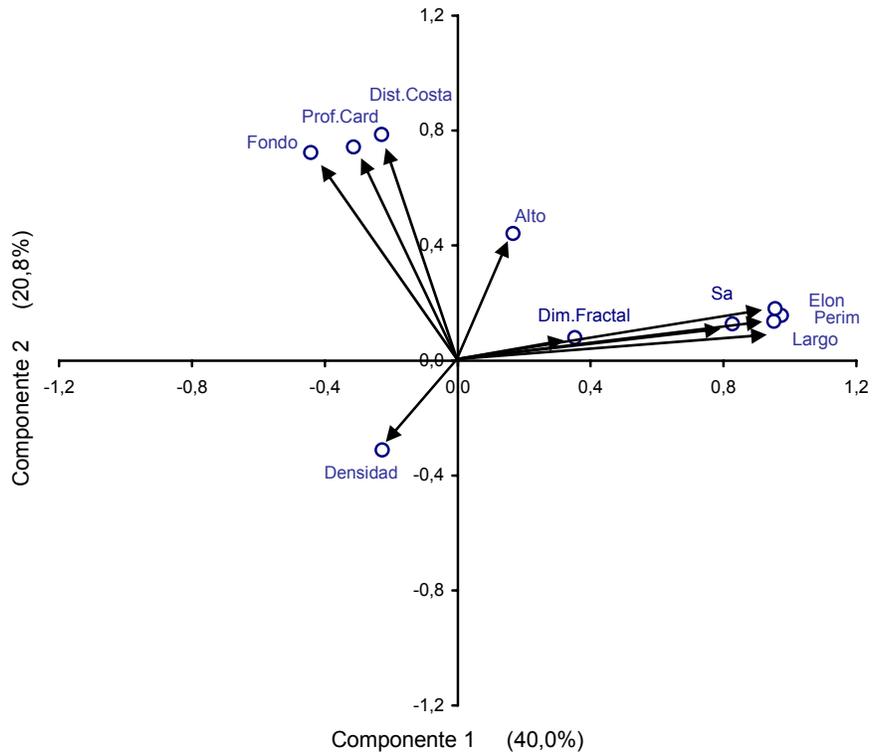


Figura 110. Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

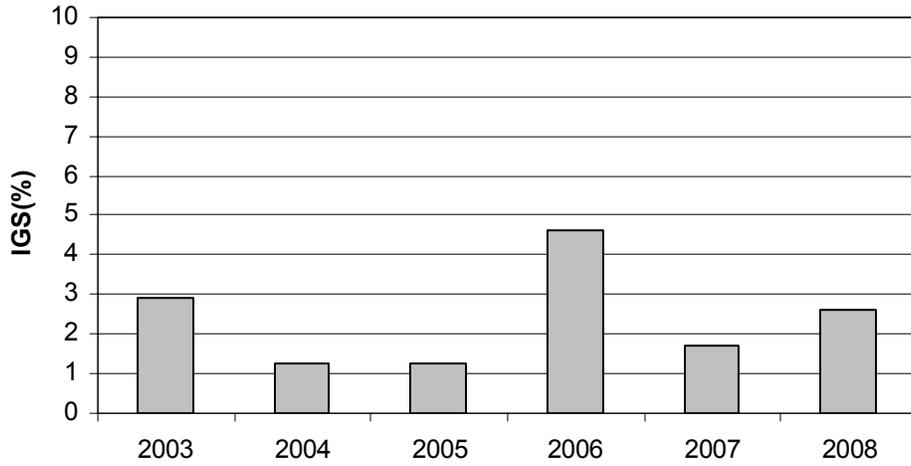


Figura 111. IGS promedio de anchoveta obtenido durante los seguimientos 2003, 2004 y 2005 y cruceros de evaluaci3n RECLAN 2006, 2007 y 2008, 3° y 4° regiones.

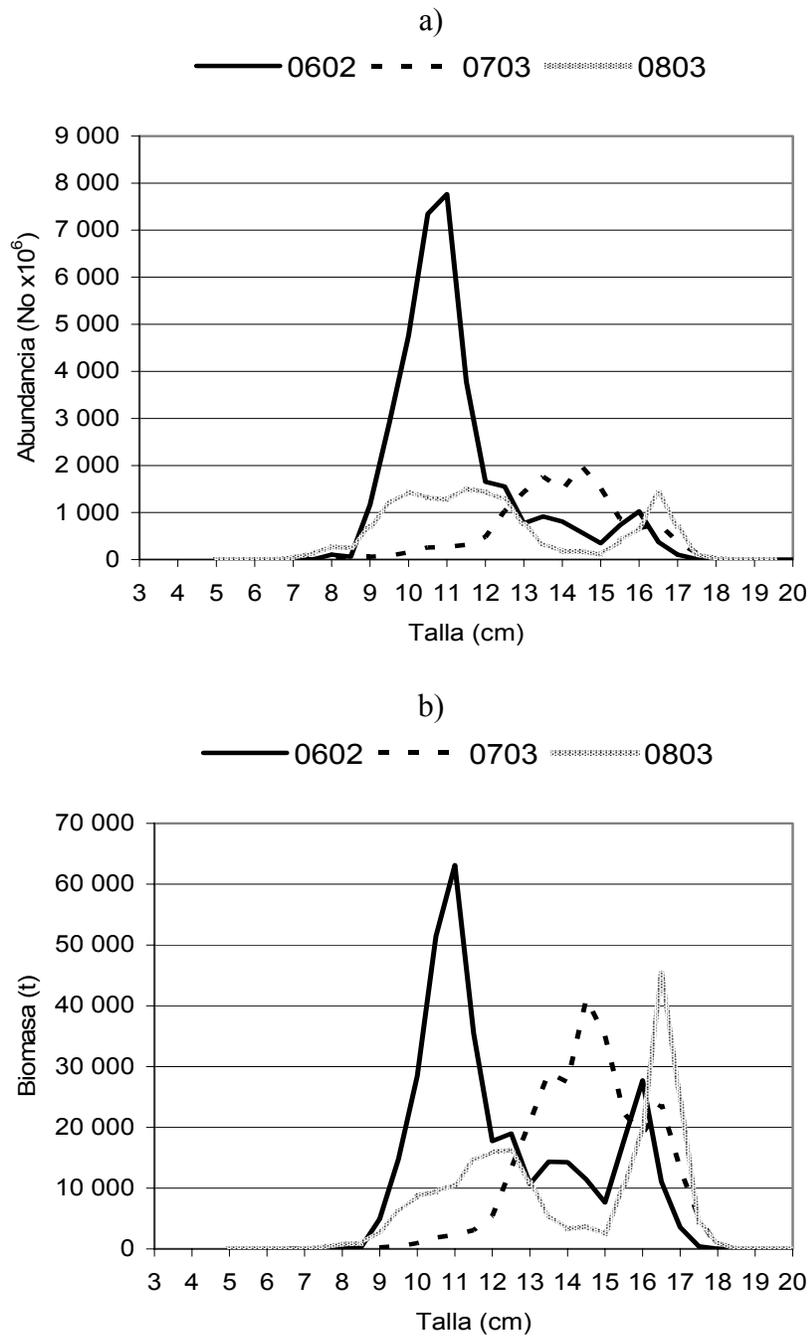


Figura 112. Abundancia (a) y Biomasa (b) por talla en los veranos del 2006 (RECLAN34 0602); 2007 (RECLAN34 0703) y 2008 (RECLAN34 0802).

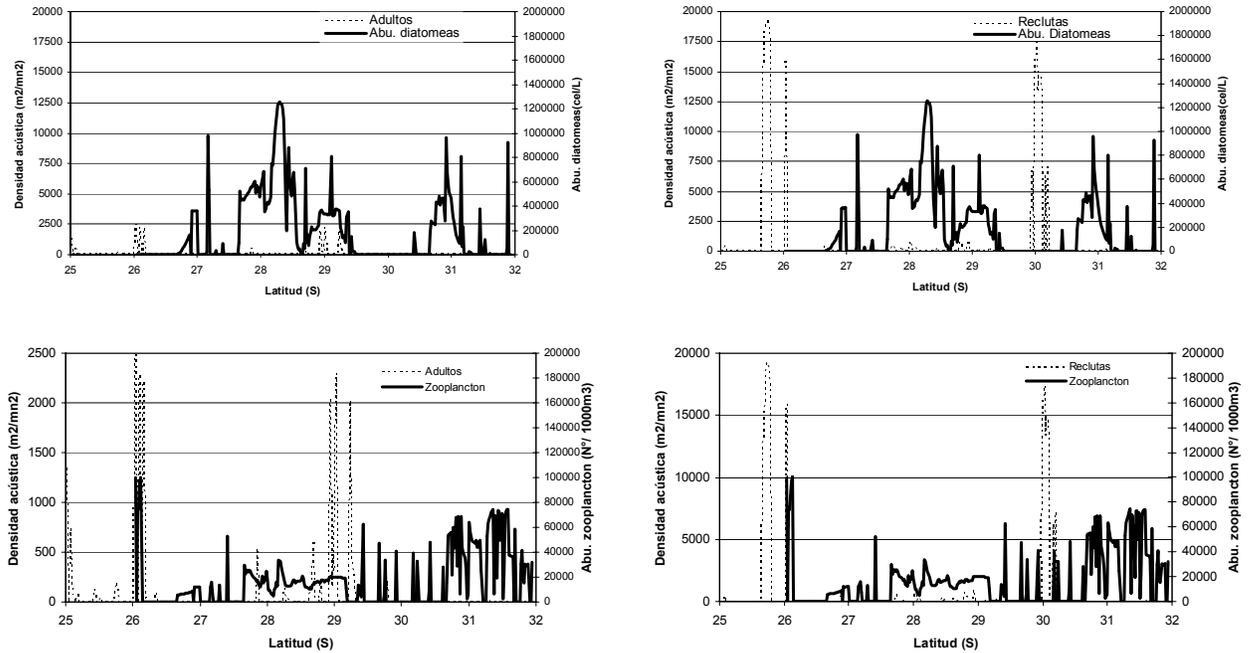


Figura 113. Se1al latitudinal de la densidad de anchoveta, con respecto a las especies de diatomeas y zooplancton. Crucero RECLAN34 0802.

T A B L A S



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 verano de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.

AGUA TIPO	SIGLA	T°C	SAL.
SUBTROPICAL	AST	25,00	35,40
SUBANTARTICA	ASAA	13,00	33,80
ECUATORIAL SUBSUPERFICIAL	AESS	13,00	35,00
INTERMEDIA ANTARTICA	AIAA	3,00	34,00
PROFUNDA DEL PACIFICO	APP	1,75	34,68

**Tabla 3**

Listado de especies encontradas en los análisis cuantitativo y cualitativo de fitoplancton.
Crucero RECLAN del 13 al 27 de febrero de 2008.

DIATOMEAS	DINOFLAGELADOS
Amphiprora sp	Amphidinium auctum
Chaetoceros affinis	Alexandrium sp
Chaetoceros compressus	Ceratium azoricum
Chaetoceros constrictus	Ceratium furca
Chaetoceros convolutus	Ceratium fusus
Chaetoceros curvisetus	Ceratium lineatum
Chaetoceros danicus	Ceratium macroceros
Chaetoceros didymus	Ceratium pentagonium
Chaetoceros minimus	Ceratium teres
Chaetoceros lorenzianus	Ceratium tripos
Chaetoceros radicans	Diplopsalis lenticula
Chaetoceros socialis	Dinophysis acuminata
Cylindrotheca closterium	Dinophysis tripos
Climacodium biconcavo	Gyrodinium lachryma
Corethron criophyllum	Gyrodinium spirale
Coscinodiscus radiatus	Goniodioma polyedricum
Coscinodiscus sp	Gonyaulax spinifera
Dactyliosolen fragilissimus	Gonyaulax polygramma
Detonula pumila	Heterocapsa sp
Eucampia cornuta	Oxytoxum sp
Grammatophora marina	Prorocentrum gracile
Guinardia delicatula	Prorocentrum micans
Guinardia striata	Protoperidinium claudicans
Haslea wawriake	Protoperidinium conicum
Leptocylindrus danicus	Protoperidinium depressus
Licmophora abbreviata	Protoperidinium oceanicum
Lioloma sp	Protoperidinium pentagonium
Navicula sp	Protoperidinium pellucidum
Nitzschia longissima	Protoperidinium steinii
Pleurosigma sp	Pyrocystis lunula
Phaeodactylum tricornutum	Scropsiella trochoidea
Pseudonitzschia australis	
Pseudonitzschia pseudodelicatissima	NANOFLAGELADOS
Pseudonitzschia pungens	Calciosolenia murrayi
Rhizosolenia imbricata	Dictyocha fibula
Rhizosolenia setigera	Eutriptiella sp
Rhizosolenia styliformis	Mesocena sp
Stephanopyxis turris	Mirionecta rubra
Thalassionema frauenfeldii	Nanoflagelado
Thalassionema nitzschioides	Plagioselmis prolonga
Thalassiosira aestivalis	



Tabla 4
Abundancia, dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia
de grupos zooplanctónicos

Grupos zooplanctónicos	Abundancia (N° / 1000 m ³)	Dominancia numérica (%)	Frecuencia de ocurrencia (%)
Coelenterata			
Medusas	9.033	0,37	76
Sifonoforos	34.180	1,39	89
Bryozoa			
Larvas cifonauta	2.979	0,12	68
Ctenophora			
Ctenoforos	3.448	0,14	52
Echinodermata			
Larvas	606	0,02	8
Chaetognatha			
Quetognatos	285.003	11,63	100
Mollusca			
Pteropodos	30.176	1,23	83
Cefalopodos	37	0,00	4
Gastropodos	1.806	0,07	26
Annelida			
Poliquetos	48.369	1,97	97
Arthropoda			
Cladoceros	56	0,00	3
Ostracodos	20.439	0,83	93
Copepodos	1.574.129	64,23	100
Cirripedios	681	0,03	12
Estomatopodos	186	0,01	22
Anfipodos	11.598	0,47	92
Isopodos	2.077	0,08	52
Misidaceos	1.265	0,05	10
Eufausidos	273.620	11,16	100
Decapoda			
Peneidos	3	0,00	1
Sergestidos	280	0,01	8
Caridea	4.733	0,19	79
Callianacea	2.034	0,08	21
Anomura	28.923	1,18	80
Brachyura	20.041	0,82	96
Macrura	11	0,00	1
Chordata			
Apendicularias	74.282	3,03	92
Salpas	2.094	0,09	35
Doliolidos	4.870	0,20	64
Peces	3.609	0,15	76
Huevos			
Peces	4.931	0,20	36
Crustáceos	5.279	0,22	36



Tabla 5
Talla máxima y mínima de los grupos zooplanctónicos (micrones, μ)

Grupos zooplanctónicos	Talla máxima (μ)	Talla mínima (μ)
Coelenterata		
Medusas	28.000	800
Sifonoforos	30.000	500
Bryozoa		
Larvas cifonauta	900	500
Ctenophora		
Ctenoforos	27.000	700
Echinodermata		
Larvas	1.000	600
Chaetognatha		
Quetognatos	23.000	5.200
Mollusca		
Pteropodos	34.700	800
Cefalopodos	29.600	6.300
Gastropodos	1.300	500
Annelida		
Poliquetos	20.000	2.100
Arthropoda		
Cladoceros	800	600
Ostracodos	4.300	500
Copepodos	5.000	600
Cirripedios	800	400
Estomatopodos	24.000	3.600
Anfipodos	12.200	900
Isopodos	2.200	2.000
Misidaceos	9.700	3.500
Eufausidos	24.000	1.600
Decapoda		
Peneidos	3.700	
Sergestidos	2.400	1.100
Caridea	52.000	2.700
Callianacea	10.000	4.000
Anomura	15.200	800
Brachyura	7.000	800
Macrura	35.000	
Chordata		
Apendicularias	5.000	800
Salpas	34.000	1.500
Doliolidos	28.000	3.000
Peces	7.300	2.200
Huevos		
Peces	2.600	700



	Crustáceos	800	300
--	------------	-----	-----

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, 0702 y 0802.

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
802	25%	13.0	10.0
	50%	14.1	11.5
	75%	16.5	13.5



Tabla 7

Resumen de operaci3n y captura del B/C Abate Molina. Crucero RECLAN34 0802.

Lance N°	Fecha	Calado		Virado		Tiempo de Arrastre (hr)	Velocidad Arrastre	Distancia Arrastre	Captura (kg)		Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora				Latitud	Longitud	Anchoveta	Otras	Anchoveta
1	08-02-2008	8:55	25°55.7	70°55.6	9:25	25°57.79	70°55.64	0.5	3.2	0	1	0	100
2	09-02-2008	11:09	25°09.7	70°31.8	11:39	25°11.39	70°31.53	0.5	3.7	0.8	3.5	19	81
3	09-02-2008	17:04	25°26.2	70°34.74	17:30	25°24.43	70°34.73	0.4	4.3	0.2	2	8	92
4	10-02-2008	1:29	25°21.53	70°38.7	1:39	25°20.8	70°38.81	0.2	4.5	0.1	16	1	99
5	10-02-2008	11:16	25°40.92	71°03.94	11:40	25°39.15	71°03.25	0.4	3.9	0	0	0	0
6	11-02-2008	21:15	25°54.77	70°46.02	21:30	25°53.85	70°46.08	0.6	4.5	0	91	0	100
7	12-02-2008	3:25	26°21.5	70°49.9	3:55	26°19.6	70°47.9	0.5	4.4	0	195	0	100
8	12-02-2008	20:18	26°37.1	70°44.2	20:48	26°35.22	70°43.8	0.5	4.0	1586.3	60	96.4	3.6
9	13-02-2008	0:19	26°15.77	70°42.3	0:29	26°15.09	70°42.31	0.2	4.0	1281.2	24	93.8	1.7
10	13-02-2008	21:01	26°21.5	70°43.2	21:16	26°20.51	70°42.87	0.2	4.3	385	38	91.0	9.0
11	14-02-2008	22:12	27°11.09	71°01.21	22:42	27°09.22	70°59.74	0.5	4.1	33	7	83.2	16.8
12	16-02-2008	15:01	27°41.6	71°21.5	15:31	27°39.63	71°20.26	0.5	4.5	0	13	0	100
13	18-02-2008	22:12	28°38.92	71°19.14	22:42	28°40.07	71°19.76	0.5	4.4	9	4	69.2	30.8
14	19-02-2008	22:09	28°38.2	71°22	22:43	28°34.91	71°21.76	0.6	4.2	29	3.28	89.8	10.2
15	21-02-2008	10:05	29°20.1	71°23.9	10:20	29°19.68	71°21.76	0.2	4.4	0	1.84	0.0	100
16	21-02-2008	12:43	29°21.79	71°40.68	13:03	29°20.4	71°40.67	0.3	4.1	399	0.00	100	0
17	21-02-2008	15:44	29°32.17	71°43.06	16:20	29°29.91	71°43.2	0.6	3.9	82.7	7.30	91.9	8.1
18	22-02-2008	21:52	29°50.21	71°27.54	22:22	29°49.49	71°25.3	0.5	4.5	1680	0	100	0
19	23-02-2008	11:11	30°01	71°32.9	11:31	29°59.56	71°33.27	0.3	4.5	132.8	4.73	97	3.44
20	23-02-2008	5:20	30°10.1	71°31.3	5:43	30°10.1	71°33.3	0.4	3.6	0	11.4	0	100
21	23-02-2008	21:24	30°11.34	71°34.45	22:04	30°09.4	71°32.4	0.7	4.0	122	14.2	89.57	10.4



Tabla 8

Captura (Kg) por especie y total realizada por el B/CI Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN34 0802.

Lance	Embarcaci3n	Total	Anchoveta	Jurel	Caballa	Agujilla	Jibia	Sierra	Calamar	Medusa	sardina espoiola	Cojinova	Mote	Pampanito	Bianquillo	Raya	camar3n
1	A. molina	0.8	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	A. molina	4.3	0.8	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	A. molina	2.62	0.2	0.8	0.0	0	0.8	0	0	0.82	0	0.03	0	0	0	0	0
4	A. molina	16.3	0.1	0.4	0	0	8.2	0	0.3	7.2	0.0	0	0	0	0	0	0.05
5	A. molina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	A. molina	91	0	90	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	A. molina	195	0	22	0	0	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	A. molina	1646.3	1686.3	48	0	0	0	0.1	0	11.9	0	0	0	0	0	0	0
9	A. molina	1366.4	1281.2	23	0	0	0	0.3	61.9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	A. molina	422.8	385	5	0	0	0.0	0	3.8	29	0	0	0	0	0	0	0
11	A. molina	39.7	33	4	0	0	0	0	0.3	2.4	0	0	0	0	0	0	0
12	A. molina	13.1	0.0	12	1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	A. molina	13	9	0	0	0	0	0	0.3	3.7	0	0	0	0	0	0	0
14	A. molina	32.2	29	0.04	0	0	0	0	2.8	0	0	0	0.4	0	0	0	0
15	A. molina	1.8	0	1.5	0	0	0	0.0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
16	A. molina	399	399	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	A. molina	90	82.7	0	0	0	0	0	2.1	5.2	0.04	0	0	0	0	0	0
18	A. molina	1680	1680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
19	A. molina	137.5	132.8	0.01	0	0	0	0	0.01	4.7	0.02	0	0	0	0	0	0
20	A. molina	11.4	0	0	0	0	0	0	1.7	9.7	0	0	0	0.002	0	0	0
21	A. molina	136.1	122	0	0	0	0	0.6	1.1	9.9	0	0	0	0.002	0.01	2.5	0
	Captura Total	6299.3	5741.1	210.9	2.06	0.1	182.0	1.0	74.6	84.5	0.06	0.03	0.40	0.00	0.01	2.50	0.05
	Captura por especie (%)		91.14	3.35	0.03	0.00	2.89	0.02	1.18	1.34	0.001	0.0005	0.01	0.0001	0.0002	0.04	0.001



Tabla 9

Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN34 0802.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona Total
Lances totales	10	4	7	21
Lances exitosos	3	3	5	11
% lances exitosos	30	75	71	52.4
% de reclutas en N°	23.0	100.0	51.6	57.0
% de reclutas en peso	11.0	100.0	33.8	30.5
Peso Prom. (g)	22.8	5.4	11.7	13.0
L. Prom. (cm)	14.3	9.4	12.1	12.0
P. Prom. Recl (g)	10.8	5.4	7.7	7.0
L. Prom. Recl (cm)	11.6	9.4	10.8	10.2

Tabla 10

Límites de las zonas según la estratificación de tallas de anchoveta y lances de pesca asignados. Crucero RECLAN34 0802.

Zona	Límite		Lances
	Norte	Sur	Abate Molina
1	24° 55' S	26°55'S	1,2,3,4,5,6,7,8,9 y 10
2	26°55'S	28°55'S	11,12,13 y 14
3	28°55'S	31°55'S	15,16,17,18,19,20 y 21



Tabla 11

Comparación de estructura de tallas de anchoveta entre zonas, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAN34 0802.

Anchoveta		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	19
	N° Categorías =	11
	z =	1,64485
	Grupos =	3
	np =	657
Zona	X ² calculado	Ho
1	286,67	R
2	282,67	R
3	309,33	R
% APROBACIÓN		0,00

R : Se rechaza H₀.

NR : No hay evidencia para rechazar H₀.

np : n ponderado.

Ho : Hipótesis nula. La estructura de tallas de la zona “es igual” a la estructura generada por el conjunto de zonas.



Tabla 12

Comparación de estructura de tallas de anchoveta, mediante el test DHG ($\alpha = 0,05$). Datos ponderados a la captura para la zona 1,2 y 3. Crucero RECLAN34 0802.

Zona 1		
Parámetros del análisis	X ² critico =	26
	N° Categorías =	16
	z =	1,64405
	Grupos =	3
	np =	213
Lance	X ² calculado	Ho
8	60,49	R
9	63,55	R
10	10,23	NR
% APROBACIÓN		33,33

Zona 2		
Parámetros del análisis	X ² critico =	19
	N° Categorías =	11
	z =	1,64485
	Grupos =	3
	np =	209
Lance	X ² calculado	Ho
11	27,89	R
13	40,13	R
14	13,28	NR
% APROBACIÓN		33,33

Zona 3		
Parámetros del análisis	X ² critico =	31
	N° Categorías =	20
	z =	1,64485
	Grupos =	5
	np =	230
Lance	X ² calculado	Ho
16	37,37	R
17	3,84	NR
18	128,31	R
19	5,14	NR
21	8,67	NR
% APROBACIÓN		60,00

- np : n ponderado.
 R : Se rechaza H₀.
 NR : No hay evidencia para rechazar H₀.
 Ho : Hipótesis nula. La estructura de talla del lance "es igual" a la estructura generada por el conjunto de lances de la zona.



Tabla 13

Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelo lineal y no lineal. Crucero RECLAN34 0802.

Parámetros	Modelo lineal				Modelo no lineal
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona Total	
a	0.004366574	0.002881	0.002612	0.002965	0.002442
b	3.184945094	3.337659	3.343406	3.311695	3.388210
R ²	0.980	0.951	0.977	0.983359	0.994759
N	600	600	1000	2200	2200

Tabla 14

Análisis de varianza (Andeva) para anchoveta. Crucero RECLAN34 0802.

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
Zona 1	13.693	43.612	141.708	2.807	598
Zona 2	8.204	27.383	96.068	4.672	598
Zona 3	20.143	67.346	230.512	5.346	998
Regresión pool (p)				12.825	2194
Regresión Común (c)	42.040	138.341	468.288	13.053	2196
Regresión total (t)	94.130	311.731	1049.820	17.462	2198

k=	3
GLp=	2194
Fc =	19.4324724
F 0.05(1) =	3.12
Ho=	Es rechazada



Tabla 15

Análisis de varianza para anchoveta por subzona y total. Crucero RECLAN34 0802.

Zona		GL	Sc	Pc	F	Valor crítico
Zona 1	Regresi3n	1	26.20	26.20	29594.23	0
	Residuos	598	0.53	0.00		
	Total	599	26.73			
Zona 2	Regresi3n	1	17.24	17.24	11697.41	0
	Residuos	598	0.88	0.00		
	Total	599	18.12			
Zona 3	Regresi3n	1	42.47	42.47	42031.36	0
	Residuos	998	1.01	0.00		
	Total	999	43.48			
Zona total	Regresi3n	1	194.71	194.71	129947.46	0
	Residuos	2198	3.29	0.00		
	Total	2199	198.01			



Tabla 16

Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos.
Crucero RECLAN34 0802.

Longitud (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	RECLAN 0802 Modelo lineal	RECLAN 0802 Modelo no-lineal
a	0.004367	0.002881	0.002612	0.002965	0.002442
b	3.184945	3.337659	3.343406	3.311695	3.388210
R ²	0.980160	0.951283	0.976783	0.983359	0.994759
3.00					
3.50					
4.00					
4.50					
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00	2.15	1.91	1.75	1.87	1.78
7.50	2.67	2.40	2.20	2.34	2.25
8.00	3.28	2.98	2.73	2.90	2.80
8.50	3.98	3.64	3.34	3.55	3.44
9.00	4.78	4.41	4.05	4.29	4.18
9.50	5.68	5.28	4.85	5.13	5.02
10.00	6.68	6.27	5.76	6.08	5.97
10.50	7.81	7.38	6.78	7.14	7.04
11.00	9.06	8.62	7.92	8.33	8.24
11.50	10.43	9.99	9.19	9.65	9.59
12.00	11.95	11.52	10.59	11.12	11.07
12.50	13.61	13.20	12.14	12.73	12.71
13.00	15.42	15.05	13.84	14.49	14.52
13.50	17.39	17.07	15.71	16.42	16.50
14.00	19.52	19.27	17.74	18.52	18.67
14.50	21.83	21.67	19.95	20.80	21.02
15.00	24.32	24.26	22.34	23.27	23.58
15.50	26.99	27.07	24.93	25.94	26.35
16.00	29.87	30.09	27.72	28.82	29.35
16.50	32.94	33.35	30.72	31.91	32.57
17.00	36.23	36.84	33.95	35.23	36.04
17.50	39.73	40.58	37.40	38.78	39.76
18.00	43.46	44.58	41.10	42.57	43.74
18.50					



Tabla 17

Comparaci3n de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluaci3n y m3todos de regresiones lineales y no lineales.
Crucero RECLAN34 0802.

Longitud (cm)	Modelo lineal		% peso relativo RECLAN 0703	% peso relativo RECLAN 0802	Longitud (cm)	Modelo no lineal		% peso relativo RECLAN 0802	% RECI RECI
	RECLAN 0802	RECLAN 0703				RECLAN 0802	RECLAN 0703		
a	0.002965	0.003772	0.004699	3.1231019	a	0.002442	0.003938	0.004946	
b	3.311695	3.219690	3.1231019		b	3.388210	3.205422	3.097306	
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	1.1	1.21	1.27		6.0	1.1	1.23	1.27	-13.96
6.5	1.5	1.56	1.62		6.5	1.4	1.59	1.63	-12.69
7.0	1.9	1.98	2.05		7.0	1.8	2.01	2.05	-11.50
7.5	2.3	2.48	2.54		7.5	2.3	2.51	2.54	-10.38
8.0	2.9	3.05	3.11		8.0	2.8	3.09	3.10	-9.32
8.5	3.5	3.71	3.76		8.5	3.4	3.75	3.74	-8.31
9.0	4.3	4.46	4.49		9.0	4.2	4.51	4.47	-7.34
9.5	5.1	5.30	5.32		9.5	5.0	5.36	5.28	-6.42
10.0	6.1	6.26	6.24		10.0	6.0	6.32	6.19	-5.54
10.5	7.1	7.32	7.27		10.5	7.0	7.39	7.20	-4.70
11.0	8.3	8.50	8.40		11.0	8.2	8.58	8.31	-3.88
11.5	9.7	9.81	9.65		11.5	9.6	9.89	9.54	-3.10
12.0	11.1	11.25	11.03		12.0	11.1	11.34	10.88	-2.34
12.5	12.7	12.83	12.52		12.5	12.7	12.92	12.35	-1.61
13.0	14.5	14.56	14.16		13.0	14.5	14.65	13.95	-0.90
13.5	16.4	16.44	15.93		13.5	16.5	16.54	15.68	-0.22
14.0	18.5	18.48	17.84		14.0	18.7	18.58	17.55	0.45
14.5	20.8	20.69	19.91		14.5	21.0	20.79	19.56	1.10
15.0	23.3	23.08	22.13		15.0	23.6	23.18	21.73	1.72
15.5	25.9	25.65	24.52		15.5	26.4	25.75	24.05	2.34
16.0	28.8	28.41	27.08		16.0	29.3	28.51	26.53	2.93
16.5	31.9	31.37	29.81		16.5	32.6	31.46	29.19	3.51
17.0	35.2	34.53	32.72		17.0	36.0	34.62	32.01	4.08
17.5	38.8	37.91	35.82		17.5	39.8	38.00	35.02	4.63
18.0	42.6	41.51	39.12		18.0	43.7	41.59	38.21	5.17
18.5	46.6	45.3	42.61		18.5	48.0	45.4	41.60	5.70
19.0					19.0				
19.5					19.5				
20.0					20.0				



Tabla 18

Test Tukey para la comparación de las pendientes, obtenidas por subzona, de la relación longitud – peso de anchoveta. Crucero RECLAN34 0802.

Zona 1- Zona 2		Zona 1- Zona 3		Zona 2- Zona 3	
k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	2191	GLp=	2194	GLp=	2194
q=	5.2710	q=	31.7622	q=	19.2052
q0.05,GLp,k	3.314	q0.05,GLp,k	3.314	q0.05,GLp,k	3.314
Ho=	rechazada	Ho=	rechazada	Ho=	rechazada



Tabla 19
Clave edad-talla de anchoveta para la III y IV Regi3n crucero hidroac3stico 2008.

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							
6.5							
7.0	6						
7.5	5						
8.0	11						
8.5	13						
9.0	15						
9.5	16						
10.0	15						
10.5	15						
11.0	16						
11.5	15						
12.0	15						
12.5	15						
13.0	15						
13.5	15						
14.0	15						
14.5	15						
15.0	12						
15.5	13						
16.0	11						
16.5	12						
17.0	10						
17.5	8						
18.0	2						
18.5							
19.0							
TOTAL	285		209	50	25	1	
%	100.0		73.3	17.5	8.8	0.4	



Tabla 21

Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/C "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
05.01.08	Valparaíso	26,38	27,74	28,44	26,68	27,40	28,06

Tabla 21 (a)

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)
05.01.08	Valparaíso	22,51	23,6	23,46	23,17	23,37	23,51



Tabla 22

Fuerzas de blanco modales de anchoveta por lance y estación de medición. Crucero RECLAN12 0712. Se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg}

Archivo	Lance	Talla	TS	W	TS_{kilo}	
Lance 20		20	9.5	-54.9	5.7	-32.4
Lance 20		20	9.5	-56.1	5.7	-33.6
Lance 21		21	10	-53	6.7	-31.2
Lance 21		21	12	-54	11.9	-34.8
Lance 23		23	8.5	-54.6	4.0	-30.6
Lance 23		23	13	-52.7	15.3	-34.5
Lance 49		49	16	-50.1	29.5	-34.8
TS020C		20	9.5	-55.1	5.7	-32.6
TS020L		20	9.5	-55.9	5.7	-33.4
TS023C(4-12)		23	13	-51.9	15.3	-33.7
TS023M(12-20)		23	13	-52.4	15.3	-34.2
TS023M(1-12)		23	8.5	-54.7	4.0	-30.7
TS023M(1-12)		23	13	-52	15.3	-33.8
TS023L(14-25)		23	8.5	-55.1	4.0	-31.1
TS023L(14-25)		23	13	-53.1	15.3	-34.9
TS023L(1-14)		23	8.5	-53.8	4.0	-29.8
TS023L(1-14)		23	13	-50.9	15.3	-32.7
TS029C		29	10.5	-53.2	7.8	-32.1
TS029C		29	11.5	-52.4	10.4	-32.6
TS029C		29	12.5	-51.6	13.5	-32.9
TS029C		29	13.5	-51.3	17.2	-33.7
TS029M		29	10.5	-53.5	7.8	-32.4
TS029M		29	11.5	-52.2	10.4	-32.4
TS029M		29	12.5	-51.3	13.5	-32.6
TS029M		29	13.5	-52.2	17.2	-34.6
Lance046(0-13)		46	9.5	-53.8	5.7	-31.3



Tabla 23

Fuerzas de blanco modales de anchoveta por lance y estación de medición. Crucero RECLAN34 0802. Se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg}

Archivo	Lance	Talla	TS	W	TS kilo	
Lance009		9	12	-52	11.1	-32.5
Lance010		10	13.5	-52.7	16.4	-34.9
Lance011		11	10	-53.7	6.1	-31.5
Lance013		13	8	-55.8	2.9	-30.4
Lance014		14	10	-53.6	6.1	-31.4
Lance016		16	12	-52.1	11.1	-32.6
Lance016		16	14.5	-49.8	20.8	-33.0
Lance016		16	13.5	-51.4	16.4	-33.6
Lance017		17	11.5	-54.2	9.7	-34.0
Lance017		17	12.5	-51.6	12.7	-32.6
Lance018		18	11	-52.8	8.3	-32.0
Lance018		18	14	-50.8	18.5	-33.5
Lance021		21	9	-55.4	4.3	-31.7
Lance021		21	12.5	-52.2	12.7	-33.2
TS021L		21	9	-54	4.3	-30.3
TS021L		21	12.5	-52.5	12.7	-33.5
TS021M		21	9	-55.6	4.3	-31.9
TS021M		21	12.5	-52.1	12.7	-33.1



Tabla 24

Abundancia (millones) de anchoveta por talla segun m3todos de la Raz3n (Conglomerados y estratos agrupados) y Bootstrap por subzonas y Regiones. Cruce ro RECLAN34 0802.

Talla	M3todo de la Raz3n (Conglomerados y estratos agrupados)											
	II Regi3n			III Regi3n			IV Regi3n			Bootstrap		
	Zona 1-1	Zona 1-2	Total	Zona 2-1	Zona 2-2	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Total	Zona 2-1	Zona 2-2	Total
6.0				4.4	37.6	46.0				4.6	37.2	45.7
6.5				13.0	112.1	126.9				13.6	110.8	126.1
7.0				27.8	239.0	275.4				29.0	236.2	273.8
7.5				25.0	215.2	250.9				26.1	212.6	249.4
8.0				35.0	301.7	362.3				36.6	298.1	365.4
8.5				78.7	677.3	699.0				82.3	669.2	795.4
9.0				103.0	886.8	1190.9				107.7	876.2	1184.6
9.5				72.6	624.9	1438.8				75.9	617.4	1430.9
10.0	37.8	120.5	163.3	19.0	163.9	1271.5	38.5	121.2	166.4	19.9	162.0	1316.1
10.5	139.1	443.8	583.3	8.6	73.8	1506.0	141.8	446.4	633	19.9	162.0	1273.4
11.0	271.6	866.5	1100.9	1.0	8.7	1437.6	276.8	871.6	1011.7	9.0	73.0	1514.5
11.5	315.3	1005.9	1321.2			1277.3	321.3	1011.7	1.1	8.6		1449.0
12.0	276.9	883.3	1160.2			1277.3	282.2	888.5				1287.3
12.5	163.3	521.0	683.3			754.9	166.4	524.0				760.8
13.0	62.1	198.1	249.2			339.7	63.3	199.3				341.7
13.5	19.0	60.8	79.4			176.8	19.4	61.1				79.1
14.0	24.9	79.4	104.3			179.6	25.4	79.9				96.6
14.5	15.4	49.3	64.7			107.5	15.7	49.6				74.9
15.0	93.0	296.7	390.7			402.5	94.8	298.5				180.2
15.5	160.2	511.1	671.3			674.8	163.3	514.1				107.9
16.0	338.6	1080.2	1418.8			1420.9	345.1	1086.5				405.9
16.5	166.6	531.6	698.3			698.3	169.8	534.7				680.8
17.0	26.3	84.1	110.4			110.4	26.9	84.6				704.6
17.5	6.0	19.3	25.3			25.3	6.2	19.4				111.4
18.0												25.6
Total	2 116.20	6 751.72	15 731.86	387.98	3 341.01	15 731.86	2156.9	6791.0	405.9	3301.1	3121.0	15775.8
Reclutas	763.8	2 436.8	9 563.8	388.0	3 341.0	9 563.8	778.4	2450.9	405.9	3301.1	2622.6	9558.9
% Reclutas	36.1	36.1	60.8	100.0	100.0	60.8	36.1	36.1	100.0	100.0	84.0	60.6
3rea surfer (mn²)	352.6	415.1	2 172.9	91.0	308.4	2 172.9	352.6	415.1	91.0	308.4	1005.8	2172.9
3rea idrisi (mn²)	352.9	415.3	2172.7	91.1	308.9	2172.7	352.9	415.3	91.1	308.9	1004.5	2172.7
p (n^o/mn²)	6.0	16.3	7.2	4.3	10.8	7.2	6.1	16.4	4.5	10.7	3.1	7.3
% Total	13.5	42.9	100.0	2.5	21.2	100.0	13.7	43.0	2.6	20.9	19.8	100.0
% Region	13.5	66.6	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	66.6	19.9	66.6	19.9	100.0
%Region Recl	8.0	64.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	64.5	27.5	64.5	27.5	100.0



Tabla 25
Abundancia (millones) de anchoveta por talla segun m3todo geostatistico por subzonas y Regiones. Cruceiro RECLAN34 0802.

Talla	II Regi3n		III Regi3n		IV Regi3n	
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	Total
6.0			4.4	38.7	4.1	47.2
6.5			13.1	115.3	1.8	130.1
7.0			27.9	245.8	8.9	282.5
7.5			25.1	221.3	11.0	257.3
8.0			35.2	310.3	370.7	716.1
8.5			78.9	696.6	445.0	1220.6
9.0			103.3	912.0	459.4	1474.8
9.5			72.8	642.7	475.9	1356.6
10.0	49.6	115.6	19.1	168.6	517.3	1313.4
10.5	182.5	425.9	8.6	76.0	292.1	1564.5
11.0	356.4	831.5	1.0	9.0	109.2	1498.1
11.5	413.7	965.2			119.9	1330.7
12.5	363.3	847.6			72.3	786.5
13.0	214.3	499.9			81.3	352.9
13.5	81.5	190.1			99.3	182.6
14.0	25.0	58.3			77.0	185.9
14.5	32.7	76.2			43.7	111.3
15.0	20.3	47.3			13.0	419.8
15.5	122.0	284.7			3.6	704.2
16.0	210.2	490.4			2.2	1483.0
16.5	444.3	1036.5				728.8
17.0	218.6	510.1				115.2
17.5	34.6	80.7				26.5
18.0	7.9	18.5				
Total	2776.8	6478.6	389.4	3436.1	3207.6	16288.6
Reclutas	1002.2	2338.2	389.4	3436.1	2695.3	9861.3
% Reclutas	36.1	36.1	100.0	100.0	84.0	60.5
Area (mn²)	356.4	424.8	90.0	309.6	1008.0	2188.8
p (n^o/mn²)	7.8	15.3	4.3	11.1	3.2	7.4
% Total	17.0	39.8	2.4	21.1	19.7	100.0
% Region Recl						



Tabla 26
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla según métodos de la Razón (Conglomerados y estratos agrupados);
Bootstrap por subzonas y Regiones. Cruce RECLAN34 0802.

Talla	Método de la Razón (Conglomerados y estratos agrupados)												
	II Región			III Región			IV Región			Bootstrap			
	Zona 1-1	Zona 1-2	Total	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	
6.0													
6.5													
7.0													
7.5													
8.0													
8.5													
9.0													
9.5													
10.0													
10.5													
11.0													
11.5													
12.0													
12.5													
13.0													
13.5													
14.0													
14.5													
15.0													
15.5													
16.0													
16.5													
17.0													
17.5													
18.0													
Total	40 678.8	129 785.3	217 949.9	41 460.8	130 539.4	2 257.8	18 363.4	26 623.4	219 244.8				
Reclutas	7 555.9	24 107.1	70 471.6	7 701.2	24 247.2	2 257.8	18 363.4	17 984.8	70 554.3				
% Reclutas	18.6	18.6	32.3	32.3	32.3	32.3	32.3	18.6	18.6	100.0	100.0	67.6	32.2
Área surfer (mn²)	352.6	415.1	2 172.9	352.6	415.1	91.0	308.4	1005.8	2172.9				
Área idrisi (mn²)	352.9	415.3	2 172.7	352.9	415.3	91.1	308.9	1004.5	2172.7				
p (nº/mn²)	115.4	312.7	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3	117.6	314.5	24.8	59.5	26.5	100.9
% Total	18.7	59.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	18.9	59.5	1.0	8.4	12.1	100.0
% Region Recl	18.7	69.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	18.9	59.5	1.0	8.4	12.1	100.0
%Region Recl	10.7	63.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	12.3	63.6	1.0	8.4	12.1	100.0



Tabla 27

Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla según métodos Geoestadístico por subzonas y Regiones. Crucero RECLAN34 0802.

Talla	Geoestadístico					
	II Region	III Región			IV Region	Total
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	
6.0						
6.5						
7.0			8.2	72.1	7.7	88.0
7.5			30.6	270.3	4.2	305.1
8.0			80.9	713.6	25.7	820.1
8.5			89.0	785.1	39.0	913.1
9.0			150.7	1 330.2	1 589.1	3 070.1
9.5			404.8	3 572.3	2 282.2	6 259.3
10.0			628.1	5 542.7	2 792.1	8 963.0
10.5	354.0	826.0	520.2	4 590.8	3 399.4	9 690.4
11.0	1 521.1	3 548.9	159.2	1 404.8	4 310.9	10 944.9
11.5	3 440.8	8 027.8	83.1	733.3	2 819.6	15 104.6
12.0	4 598.6	10 729.2	11.3	99.5	1 213.8	16 652.5
12.5	4 622.8	10 785.7			1 525.3	16 933.8
13.0	3 104.7	7 243.7			1 047.3	11 395.7
13.5	1 337.9	3 121.5			1 335.5	5 794.8
14.0	462.8	1 079.9			1 838.5	3 381.2
14.5	679.7	1 585.8			1 601.3	3 866.8
15.0	471.6	1 100.3			1 018.0	2 589.9
15.5	3 166.4	7 387.5			337.9	10 891.8
16.0	6 058.1	14 134.2			103.2	20 295.5
16.5	14 177.3	33 077.5			71.5	47 326.2
17.0	7 702.6	17 971.2				25 673.8
17.5	1 340.7	3 128.0				4 468.7
18.0	337.8	788.2				1 126.1
Total	53 377.0	124 535.6	2 166.0	19 114.7	27 362.2	226 555.4
Reclutas	9 914.6	23 132.0	2 166.0	19 114.7	18 483.8	72 811.0
% Reclutas	18.6	18.6	100.0	100.0	67.6	32.1
Area (mn²)	356.4	424.8	90.0	309.6	1 008.0	2 188.8
□ (n^o/mn²)	149.8	293.2	24.1	61.7	27.1	103.5
% Total	23.6	55.0	1.0	8.4	12.1	100.0
% Region						
%Region Recl						



Tabla 28
Abundancia por tallas de jurel por zona y método. Crucero RECLAN34 0802.

Talla	Método de la Razón (Conglomerados, Estratos agrupados)				Método Bootstrap			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Total
6.0	331.9	7.2	0.2	339.3	341.35	7.44	3.55	352.34
7.0	448.5	9.8	0.3	458.5	461.28	10.06	4.80	476.13
8.0	201.0	4.4	0.1	205.6	206.79	4.51	2.15	213.45
9.0	6.4	0.1	0.0	6.5	6.57	0.14	0.07	6.78
10.0								
11.0								
12.0								
13.0								
14.0								
15.0								
16.0								
17.0								
18.0								
19.0								
20.0	9.3	0.2	0.0	9.5	9.59	0.21	0.10	9.90
21.0	4.2	0.1	0.0	4.3	4.29	0.09	0.04	4.43
22.0	16.3	0.4	0.0	16.7	16.80	0.37	0.17	17.34
23.0	16.4	0.4	0.0	16.8	16.90	0.37	0.18	17.44
24.0	6.5	0.1	0.0	6.6	6.65	0.14	0.07	6.86
25.0	45.6	1.0	0.0	46.6	46.89	1.02	0.49	48.40
26.0	14.5	0.3	0.0	14.9	14.96	0.33	0.16	15.44
27.0	168.5	3.7	0.1	172.3	173.34	3.78	1.80	178.92
28.0	319.4	7.0	0.2	326.6	328.56	7.16	3.42	339.14
29.0	244.1	5.3	0.2	249.6	251.12	5.48	2.61	259.20
30.0	189.7	4.1	0.1	193.9	195.08	4.25	2.03	201.36
31.0	67.8	1.5	0.0	69.4	69.78	1.52	0.73	72.02
32.0	13.5	0.3	0.0	13.8	13.93	0.30	0.14	14.38
33.0	7.8	0.2	0.0	8.0	8.03	0.18	0.08	8.29
34.0								
35.0								
36.0	1.3	0.0	0.0	1.3	1.35	0.03	0.01	1.39
37.0								
Total	2 112.83	46.12	1.35	2 160.30	2 173.24	47.39	22.59	2 243.22
TML (<=26 cm)	1 100.6	24.0	0.7	1 125.3	1132.07	24.60	11.77	1 168.52
% TLM	52.1	52.1	52.1	52.1	52.09	52.09	52.09	52.09
Area (mn²)	2 920.0	973.4	88.8	3 982.2	2 919.99	973.42	88.77	3 982.18
ρ (n^o/mn²)	0.7	0.0	0.0	0.5	0.74	0.05	0.25	0.56
% Total	97.8	2.1	0.1	100.0	96.88	2.11	1.01	100.00
% Región	97.8		0.1					
%Reclutas	97.8		0.1					



Tabla 29
Biomasa (t) por tallas de jurel por zona y método. Crucero RECLAN34 0802.

Talla	Método de la Razón (Conglomerados, Estratos agrupados)				Método Bootstrap			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Total
6.0	782.5	17.1	0.5	800.0	804.83	17.55	8.37	830.75
7.0	1688.0	36.8	1.1	1726.0	1 736.31	37.86	18.05	1 792.22
8.0	1134.9	24.8	0.7	1160.4	1 167.30	25.45	12.14	1 204.89
9.0	51.6	1.1	0.0	52.7	53.03	1.16	0.55	54.74
10.0								
11.0								
12.0								
13.0								
14.0								
15.0								
16.0								
17.0								
18.0								
19.0								
20.0	849.0	18.5	0.5	868.1	873.31	19.04	9.08	901.43
21.0	440.3	9.6	0.3	450.2	452.90	9.88	4.71	467.48
22.0	1986.0	43.3	1.3	2030.6	2 042.75	44.55	21.24	2 108.53
23.0	2285.8	49.9	1.5	2337.1	2 351.12	51.27	24.44	2 426.83
24.0	1023.2	22.3	0.7	1046.2	1 052.49	22.95	10.94	1 086.38
25.0	8168.4	178.3	5.2	8351.9	8 401.96	183.22	87.35	8 672.52
26.0	2934.8	64.1	1.9	3000.7	3 018.66	65.83	31.38	3 115.87
27.0	38141.3	832.5	24.4	38998.1	39 231.79	855.51	407.85	40 495.15
28.0	80729.3	1762.0	51.6	82542.9	83 037.43	1 810.76	863.25	85 711.44
29.0	68634.6	1498.0	43.8	70176.5	70 596.93	1 539.48	733.92	72 870.33
30.0	59094.9	1289.8	37.7	60422.5	60 784.47	1 325.50	631.91	62 741.89
31.0	23349.1	509.6	14.9	23873.7	24 016.70	523.72	249.68	24 790.10
32.0	5132.7	112.0	3.3	5248.0	5 279.43	115.13	54.88	5 449.44
33.0	3248.6	70.9	2.1	3321.5	3 341.43	72.87	34.74	3 449.04
34.0								
35.0								
36.0	710.2	15.5	0.5	726.2	730.54	15.93	7.59	754.06
37.0								
Total	300 385.09	6 556.27	191.87	307 133.23	308 973.37	6 737.66	3 212.06	318 923.09
TML (<=26cm)	21344.4	465.87	13.63	21823.90	21954.65	478.76	228.24	22661.09
% TML	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11
Área mn²)	2 920.0	973.4	88.8	3 982.18	2 919.99	973.42	88.77	3 982.18
ρ (nº/mn²)	102.9	6.7	2.2	77.1	105.81	6.92	36.18	80.09
% Total	97.8	2.1	0.1	100.0	96.88	2.11	1.01	100.00
% Región	97.8		0.1		308 973.37	6 737.66	3 212.06	318 923.09
%Reclutas	97.8		0.1					



Tabla 30
 Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla según métodos de la Razón
 (Conglomerados y estratos agrupados) por subzonas y Regiones. Crucero RECLAN34
 0802.

Talla	Método de la Razón (Conglomerados s)						Método de la Razón (estratos agrupado)					
	II Región	III Región		IV Región		Total	II Región	III Región		IV Región		Total
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3		Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	
6.0												
6.5												
7.0			1.516E+13	7.584E+14	9.331E+12	7.828E+14			6.856E+12	2.767E+14	8.461E+12	2.920E+14
7.5			1.316E+14	6.222E+15	3.045E+12	6.356E+15			5.129E+13	1.562E+15	3.045E+12	1.616E+15
8.0			5.953E+14	2.778E+16	2.194E+13	2.840E+16			2.238E+14	6.230E+15	1.529E+13	6.469E+15
8.5			4.834E+14	2.269E+16	2.933E+13	2.321E+16			1.847E+14	5.363E+15	1.853E+13	5.566E+15
9.0			9.518E+14	4.486E+16	2.427E+16	7.009E+16			3.678E+14	1.097E+16	1.084E+16	2.219E+16
9.5			4.778E+15	2.227E+17	3.330E+16	2.608E+17			1.790E+15	4.932E+16	1.373E+16	6.483E+16
10.0			8.180E+15	3.803E+17	3.472E+16	4.232E+17			3.041E+15	8.206E+16	1.377E+16	9.887E+16
10.5	1.322E+15	8.801E+15	4.065E+15	1.893E+17	3.653E+16	2.400E+17	1.191E+15	6.182E+15	1.518E+15	4.151E+16	1.395E+16	6.435E+16
11.0	1.767E+16	1.047E+17	2.816E+14	1.335E+16	4.220E+16	1.782E+17	1.555E+16	6.249E+16	1.106E+14	3.425E+15	1.540E+16	9.698E+16
11.5	6.717E+16	3.896E+17	5.780E+13	2.816E+15	1.396E+16	4.736E+17	5.887E+16	2.241E+17	2.443E+13	8.798E+14	5.480E+15	2.894E+17
12.0	9.046E+16	5.225E+17	9.042E+11	5.603E+13	2.017E+15	6.150E+17	7.923E+16	2.984E+17	6.539E+11	4.151E+13	8.407E+14	3.785E+17
12.5	6.976E+16	4.032E+17			2.332E+15	4.753E+17	6.111E+16	2.305E+17			9.018E+14	2.925E+17
13.0	2.429E+16	1.413E+17			8.509E+14	1.665E+17	2.130E+16	8.175E+16			3.313E+14	1.034E+17
13.5	3.517E+15	2.066E+16			1.063E+15	2.524E+16	3.090E+15	1.215E+16			4.028E+14	1.564E+16
14.0	3.328E+14	2.056E+15			1.748E+15	4.137E+15	2.953E+14	1.307E+15			7.862E+14	2.388E+15
14.5	5.701E+14	3.581E+15			9.809E+14	5.132E+15	5.075E+14	2.331E+15			3.935E+14	3.232E+15
15.0	2.223E+14	1.540E+15			3.183E+14	2.081E+15	2.019E+14	1.134E+15			1.288E+14	1.465E+15
15.5	7.894E+15	4.661E+16			3.731E+13	5.454E+16	6.942E+15	2.763E+16			2.165E+13	3.460E+16
16.0	2.337E+16	1.356E+17			5.294E+12	1.589E+17	2.048E+16	7.804E+16			4.420E+12	9.853E+16
16.5	1.042E+17	5.987E+17			2.749E+12	7.030E+17	9.121E+16	3.386E+17			2.492E+12	4.298E+17
17.0	2.528E+16	1.463E+17				1.716E+17	2.215E+16	8.388E+16				1.060E+17
17.5	6.377E+14	3.970E+15				4.607E+15	5.665E+14	2.551E+15				3.118E+15
18.0	3.491E+13	2.808E+14				3.157E+14	3.280E+13	2.388E+14				2.716E+14
18.5												
19.0												
Total	4.368E+17	2.529E+18	1.954E+16	9.108E+17	1.944E+17	4.091E+18	3.827E+17	1.451E+18	7.319E+15	2.016E+17	7.703E+16	2.120E+18
Reclutas	1.766E+17	1.026E+18	1.954E+16	9.108E+17	1.871E+17	2.320E+18	1.548E+17	5.912E+17	7.319E+15	2.016E+17	7.406E+16	1.029E+18
CV	0.3123	0.2356	0.3603	0.2856	0.1406	0.1286	0.2923	0.1784	0.2205	0.1344	0.0885	0.0926
Error	51.4	38.8	59.3	47.0	23.1	21.2	48.1	29.4	36.3	22.1	14.6	15.2



Tabla 31
Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla según métodos Bootstrap
Geoestadístico por subzonas y Regiones. Crucero RECLAN34 0802.

Talla	Bootstrap						Geoestadístico					
	II Región	III Región				IV Región	II Región	III Región				IV Región
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	Total
6.0												
6.5												
7.0			9.196E+12	3.104E+14	8.376E+12	3.279E+14			3.025E+13	1.838E+15	9.629E+12	1.878E+15
7.5			7.251E+13	1.914E+15	3.018E+12	1.990E+15			2.775E+14	1.661E+16	3.187E+12	1.689E+16
8.0			3.207E+14	7.882E+15	1.508E+13	8.218E+15			1.270E+15	7.576E+16	2.190E+13	7.705E+16
8.5			2.631E+14	6.683E+15	1.824E+13	6.964E+15			1.026E+15	6.129E+16	2.897E+13	6.234E+16
9.0			5.216E+14	1.354E+16	1.059E+16	2.466E+16			2.013E+15	1.204E+17	2.326E+16	1.456E+17
9.5			2.568E+15	6.263E+16	1.338E+16	7.857E+16			1.020E+16	6.086E+17	3.172E+16	6.505E+17
10.0			4.376E+15	1.050E+17	1.340E+16	1.228E+17			1.751E+16	1.044E+18	3.298E+16	1.094E+18
10.5	9.574E+14	5.647E+15	2.181E+15	5.286E+16	1.357E+16	7.522E+16	1.869E+15	2.277E+16	8.689E+15	5.181E+17	3.462E+16	5.860E+17
11.0	1.164E+16	5.343E+16	1.559E+14	4.173E+15	1.496E+16	8.436E+16	2.385E+16	3.329E+17	5.924E+14	3.548E+16	3.988E+16	4.327E+17
11.5	4.349E+16	1.884E+17	3.354E+13	1.021E+15	5.333E+15	2.383E+17	8.991E+16	1.285E+18	1.184E+14	7.146E+15	1.325E+16	1.395E+18
12.0	5.838E+16	2.500E+17	7.667E+11	4.173E+13	8.196E+14	3.093E+17	1.209E+17	1.735E+18	1.362E+12	9.051E+13	1.923E+15	1.858E+18
12.5	4.505E+16	1.932E+17			8.772E+14	2.391E+17	9.326E+16	1.338E+18			2.212E+15	1.433E+18
13.0	1.577E+16	6.891E+16			3.223E+14	8.500E+16	3.255E+16	4.636E+17			8.074E+14	4.970E+17
13.5	2.301E+15	1.032E+16			3.915E+14	1.301E+16	4.731E+15	6.668E+16			1.007E+15	7.242E+16
14.0	2.267E+14	1.148E+15			7.681E+14	2.143E+15	4.565E+14	6.087E+15			1.676E+15	8.220E+15
14.5	3.937E+14	2.068E+15			3.831E+14	2.845E+15	7.872E+14	1.030E+16			9.326E+14	1.202E+16
15.0	1.664E+14	1.053E+15			1.255E+14	1.345E+15	3.195E+14	3.692E+15			3.028E+14	4.314E+15
15.5	5.186E+15	2.356E+16			2.127E+13	2.877E+16	1.064E+16	1.492E+17			3.655E+13	1.598E+17
16.0	1.513E+16	6.563E+16			4.371E+12	8.077E+16	3.128E+16	4.469E+17			5.402E+12	4.782E+17
16.5	6.698E+16	2.823E+17			2.467E+12	3.493E+17	1.390E+17	2.007E+18			2.836E+12	2.146E+18
17.0	1.634E+16	7.040E+16				8.675E+16	3.381E+16	4.841E+17				5.179E+17
17.5	4.371E+14	2.253E+15				2.690E+15	8.773E+14	1.159E+16				1.247E+16
18.0	2.960E+13	2.319E+14				2.615E+14	5.358E+13	4.933E+14				5.469E+14
18.5												
19.0												
Total	2.825E+17	1.219E+18	1.050E+16	2.561E+17	7.499E+16	1.843E+18	5.843E+17	8.364E+18	4.173E+16	2.489E+18	1.847E+17	1.166E+19
Reclutas	1.145E+17	4.975E+17	1.050E+16	2.561E+17	7.209E+16	9.506E+17	2.365E+17	3.376E+18	4.173E+16	2.489E+18	1.777E+17	6.321E+18
CV	0.246	0.163	0.252	0.153	0.088	0.086	0.275	0.446	0.525	0.459	0.134	0.210
Error	40.56	26.76	41.56	25.23	14.44	14.16	45.3	73.5	86.4	75.6	22.1	34.5



Tabla 32
Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla según métodos de la Razón
(Conglomerados y estratos agrupados) por subzonas y Regiones. Crucero RECLAN34
0802.

Talla	Método de la Razón (Conglomerados s)						Método de la Razón (estratos agrupado)					
	II Region	III Región			IV Region	Total	II Region	III Región			IV Region	Total
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3		Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	
6.0												
6.5												
7.0			5.199E+01	2.602E+03	3.246E+01	2.686E+03			2.352E+01	9.492E+02	2.944E+01	1.002E+03
7.5			7.144E+02	3.378E+04	1.673E+01	3.451E+04			2.784E+02	8.481E+03	1.673E+01	8.776E+03
8.0			4.974E+03	2.321E+05	1.827E+02	2.373E+05			1.870E+03	5.205E+04	1.273E+02	5.405E+04
8.5			6.053E+03	2.842E+05	3.671E+02	2.906E+05			2.313E+03	6.716E+04	2.319E+02	6.970E+04
9.0			1.726E+04	8.134E+05	4.436E+05	1.274E+06			6.669E+03	1.990E+05	1.982E+05	4.038E+05
9.5			1.246E+05	5.810E+06	8.693E+05	6.804E+06			4.669E+04	1.287E+06	3.583E+05	1.692E+06
10.0			3.005E+05	1.397E+07	1.276E+06	1.555E+07			1.117E+05	3.015E+06	5.060E+05	3.632E+06
10.5	6.697E+04	4.458E+05	2.061E+05	9.599E+06	1.850E+06	1.217E+07	6.031E+04	3.131E+05	7.700E+04	2.105E+06	7.066E+05	3.262E+06
11.0	1.215E+06	7.204E+06	1.949E+04	9.238E+05	2.916E+06	1.228E+07	1.070E+06	4.298E+06	7.651E+03	2.370E+05	1.064E+06	6.677E+06
11.5	6.231E+06	3.614E+07	5.362E+03	2.613E+05	1.294E+06	4.393E+07	5.461E+06	2.079E+07	2.266E+03	8.162E+04	5.081E+05	2.684E+07
12.0	1.115E+07	6.438E+07	1.113E+02	6.895E+03	2.485E+05	7.578E+07	9.762E+06	3.677E+07	8.048E+01	5.108E+03	1.036E+05	4.664E+07
12.5	1.124E+07	6.496E+07			3.764E+05	7.658E+07	9.846E+06	3.714E+07			1.456E+05	4.713E+07
13.0	5.070E+06	2.950E+07			1.783E+05	3.475E+07	4.446E+06	1.706E+07			6.944E+04	2.158E+07
13.5	9.448E+05	5.551E+06			2.854E+05	6.781E+06	8.301E+05	3.264E+06			1.081E+05	4.202E+06
14.0	1.139E+05	7.036E+05			5.965E+05	1.414E+06	1.010E+05	4.472E+05			2.682E+05	8.164E+05
14.5	2.452E+05	1.540E+06			4.229E+05	2.208E+06	2.182E+05	1.002E+06			1.696E+05	1.390E+06
15.0	1.203E+05	8.337E+05			1.719E+05	1.126E+06	1.093E+05	6.139E+05			6.956E+04	7.927E+05
15.5	5.248E+06	3.099E+07			2.500E+04	3.626E+07	4.615E+06	1.837E+07			1.450E+04	2.300E+07
16.0	1.931E+07	1.120E+08			4.392E+03	1.313E+08	1.693E+07	6.449E+07			3.667E+03	8.142E+07
16.5	1.058E+08	6.073E+08			2.798E+03	7.131E+08	9.252E+07	3.435E+08			2.537E+03	4.360E+08
17.0	3.120E+07	1.806E+08				2.118E+08	2.734E+07	1.035E+08				1.309E+08
17.5	9.568E+05	5.956E+06				6.913E+06	8.501E+05	3.828E+06				4.678E+06
18.0	6.282E+04	5.053E+05				5.681E+05	5.904E+04	4.298E+05				4.888E+05
18.5												
19.0												
Total	1.989E+08	1.149E+09	6.853E+05	3.194E+07	1.096E+07	1.391E+09	1.742E+08	6.558E+08	2.566E+05	7.058E+06	4.297E+06	8.417E+08
Reclutas	1.866E+07	1.082E+08	6.853E+05	3.194E+07	8.898E+06	1.683E+08	1.635E+07	6.217E+07	2.566E+05	7.058E+06	3.445E+06	8.928E+07
CV	0.3467	0.2611	0.3836	0.3041	0.1238	0.1711	0.3245	0.1973	0.2347	0.1429	0.0775	0.1331
Error	57.1	43.0	63.1	50.1	20.4	28.2	53.4	32.5	38.6	23.5	12.8	21.9



Tabla 33
Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla según métodos Bootstrap y Geoestadístico por subzonas y Regiones. Crucero RECLAN34 0802.

Talla	Bootstrap						Geoestadístico					
	II Region	III Región				IV Region	II Region	III Región				IV Region
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2-1	Zona 2-2	Zona 3	Total
6.0												
6.5												
7.0			3.155E+01	1.065E+03	2.914E+01	1.125E+03			1.038E+02	6.307E+03	3.350E+01	6.444E+03
7.5			3.936E+02	1.039E+04	1.658E+01	1.080E+04			1.506E+03	9.016E+04	1.751E+01	9.168E+04
8.0			2.680E+03	6.586E+04	1.256E+02	6.866E+04			1.061E+04	6.331E+05	1.824E+02	6.438E+05
8.5			3.294E+03	8.369E+04	2.283E+02	8.721E+04			1.285E+04	7.675E+05	3.626E+02	7.807E+05
9.0			9.457E+03	2.456E+05	1.936E+05	4.486E+05			3.649E+04	2.182E+06	4.250E+05	2.644E+06
9.5			6.699E+04	1.634E+06	3.492E+05	2.050E+06			2.662E+05	1.588E+07	8.280E+05	1.697E+07
10.0			1.608E+05	3.858E+06	4.925E+05	4.512E+06			6.434E+05	3.835E+07	1.212E+06	4.021E+07
10.5	4.849E+04	2.860E+05	1.106E+05	2.681E+06	6.870E+05	3.813E+06	9.466E+04	1.153E+06	4.407E+05	2.628E+07	1.753E+06	2.972E+07
11.0	8.008E+05	3.676E+06	1.079E+04	2.887E+05	1.033E+06	5.809E+06	1.640E+06	2.290E+07	4.099E+04	2.455E+06	2.755E+06	2.979E+07
11.5	4.035E+06	1.748E+07	3.111E+03	9.468E+04	4.945E+05	2.210E+07	8.340E+06	1.192E+08	1.099E+04	6.629E+05	1.229E+06	1.294E+08
12.0	7.194E+06	3.080E+07	9.435E+01	5.136E+03	1.010E+05	3.810E+07	1.490E+07	2.138E+08	1.677E+02	1.114E+04	2.369E+05	2.290E+08
12.5	7.258E+06	3.113E+07			1.416E+05	3.853E+07	1.503E+07	2.156E+08			3.570E+05	2.309E+08
13.0	3.291E+06	1.438E+07			6.756E+04	1.774E+07	6.794E+06	9.676E+07			1.692E+05	1.037E+08
13.5	6.182E+05	2.772E+06			1.051E+05	3.496E+06	1.271E+06	1.792E+07			2.703E+05	1.946E+07
14.0	7.759E+04	3.930E+05			2.620E+05	7.326E+05	1.562E+05	2.083E+06			5.717E+05	2.811E+06
14.5	1.693E+05	8.895E+05			1.652E+05	1.224E+06	3.385E+05	4.428E+06			4.021E+05	5.169E+06
15.0	9.005E+04	5.702E+05			6.776E+04	7.280E+05	1.729E+05	1.998E+06			1.635E+05	2.334E+06
15.5	3.447E+06	1.566E+07			1.425E+04	1.912E+07	7.073E+06	9.916E+07			2.449E+04	1.063E+08
16.0	1.251E+07	5.423E+07			3.626E+03	6.674E+07	2.585E+07	3.693E+08			4.482E+03	3.951E+08
16.5	6.794E+07	2.864E+08			2.512E+03	3.543E+08	1.410E+08	2.036E+09			2.887E+03	2.177E+09
17.0	2.017E+07	8.691E+07				1.071E+08	4.173E+07	5.976E+08				6.394E+08
17.5	6.559E+05	3.380E+06				4.036E+06	1.316E+06	1.740E+07				1.871E+07
18.0	5.327E+04	4.173E+05				4.706E+05	9.642E+04	8.878E+05				9.842E+05
18.5												
19.0												
Total	1.284E+08	5.494E+08	3.682E+05	8.968E+06	4.181E+06	6.912E+08	2.658E+08	3.817E+09	1.464E+06	8.731E+07	1.041E+07	4.182E+09
Reclutas	1.208E+07	5.224E+07	3.682E+05	8.968E+06	3.351E+06	7.701E+07	2.497E+07	3.571E+08	1.464E+06	8.731E+07	8.439E+06	4.793E+08
CV	0.273	0.180	0.269	0.163	0.077	0.120	0.305	0.496	0.559	0.489	0.118	0.285
Error	44.98	29.55	44.24	26.84	12.64	19.74	50.3	81.7	92.0	80.5	19.4	47.0



Tabla 34
Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regi3n.
M3todo Bootstrap. Cruceo RECLAN III y IV 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD												
		O		I		II		III		IV				
		A ₀ (N°)	VAR											
3.0														
3.5														
4.0														
4.5														
5.0														
5.5														
6.0														
6.5														
7.0	45 740 289			45 740 289		9.9012E+01								
7.5	126 118 790			126 118 790		2.6123E+02								
8.0	273 822 191			273 822 191		5.5887E+02								
8.5	249 413 149			249 413 149		5.1026E+02								
9.0	695 365 538			695 365 538		1.4099E+03								
9.5	1 184 553 189			1 184 553 189		2.3914E+03								
10.0	1 430 912 616			1 430 912 616		2.8875E+03								
10.5	1 316 066 468			1 316 066 468		2.6521E+03								
11.0	1 273 433 891			1 273 433 891		2.5540E+03								
11.5	1 514 510 978			1 514 510 978		3.0235E+03								
12.0	1 448 990 052			1 448 990 052		2.8872E+03								
12.5	1 287 268 927			1 287 268 927		2.5672E+03								
13.0	760 765 796			760 765 796		1.5228E+03								
13.5	341 711 374			296 149 857		9.6379E+14		45 561 517		9.6379E+14				
14.0	177 115 307			141 692 245		3.5851E+14		35 423 061		3.5851E+14				
14.5	180 179 889			96 095 941		5.7715E+14		84 083 948		5.7715E+14				
15.0	107 850 807			17 975 135		1.4687E+14		89 875 673		1.4687E+14				
15.5	405 944 056			62 452 932		1.7877E+15		312 264 659		2.4377E+15		31 226 466		9.7609E+14
16.0	680 816 863					1.3656E+03		680 816 863		1.3656E+03				
16.5	1 433 720 200					4.1526E+16		477 906 733		4.1526E+16		955 813 467		4.1526E+16
17.0	704 550 741					1.1582E+16		211 365 222		1.1582E+16		493 185 519		1.1582E+16
17.5	111 406 402											111 406 402		2.3832E+02
18.0	25 572 897											12 786 448		1.6349E+14
18.5												12 786 448		1.6349E+14
TOTAL	15 775 830 409			12 221 327 983				1 937 297 676				1 604 418 301		
PORCENTAJE	100			77.47				12.28				10.17		0.08
LONG. PROM.(cm)	12.2			11.0				15.9				16.7		18.0
PESO PROM. (g)	13.8			9.0				28.7				33.4		42.6
VARIANZA	1.16E+17			3.83E+15				5.76E+16				5.42E+16		1.63E+14
CV	0.0216			0.0051				0.1239				0.1452		1.0000

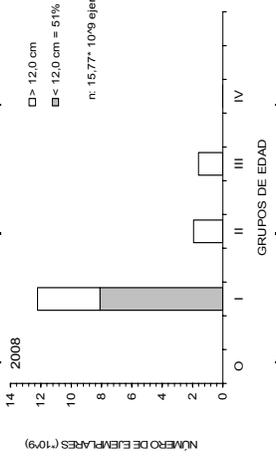




Tabla 36
Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regi3n. M3todo Hansen.
Crucero RECLAN III y IV, 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD												
		0		I		II		III		IV				
		A ₀ (N°)	VAR											
3.0														
3.5														
4.0														
4.5														
5.0														
5.5														
6.0														
6.5														
7.0	46 006 171													
7.5	126 865 802			46 006 171										
8.0	275 436 847			126 865 802										
8.5	250 879 634			275 436 847										
9.0	698 961 285			250 879 634										
9.5	1 190 948 680			698 961 285										
10.0	1 438 751 503			1 190 948 680										
10.5	1 320 823 458			1 438 751 503										
11.0	1 271 503 884			1 320 823 458										
11.5	1 506 007 899			1 271 503 884										
12.0	1 437 615 713			1 506 007 899										
12.5	1 277 334 065			1 437 615 713										
13.0	754 913 065			1 277 334 065										
13.5	339 719 002			754 913 065										
14.0	176 826 338			339 719 002										
14.5	179 573 247			176 826 338										
15.0	107 457 246			179 573 247										
15.5	402 488 438			107 457 246										
16.0	674 783 529			402 488 438										
16.5	1 420 945 630			674 783 529										
17.0	698 258 805			1 420 945 630										
17.5	110 411 495			698 258 805										
18.0	25 344 520			110 411 495										
18.5				25 344 520										
TOTAL	15 731 856 234			12 207 535 427										
PORCENTAJE	100.00			77.60										
LONG. PROM. (cm)	12.2			11.0										
PESO PROM. (g)	13.7			8.9										
VARIANZA	3.75E+18			2.99E+17										
CV	0.1231			0.1416										





Tabla 37
Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la III y IV Regi3n. M3todo Kish.
Crucero RECLAN III y IV, 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD																
		0			I			II			III			IV				
		A ₀ (N°)	VAR															
3.0																		
3.5																		
4.0																		
4.5																		
5.0																		
5.5																		
6.0																		
6.5																		
7.0	46 006 171			46 006 171														
7.5	126 865 802			126 865 802		2.9202E+14												
8.0	275 436 847			275 436 847		1.6164E+15												
8.5	250 879 634			250 879 634		6.4686E+15												
9.0	698 961 285			698 961 285		5.5662E+15												
9.5	1 190 948 660			1 190 948 660		2.2186E+16												
10.0	1 438 751 503			1 438 751 503		6.4834E+16												
10.5	1 320 823 458			1 320 823 458		9.8866E+16												
11.0	1 271 503 884			1 271 503 884		6.4353E+16												
11.5	1 506 007 899			1 506 007 899		9.6977E+16												
12.0	1 437 615 713			1 437 615 713		2.8937E+17												
12.5	1 277 334 065			1 277 334 065		3.7853E+17												
13.0	754 913 065			754 913 065		2.9253E+17												
13.5	339 719 002			339 719 002		1.0338E+17												
14.0	176 826 338			176 826 338		1.2571E+16		45 295 867		1.1015E+15								
14.5	179 573 247			179 573 247		1.8594E+15		35 365 268		4.2558E+14								
15.0	107 457 246			107 457 246		1.4350E+15		83 800 849		1.2196E+15								
15.5	402 488 438			402 488 438		1.6799E+14		89 547 705		1.1447E+15								
16.0	674 783 529			674 783 529		2.2009E+15		309 606 491		2.2356E+16		30 960 649		9.5856E+14				
16.5	1 420 945 630			1 420 945 630		1.6799E+14		674 783 529		9.8528E+16		947 287 086		2.2313E+17				
17.0	688 258 805			688 258 805		1.8445E+16		473 648 543		7.9862E+16		488 781 163		6.0856E+16				
17.5	110 411 495			110 411 495				209 477 641				110 411 495		3.1180E+15				
18.0	25 344 520			25 344 520								12 672 260		1.6059E+14				
18.5																		
TOTAL	15 731 856 234			12 207 535 427				1 921 525 892				1 590 122 654						
PORCENTAJE	100.00			77.60				12.21				10.11						
LONG. PROM.(cm)	12.2			11.0				15.9				16.7						
PESO PROM. (g)	13.7			8.9				28.7				33.4						
VARIANZA	3.75E+18			2.99E+18				3.25E+17				4.36E+17						
CV	0.1231			0.1416				0.2968				0.4153						





Tabla 38

Parámetros de los modelos de variogramas ajustados a la anchoveta por subzona.
Crucero RECLAN34 0802.

ZONA	Nugget	Mod 1 (Dirección)	Sill 1 (10^6)	Range 1 (mn)
1-1	0	sph(0-180/90)	60	15.00
1-2	0	sph (0/90)	200	17.40
2-1	0	sph(2D/45+45)	2,3	4.20
2-2	0	sph (225/45)	12	4.20
3	180 000	sph(0/90)	0,4	4.20

Tabla 39

Media aritmética (\bar{x}), krigger ($\bar{x} k$); varianzas, área e influencia de los parámetros de los modelos espaciales en la distribución de anchoveta por subzona.

ZONA	n	\bar{x}	Var(x)	$\bar{x} k$	Var ($\bar{x} k$)	Area (mn ²)	Nugg (%)	Mod 1(%)
1-1	154	647.3	2 062 973.0	845.81	502 613.0	356.4	0	100
1-2	125	1 655.6	5 137 044.0	4 013.35	1 673 729.0	424.8	0	100
2-1	67	218.7	78 588.8	157.60	58 913.7	90.0	0	100
2-2	123	561.0	395 437.8	447.50	333 016.3	309.6	0	100
3	334	207.7	5 850.19			1 008.0	17.90	82.1



Tabla 40

Índices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales) e índices de ocupación positivos (N° pixeles por categorías/N° pixeles positivos).

DENSIDAD	Baja	Media	Alta
IOC (celdas totales)			
Adultos	30,0	3,7	1,7
Reclutas	30,5	3,0	1,4
Total	27,7	5,3	2,9
IOC (celdas positivas)			
Adultos	84,5	10,5	5,0
Reclutas	87,5	8,5	4,0
Total	77,0	15,0	8,0



Tabla 41

Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC.

VARIABLE (todos los rangos)	Adulto	Recluta
Temperatura (°C)	0,29	0,28
Salinidad (psu)	0,28	0,27
Gradiente térmico (°C/mn)	0,26	0,27
Gradiente salino (psu/mn)	0,20	0,18
Oxígeno (ml/L)	0,25	0,25
Densidad (σt)	0,29	0,30
Cloa (mg/m ³)	0,24	0,24
Zooplancton (núm/1000m ³)	0,24	0,24
Copépodos (núm/1000m ³)	0,23	0,23
Diatomeas (cél/L)	0,22	0,22
VARIABLE (rangos óptimos)	Adulto	Recluta
Temperatura (°C) (16-17,9)	0,26	0,27
Salinidad (psu) (34,3-34,59)	0,34	0,33
Gradiente térmico (°C/mn) (0,01-0,49)	0,30	0,29
Gradiente salino (psu/mn) (0,001-0,019)	0,24	0,23
Oxígeno (ml/L) (5-5,9)	0,30	0,29
Densidad (σt) (24,8-25,19)	0,38	0,42
Cloa (mg/m ³) (10-29)	0,29	0,28
Zooplancton (1-19000)	0,30	0,32
Copépodos (1-10000)	0,31	0,30
Diatomeas (80000-89000)	0,27	0,28



Tabla 42

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la anchoveta total 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		359		1389,08				1511,74		
Latitud	S	355,85	3,15	1241,37	147,71	12,97	1,94e-06	1477,56	34,20	0,1063
Longitud	W	353,11	2,75	1203,69	37,68	12,77	1,37e-05	1471,96	5,583	0,1335
Densidad	Kg/m ³	350,58	2,53	1150,61	53,09	3,99	0,02939	1460,77	11,19	0,1717
Ab. zooplancton	N°/100m ³	347,33	3,26	1094,07	56,53	4,85	0,00616	1449,15	11,63	0,2123
Ab. Diatomeas	Células/ml	343,86	3,47	1034,76	59,31	13,29	3,29e-07	1436,02	13,13	0,2551

Tabla 43

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para adultos de anchoveta 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		261		1094,22				1122,04		
Clorofila	mg/m ³	258,61	2,39	936,29	157,92	10,99	0,00024	1085,98	36,06	0,1443
Salinidad	PSU	255,86	2,75	779,04	157,25	21,14	2,17e-08	1043,31	42,68	0,2880
Gr. Clorofila	mg/m ³ /m	251,12	4,74	722,98	56,06	2,71	0,03391	1033,22	10,09	0,3392
Ab. zooplancton	N°/100m ³	247,34	3,78	677,36	45,63	7,23	0,00018	1023,71	9,51	0,3809
Ab. Diatomeas	Células/ml	243,79	3,55	639,99	37,37	11,66	1,84e-06	1015,94	7,76	0,4151

Tabla 44

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para reclutas de anchoveta 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		359		1463,37				1530,49		
Latitud	S	355,85	3,15	1239,55	223,83	19,30	4,10e-09	1477,03	53,47	0,1529
Densidad	Kg/m ³	353,33	2,53	1187,36	52,19	5,37	0,009931	1466,60	10,43	0,1886
Ab. zooplancton	N°/100m ³	350,07	3,26	1132,51	54,85	3,81	0,018734	1456,09	10,51	0,2261
Ab. apendicularias	Células/ml	346,16	3,92	1083,19	49,31	3,54	0,015814	1447,89	8,19	0,2598

**Tabla 45**

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

Variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	N° obs
Largo (m)	252,2	3,5	23,2	25,9	1,12	308
Alto (m)	16,6	1,2	3,1	2,0	0,62	308
Elongaci3n	61,2	1,2	8,0	7,6	0,95	308
Per3metro (m)	803,6	10,4	64,1	82,6	1,29	308
Area (m ²)	2.117,4	4,4	82,2	185,8	2,26	308
Dim. Fractal	1,74	1,05	1,34	0,15	0,11	308
Prof. Card (m)	19,2	4,3	7,5	2,2	0,29	308
Prof. Fondo (m)	2.000,0	36,5	927,7	900,7	0,97	308
Indice altura (%)	99,8	54,5	96,5	4,4	0,05	308
Sa (m ² /mn ²)	115.283,2	11,5	1.646,5	8.471,2	5,14	308
Densidad (Sa/m ²)	130,1	0,3	13,9	18,6	1,34	308
Dist. Costa (m.n.)	24,2	1,0	9,1	7,8	0,86	308

Tabla 46

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.

Variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	N° obs
Largo (m)	8.804,7	4,2	764,8	1.843,1	2,41	67
Alto (m)	9,8	1,1	3,8	2,1	0,54	67
Elongaci3n	2.231,9	1,4	173,5	400,3	2,31	67
Per3metro (m)	25.069,1	10,8	2.322,5	5.430,3	2,34	67
Area (m ²)	45.425,0	3,3	3.636,5	9.260,9	2,55	67
Dim. Fractal	1,92	1,03	1,51	0,20	0,13	67
Prof. Card (m)	18,2	4,6	8,3	1,9	0,22	67
Prof. Fondo (m)	432,1	42,7	172,5	78,9	0,46	67
Indice altura (%)	97,5	78,4	94,3	2,9	0,03	67
Sa (m ² /mn ²)	138.129,2	16,2	7.403,5	22.132,2	2,99	67
Densidad (Sa/m ²)	82,6	0,24	4,7	10,1	2,16	67
Dist. Costa (m.n.)	7,9	1,7	3,5	1,5	0,42	67



Tabla 47

Valores promedio, m3ximo, m3nimos y desviaci3n estandar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para d3a y noche por zona de estudio.

D3A							NOCHE						
Zona 1	M3ximo	M3nimo	Media	Desv. t3p.	CV	N	Zona 1	M3ximo	M3nimo	Media	Desv. t3p.	CV	N
Largo (m)	169.4	3.5	22.1	23.7	1.07	84	Largo (m)	8.804.7	111.1	3.051.8	3.083.8	1.01	14
Alto (m)	13.2	1.3	3.3	2.4	0.73	84	Alto (m)	9.8	1.3	4.5	2.6	0.57	14
Elongaci3n	28.4	1.5	7.2	5.4	0.75	84	Elongaci3n	2.231.9	69.6	643.9	675.8	1.05	14
Per3metro (m)	803.6	10.4	70.1	111.0	1.58	84	Per3metro (m)	25.069.1	372.3	8.497.8	8.874.5	1.04	14
Area (m ²)	2.117.4	4.4	100.3	284.3	2.84	84	Area (m ²)	45.425.0	139.4	15.420.2	15.593.2	1.01	14
Dim. Fractal	1.67	1.09	1.36	0.15	0.11	84	Dim. Fractal	1.89	1.47	1.65	0.13	0.08	14
Prof. Card (m)	19.2	4.3	8.3	2.7	0.33	84	Prof. Card (m)	9.1	4.6	6.8	1.2	0.18	14
Prof. Fondo (m)	2.000.0	36.5	320.5	519.4	1.62	84	Prof. Fondo (m)	192.8	61.5	127.4	47.2	0.37	14
Indice altura (%)	99.5	54.5	93.8	6.3	0.07	84	Indice altura (%)	97.2	88.3	93.7	3.2	0.03	14
Sa (m ² /mn ²)	115.283.2	13.8	3.679.3	15.777.5	4.29	84	Sa (m ² /mn ²)	138.129.2	312.7	32.211.3	40.873.7	1.27	14
Densidad (Sa/m ²)	130.1	0.4	15.1	21.1	1.40	84	Densidad (Sa/m ²)	5.1	0.5	2.3	1.3	0.55	14
Dist. Costa (m.n.)	16.4	1.0	4.2	3.3	0.77	84	Dist. Costa (m.n.)	4.0	1.7	2.8	0.7	0.25	14

Zona 2							Zona 2						
Zona 2	M3ximo	M3nimo	Media	Desv. t3p.	CV	N	Zona 2	M3ximo	M3nimo	Media	Desv. t3p.	CV	N
Largo (m)	102.5	4.5	21.6	19.5	0.90	77	Largo (m)	410.0	4.2	48.1	71.7	1.49	42
Alto (m)	16.6	1.3	3.4	2.3	0.66	77	Alto (m)	9.2	1.3	3.9	2.0	0.50	42
Elongaci3n	61.2	1.6	7.7	9.1	1.17	77	Elongaci3n	109.5	1.4	12.3	18.4	1.49	42
Per3metro (m)	244.9	12.4	58.8	52.6	0.90	77	Per3metro (m)	1.729.0	10.8	174.9	292.7	1.67	42
Area (m ²)	839.0	6.3	76.6	126.9	1.66	77	Area (m ²)	1.434.4	3.3	208.1	320.9	1.54	42
Dim. Fractal	1.68	1.06	1.32	0.16	0.12	77	Dim. Fractal	1.74	1.03	1.40	0.16	0.11	42
Prof. Card (m)	13.0	4.4	7.1	2.1	0.30	77	Prof. Card (m)	18.2	5.7	8.6	1.9	0.22	42
Prof. Fondo (m)	2.000.0	80.8	388.3	617.4	1.59	77	Prof. Fondo (m)	432.1	116.5	183.1	80.4	0.44	42
Indice altura (%)	99.7	89.2	95.4	2.4	0.02	77	Indice altura (%)	97.5	92.0	94.7	1.6	0.02	42
Sa (m ² /mn ²)	19.296.4	14.0	1.626.7	3.013.1	1.85	77	Sa (m ² /mn ²)	14.792.4	16.2	920.7	2.352.7	2.56	42
Densidad (Sa/m ²)	118.7	1.0	23.2	23.8	1.03	77	Densidad (Sa/m ²)	16.9	0.2	4.6	3.6	0.79	42
Dist. Costa (m.n.)	21.8	1.5	4.6	5.5	1.20	77	Dist. Costa (m.n.)	5.8	1.9	3.3	1.2	0.36	42

Zona 3							Zona 3						
Zona 3	M3ximo	M3nimo	Media	Desv. t3p.	CV	N	Zona 3	M3ximo	M3nimo	Media	Desv. t3p.	CV	N
Largo (m)	252.2	4.3	24.7	29.8	1.21	147	Largo (m)	2.964.6	35.2	657.7	909.6	1.38	11
Alto (m)	7.9	1.2	2.9	1.4	0.47	147	Alto (m)	3.7	1.1	2.5	0.9	0.34	11
Elongaci3n	59.6	1.2	8.6	7.9	0.92	147	Elongaci3n	799.5	17.9	204.6	236.1	1.15	11
Per3metro (m)	656.2	11.1	63.4	76.6	1.21	147	Per3metro (m)	15.312.7	118.5	2.869.4	4.608.3	1.61	11
Area (m ²)	970.1	4.7	74.8	134.2	1.79	147	Area (m ²)	10.331.5	60.1	2.056.4	3.209.2	1.56	11
Dim. Fractal	1.74	1.05	1.35	0.14	0.11	147	Dim. Fractal	1.92	1.64	1.73	0.08	0.05	11
Prof. Card (m)	14.5	4.4	7.3	1.7	0.23	147	Prof. Card (m)	10.9	8.2	9.5	0.9	0.09	11
Prof. Fondo (m)	2.000.0	69.4	1.557.2	767.7	0.49	147	Prof. Fondo (m)	310.7	42.7	194.8	90.3	0.46	11
Indice altura (%)	99.8	88.4	98.7	2.2	0.02	147	Indice altura (%)	97.2	78.4	93.3	5.3	0.06	11
Sa (m ² /mn ²)	7.627.3	11.5	495.3	971.8	1.96	147	Sa (m ² /mn ²)	4.482.3	57.5	972.2	1.369.6	1.41	11
Densidad (Sa/m ²)	68.8	0.3	8.3	10.2	1.23	147	Densidad (Sa/m ²)	3.7	0.3	1.1	1.2	1.10	11
Dist. Costa (m.n.)	24.2	1.1	14.2	7.5	0.53	147	Dist. Costa (m.n.)	7.9	3.3	5.4	1.9	0.35	11



Tabla 48

Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens	Dist Cos
Largo	1											
Alto	0,39	1										
Elongación	0,75	-0,13	1									
Perímetro	0,93	0,54	0,57	1								
Area	0,80	0,69	0,29	0,91	1							
Dim. Fractal	0,19	-0,47	0,55	0,14	-0,04	1						
Prof. Card	0,20	0,59	-0,18	0,33	0,45	-0,32	1					
Prof. Fondo	0,12	-0,06	0,11	0,08	0,04	0,05	0,00	1				
Índice altura	-0,12	-0,37	0,11	-0,21	-0,37	0,13	-0,42	0,63	1			
Sa	0,44	0,55	0,04	0,67	0,82	-0,02	0,42	-0,01	-0,43	1		
Densidad	0,00	0,27	-0,14	0,11	0,15	-0,14	0,12	-0,14	-0,17	0,37	1	
Dist. Costa	0,05	-0,10	0,06	0,03	0,00	0,05	0,06	0,88	0,59	-0,04	-0,17	1

Tabla 49

Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.

	Com.1	Com.2	Com.3
Total	3,76	2,45	1,88
% de la varianza	37,62	24,52	18,76
% acumulado	37,62	62,14	80,90

Tabla 50

Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Alto	0,81	-0,05	0,35
Elongación	0,11	0,55	-0,69
Perímetro	0,79	0,47	-0,28
Area	0,91	0,32	-0,09
Dim. Fractal	-0,21	0,39	-0,73
Prof. Card	0,65	-0,06	0,42
Fondo	-0,19	0,83	0,45
Índice altura	-0,62	0,59	0,21
Sa	0,83	0,16	-0,02
Dist. Costa	-0,22	0,78	0,48



Tabla 51
Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens	Dist Cos
Largo	1											
Alto	0,26	1										
Elongación	0,96	0,12	1									
Perímetro	0,98	0,22	0,97	1								
Area	0,95	0,39	0,83	0,89	1							
Dim. Fractal	0,27	-0,45	0,35	0,31	0,19	1						
Prof. Card	-0,17	0,34	-0,20	-0,14	-0,14	-0,18	1					
Prof. Fondo	-0,30	0,12	-0,25	-0,28	-0,33	-0,05	0,54	1				
Índice altura	-0,25	-0,13	-0,18	-0,24	-0,31	-0,01	-0,03	0,69	1			
Sa	0,82	0,35	0,72	0,73	0,84	0,13	-0,14	-0,28	-0,26	1		
Densidad	-0,20	0,13	-0,22	-0,22	-0,18	-0,44	-0,06	-0,05	0,04	-0,02	1	
Dist. Costa	-0,12	0,10	-0,12	-0,09	-0,10	0,19	0,46	0,62	0,33	-0,11	-0,22	1

Tabla 52
Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.

	Com.1	Com.2	Com.3
Total	4,00	2,08	1,79
% de la varianza	40,04	20,83	17,88
% acumulado	40,04	60,87	78,75

Tabla 53
Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,97	0,16	0,08
Alto	0,17	0,44	0,74
Elongación	0,95	0,14	-0,04
Perímetro	0,96	0,18	0,02
Dim. Fractal	0,35	0,08	-0,81
Prof. Card	-0,31	0,74	0,20
Fondo	-0,44	0,72	-0,07
Sa	0,83	0,13	0,26
Densidad	-0,23	-0,31	0,62
Dist. Costa	-0,23	0,79	-0,27

**Tabla 54**

Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta ajustadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007

Crucero	Ecuación	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
RECLAN 0712	TS = 17 log (L) - 70,919 dB	R ² = 0,73
RECLAN34 0802	TS= 19,21 Log (L) - 73,935dB	R ² = 0,8421
Global	TS = 20,95 log (L) - 74,61 dB	R ² = 0,9064

Tabla 55

Ecuaciones de intensidad de blanco (TS) respecto a la talla de anchoveta estandarizadas en la zona norte de Chile entre 1996 a 2007.

Crucero	Ecuación
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
RECLAN 0712	TS= 20 Log (L) -74,91 dB
RECLAN 0802	TS= 20 Log (L) -74,00 dB
Global	TS = 20 log (L) - 73,55 dB



Tabla 56

Comparaci3n d3a-noche del n3mero total de ubm, ubm con anchoveta (ubm+) y sa promedio de las ubm+ para transectas e intertransectas durante el Crucero RECLAN34-0802.

Per3odo	Tipo	Nº	Nº UBM	Nº UBM+	SA tot	SA prom UBM
DIA	Total	93	2756	138	463624	168
NOCHE	Total	41	1182	33	139482	118
DIA	Transectas	40	1543	78	344136	223
NOCHE	Transectas	19	723	13	93652	130
DIA	Intertransectas	53	1213	60	119520	99
NOCHE	Intertransectas	22	459	20	45840	100

Tabla 57

Comparaci3n d3a-noche del n3mero total de ubm, ubm con anchoveta (ubm+) y sa promedio de las ubm+ para transectas e intertransectas coincidentes durante el Crucero RECLAN 34-0802.

Per3odo	Tipo	Nº	Nº UBM	Nº UBM+	SA tot	SA prom UBM
DIA	Total	23	833	39	200304	240
NOCHE	Total	23	826	13	93639	113
DIA	Transectas	19	731	26	192166	263
NOCHE	Transectas	19	723	13	93639	130
DIA	Intertransectas	4	102	13	8138	80
NOCHE	Intertransectas	4	103	0	0	0

ANEXOS

A N E X O 1

**Personal participante por actividad
y objetivo específico**



PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO

Proyecto FIP 2007-03: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2008

OBJETIVO GENERAL. Evaluar el stock juvenil del recurso anchoveta, a través del método hidroacústico, existente en el área comprendida entre la III y IV Regiones, y caracterizar el proceso de reclutamiento de la especie en el, área de estudio.

IFOP	Crucero	Procesamiento	Análisis	Informe	Total
J. Castillo	80	80	104	75	339
J. Córdova	140	0	0	0	140
A. Saavedra	140	90	47	47	324
F. Leiva	140	110	93	24	367
R. Bahamonde	75	35	0	0	110
M. Rojas	100	47	0	0	147
H. Miranda	0	0	47	0	47
B. Leiva	100	0	0	0	100
C. Hernandez	140	105	36	35	316
Muestreador 1	100	0	0	0	100
E. Molina	140	100	58	90	388
C. Lang	0	30	30	0	60
Muestreador 2	140	0	0	0	140
Muestreador 3	140	0	0	0	140
F. Cerna	0	0	30	20	50
A. López	0	170	0	0	170
V. Cartasti	0	77	33	30	140
J. Letelier	0	0	21	20	41
H. Reyes	140	90	21	28	279
M- Pizarro	140	90	42	48	320
TOTAL IFOP	1.715	1.024	562	417	3.718

UCN	Crucero	Procesamiento	Análisis	Informe	Total
A. Mújica	0	0	19	11	30
E. Uribe	0	0	19	11	30
A. Gonzáles	168	176	0	0	344
M. Gallardo	168	352	0	0	520
TOTAL UCN	336	528	38	22	924
TOTAL GENERAL	2.051	1.552	600	439	4.642



OBJETIVO B1. Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorpora en el periodo de máxima reclutamiento a la pesquería

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20	40	62	41	163
J.Cordova	140				140
A.Saavedra	70				70
F.Leiva	140	55	45	24	264
R.Bahamonde	75	35			110
M.Rojas	100	47			147
H. Miranda			47		47
B.Leiva	100				100
C.Hernandez	140				140
Muestreador 1-Lancha 1	100				100
total	885	177	154	5	1281

OBJETIVO B2. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock juvenil de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20		12	5	37
E. Molina	140	100	58	90	388
C.Lang		30	30		60
Muestreador 3	140				140
Muestreador 4	140				140
F. Cerna			30	20	50
A. Lopez		170			170
Total	440	300	130	115	985

OBJETIVO B.3. 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.

	Crucero	Procesam	Análisis	Informe	Total
J.Castillo	20	35	15	10	80
F.Leiva		55	48		103
V.Catasti		77	33	30	140
C.Hernandez		105	36	35	176
J.Letlier			21	20	41
H.Reyes	140	90	21	28	279
M.Pizarro	140	90	42	48	320
total	300	452	216	171	1139



Universidad Cat3lica del Norte

A. Mujica			19	11	30
E. Uribe			19	11	30
A. Gonz3lez	168	176			344
M.de los 3. Gallardo	168	352			520
Total	336	528	38	22	924

Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el 3rea de estudio.

	Crucero	Procesam	An3lisis	Informe	Total
J.Castillo	20	5	15	19	59
A.Saavedra	70	90	47	47	254
Total	90	95	62	66	313

A N E X O 2

**Convenio Pesca de Investigación
estudio sesgo de orilla**



**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
LLAMADO A PARTICIPAR PESCA DE INVESTIGACIÓN
“ESTUDIO SESGO DE ORILLA EN LA EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL
RECURSO ANCHOVETA ENTRE LA III Y IV REGIONES, AÑO 2008”**

El **Instituto de Fomento Pesquero** se encuentra ejecutando el proyecto FIP 2007-03 “Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2008”, financiado por el Fondo de Investigación Pesquera-FIP.

Como actividad complementaria al estudio, es necesario llevar a cabo el proyecto *Estudio sesgo de orilla en la evaluación hidroacústica de recurso anchoveta*, cuyo objeto es realizar una evaluación hidroacústica de la biomasa de la especie objetivo en áreas costeras de la zona de estudio. El estudio se realizará entre el 2 y el 15 de febrero del 2008, en que se llevará a cabo la etapa de prospección acústica y hasta el 30 de marzo para realizar la etapa del muestreo de las capturas.

Para cumplir con los requerimientos de esta investigación, el Instituto necesita operar con dos (2) embarcaciones pesqueras cerqueras artesanales de la III Región e igual número de la IV Región, que cumplan con las siguientes **Características Técnicas**:

- Matrícula al día y vigente
- Estar inscrito en el Registro Nacional de Pescadores Artesanales, pesquerías de anchoveta en las regiones III ó IV.
- Eslora: 17 a 18 metros
- Calado: mayor a 2,5 metros
- TRG menor a 49,9 ton.
- Radar 24 millas
- Andar 8 nudos
- Radio Vhf
- Ecosonda de pesca
- Sonar
- Sistema de navegación satelital-GPS



- Autonomía de navegación de 10 a 15 días
- Red de cerco para anchoveta
- Puerto Base: Caldera, para la III Región y Coquimbo para la IV Región.
- Espacio suficiente en el puente de mando para la instalación de un equipo acústico científico, con un transductor por una de las bandas de la lancha.
- Habitabilidad a bordo para 2 investigadores extra tripulación.
 - Elementos de seguridad reglamentarios.

Para cumplir con los requerimientos de esta investigación, IFOP, solicitará a Subsecretaría de Pesca un volumen de captura para fines de investigación, asignado por región. Para solventar en parte los costos de operación de cada una de las dos lanchas, durante la etapa de prospección acústica, IFOP aportará un monto diario de \$172.000 + IVA, por concepto de víveres y combustible.

Para desarrollar esta investigación el Instituto invita a los pescadores artesanales que cumplan con los requisitos precitados a inscribirse en esta pesca de investigación, mediante una carta de manifestación de interés, aceptación de las condiciones del presente llamado y especificaciones técnicas de la nave, referido a Sr. Ramón Figueroa G., Atención Sra. Viviana Soto, Jefe Depto. Planificación y Gestión Estratégica de IFOP, a la máquina de fax N° (32) 215 1645, hasta el día 18 de enero del 2008, a las 11:00 hrs.

Las embarcaciones precalificadas serán visitadas por el Jefe de Proyecto, quién evaluará en terreno el cumplimiento de las características declaradas. La selección final se realizará considerando el cumplimiento de las características técnicas solicitadas. En iguales condiciones técnicas, la selección final se efectuará mediante un sorteo, en presencia de un Ministro de Fe, asignado por IFOP.

Ramón Figueroa González
Director Ejecutivo

A N E X O 3

**Talleres de difusión y discusión del
Proyecto FIP 2007- 03**



TALLERES DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN

“PROYECTO FIP 2007-03” EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA ENTRE LA III y IV REGIONES, AÑO 2008

De acuerdo a las Bases Administrativas y Especiales del proyecto, se realizaron dos talleres. En el primer Taller se realizó la presentación de la metodología y principales actividades asociadas al proyecto y el segundo taller la presentación de los resultados del proyecto.

1. PRESENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA: Taller 1

El **taller 1** se realizó en dependencias del IFOP en Valparaíso, el viernes 11 de enero de 2008. Asistieron los representantes de las organizaciones de pescadores artesanales e industriales de la III Región y representantes del sector público de la Región.

El Jefe de proyecto expuso el Plan de Trabajo a realizar en el crucero programado para febrero del 2008. Se analizaron los distintos aspectos relacionados con la posible participación de los pescadores artesanales en la evaluación.

2. DIFUSIÓN y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS: Taller 2

Este **taller 2**, se efectuó el lunes 28 julio de 2008 en el auditorium “Marcos Espejos Vidal” del IFOP. Se enviaron invitaciones a los profesionales relacionados con el tema, al taller asistió un total de 12 personas, provenientes del ámbito institucional, productivo (artesanal e industrial), de investigación y académico.



Participantes:

Nombre	Instituci3n
1. Jorge Castillo (JC)	IFOP – Jefe del Proyecto
2. Jaime Letelier (JL)	IFOP
3. V3ctor Catasti (VC)	IFOP
4. Eduardo Alzamora (AA)	Fondo Invest. Pesquera - FIP
5. Carola Hern3ndez (CH)	IFOP
6. Milena Pizarro (MP)	IFOP
7. Armando Mujica (AM)	UC del Norte - UCN
8. Eduardo Uribe (EU)	UC del Norte- UCN
9. Alejandra Ordenes (AO)	Subsecretar3a de Pesca-SSP
10. Sergio Lillo (SL)	IFOP
11. Marcelo San Mart3n (MSM)	IFOP
12. Roberto Bahamonde (RB)	IFOP

2.1. Res3menes de las presentaciones

El taller se organiz3 de acuerdo a la siguiente agenda:

Taller 2: Proyecto FIP 2007-03 “Evaluaci3n hidroac3stica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV regiones, a3o 2008”

Lugar: Auditorium Marcos Espejo Vidal, IFOP, Valpara3so.

Fecha: Lunes 28 julio de 2008.



PROGRAMA

14:00-14:30.	Presentación resultados oceanografía. Hernán Reyes. Instituto de Fomento Pesquero.
14:30-15:00.	Presentación resultados clorofila-a. Milena Pizarro. Instituto de Fomento Pesquero.
15:00-15:30	Resultados oferta ambiental del alimento III y IV Región. Armando Mujica y Eduardo Uribe - Universidad Católica del Norte.
15:30-16:00	Estimados de abundancia y biomasa de anchoveta. Jorge Castillo. Instituto de Fomento Pesquero.
16:00-16:15	Café
16:15-16:45.	Relaciones espaciales de la anchoveta y las condiciones oceanográficas entre la III y IV Regiones en el verano del 2008, mediante SIG. Victor Catasti. Instituto de Fomento Pesquero.
16:45-17:15	Modelamiento estadístico entre la densidad de anchoveta y variables bio-oceanográficas en la III y IV Regiones en el verano del 2008. Carola Hernández. Instituto de Fomento Pesquero
17:15-17:30.	Discusión y Conclusiones.

En la primera parte de la exposición el Jefe del Proyecto, Sr. Jorge Castillo, presentó los antecedentes que fundamentaron el diseño de muestreo utilizado en el proyecto. Se indicaron las características operativas del B/C Abate Molina para efectuar la evaluación hidroacústica, oceanografía, ictoplancton y pesca de mediagua. Se expuso el plan de muestreo, la ubicación de las transectas y de los lances de pesca. Se presentó el diseño de prospección y del estudio de sesgo de orilla. Posteriormente el Sr. Jorge Castillo los resultados de la abundancia y biomasa de anchoveta.



El Sr. Jaime Letelier junto a la Srta Milena Pizarro expusieron los resultados oceanográficos y meteorológicos, indicando la posición de las estaciones, los métodos empleados para la adquisición y la validación de la información. En cuanto a los resultados, se presentaron las variables oceanográficas en transectas en sentido latitudinal y longitudinal, perfiles verticales, estructuras verticales, gradientes, diagramas TS y gráficos espacio – tiempo elaborados a partir de la información satelital de temperatura superficial del mar y color del mar.

Consecutivamente, el Sr. Víctor Catasti, presentó el trabajo sobre interrelaciones entre los anchoveta y las variables oceanográficas (temperatura, salinidad, densidad del agua de mar, oxígeno disuelto en las capas superficiales y de mayor frecuencia de cardúmenes y la variable bio-oceanográfica clorofila “a”, el análisis se realiza mediante el sistema de información geográfica (SIG). Además, se presentó el modelamiento GAM a través de suavizadores loess y spline, exhibido por la Sra Carola Hernández.

3. CONSULTAS, RESPUESTAS, DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Taller 2 de difusión FIP 2007-03

Proyecto: Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2008.

Exposición I. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona centro-norte de Chile durante el verano del 2008 (M. Pizarro y J. Letelier, IFOP.

1) *¿Cuándo hablaste del espesor de la termoclina a que te refieres? (AM, UCN).*

Respuesta: El espesor de la termoclina se mide entre la parte inferior y superior de la iso línea y se definió en 10 m de profundidad.

Comentarios



- El Sr. Jaime Letelier (IFOP) acota que se dispone de información satelital con lo cual se generan mapas de distribución de clorofila, destacando importantes zonas de retención, zona que no esta expuesta que es independiente de la zona de surgencia en Coquimbo, donde se han encontrado focos de las distintas variables de estudio.
- El Sr. Armando Mujica (UCN) comenta la importancia de esta información, ya que se busca información reciente acerca de la importancia de esta zona para impedir la instalación de ductos de desecho de grandes empresas.

Exposición II. Oferta ambiental de fitoplancton en la zona entre la III y IV durante el verano del 2008 (E. Uribe, UCN).

- 1) *Esta es la oferta ambiental para la anchoveta ¿pero existe un estudio de contenido estomacal? (AO, SSP).*

Respuesta: Existen muchas tesis que indican que esta se alimenta principalmente de fitoplancton y muy poco de microzooplancton.

Exposición III. 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 (J. Castillo, IFOP).

- 1) *¿El foco frente a Tal Tal está disponible a la pesca artesanal. Qué criterio se utilizó para definir la época de evaluación de los reclutas de anchoveta en la zona de estudio? (EA, FIP).*



Respuesta: la estructura de talla de las capturas de la flota de los últimos tres años.

2) *¿Cómo deciden la época del crucero hay alguna hipótesis para sustentar esta? (J.L, IFOP).*

Respuesta: Distribución norte- sur, que se inicia en el norte en primavera llegando a finales de marzo a la zona.

3) *¿Hay estudios de huevos? (MSM, IFOP).*

Respuesta: Si existen para sardina y anchoveta.

4) *¿Vale la pena intentar hacer sesgo de orilla? (AO, SSP).*

Respuesta: La verdad que las dos veces que hemos intentado hacer sesgo de orilla en la zona y hay un gran esfuerzo para hacerlo, pero no resulta. Sin embargo el aporte al estimado de biomasa es bajo la zona prospectada por el Abate Molina y la lancha no muestra diferencias. Si hubiese que optar por el sesgo de orilla, este podría aportar mas en la zona de Caldera que en Coquimbo, ya que en esta zona las lanchas toman mas precauciones por riesgos en zonas complicadas.

5) *¿Es tan rígido el plan de muestreo? (SL, IFOP).*

Respuesta: No, siempre existe la posibilidad de ampliar pero esta vez no se realizó.

6) *¿Para el crucero de este año que problemas ves? (EA, FIP).*

Respuesta: El problema es que el RECLAS es inamovible ya que se inicia el 3 o 4 de enero terminando el 27 o 28 de enero, fijo este se ubicaron el RECLAN 12 y 34. El RECLAN 34 queda bien en febrero y el RECLAN 12 lo tratamos de hacer lo más



cercano posible a fin de a1o. En el crucero de diciembre hubo un 40 % de reclutas, por lo que diciembre es un buen momento para evaluar RECLAN 12 y la secuencia para este a1o serfa en diciembre RECLAN 12, enero RECLAS y febrero RECLAN 34.

Comentarios

- Es muy interesante la data hist3rica que se est1 obteniendo (AM, UCN).
- En otros recursos hemos estudiado para el langostino que existe una mec1nica temporal entre las dos zonas (Caldera y Coquimbo), Caldera primera y 15 dfa despu3s comenzaban aparecer en Coquimbo (AM, UCN).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Unidad de Ediciones y Producción

Blanco 839, Fono 56-32-2151524

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl
