



INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA
FIP N° 2001-11

Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, Temporada 2001-2002





INFORME FINAL

FIP 2001-11

**Evaluación del
reclutamiento
de anchoveta en la
I y II Regiones,
Temporada 2001-2002**

· Octubre, 2002 ·



REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP
Presidente del Consejo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Jorge Farías Ahumada

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

JORGE CASTILLO PIZARRO

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en el periodo del reclutamiento. Primavera 2001.

**JORGE CASTILLO
JOSÉ CÓRDOVA
ALVARO SAAVEDRA
MARCOS ESPEJO
PATRICIO GÁLVEZ
MARÍA ANGELA BARBIERI**

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos durante el reclutamiento de anchoveta Primavera 2001.

**JORGE OSSES
HERNÁN REYES**

Biología Pesquera de la anchoveta en la zona norte durante el periodo del reclutamiento. Primavera 2001.

**GLORIA ARRIAGADA
PATRICIO BARRÍA**

Edad y Crecimiento de anchoveta en la primavera del 2001.

RAÚL GILI
Ítems alimentarios de la anchoveta en la primavera del 2001.
**EDUARDO OLIVA
CLAUDIO BRIEBA**

· Octubre, 2002 ·



I. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados correspondientes al proyecto FIP N° 2001-11 “Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, Temporada 2001-2002”, relativos a la evaluación de la biomasa y distribución espacial de la anchoveta y la fracción de reclutas mediante técnicas acústicas y las condiciones oceanográficas asociadas, durante la primavera del año 2001.

La información acústica, pesquera y oceanográfica necesaria para realizar el estudio fue recolectada en un crucero de prospección, realizado en el B/I “Abate Molina” desde el 27 de noviembre al 19 de diciembre del año 2001, efectuándose 57 lances de pesca de media agua, 73 transectas acústicas y 77 estaciones oceanográficas. La zona de estudio estuvo comprendida entre la costa y las 10 mn entre Arica (18°22’S) y Pta. Posallaves (24°50’S). Se debe destacar que con el fin de incluir en la prospección acústica la mayor área de distribución del recurso, el límite sur de la zona de estudio propuesto originalmente, que llegaba hasta el 24°00’S, se amplió hasta los 24° 50’S.

Adicionalmente, con el fin de medir el sesgo de orilla en la evaluación de la biomasa, se realizó una prospección en la franja costera comprendida entre los paralelos 20°50’S y 22° 00’S, a bordo de la embarcación pesquera artesanal “Choné”, de registros de Iquique, equipada con un sistema acústico SIMRAD EK 500, similar al del B/I “Abate Molina”, que realizó 15 transectas perpendiculares a la costa separadas por 5 mn, desde la isóbata de 5 m de profundidad y hasta 5 mn de la costa.



Los principales resultados del estudio son:

1. La abundancia total de anchoveta, incluyendo la corrección por sesgo de orilla, varió entre 39.202,43 y 39.916,41 millones de ejemplares, según el método de estimación utilizado.

La abundancia de los ejemplares inferiores a 12 cm, considerados como reclutas, alcanzó a un 87,3% variando entre 33.649,23 y 34.286,34 millones de ejemplares según el método.

2. La biomasa de anchoveta en toda la zona de estudio, incluyendo la corrección por sesgo de orilla, varió entre 322.977 y 328.349,42 t, según el método utilizado. La biomasa correspondiente a los reclutas alcanzó a un 55,7%, variando entre 174.155 y 177.677 t, concentrándose el 55,8% al sur del paralelo 23° 55'S.
3. Los Coeficientes de Variación (CV) de la biomasa variaron entre 0,03 y 0,08, dependiendo del método aplicado, con errores entre 6 y 14,5%, alcanzándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas. Los CV calculados para la abundancia variaron entre 0,03 y 0,08, siendo también el más bajo aquel obtenido con el método de las variables regionalizadas.
4. La anchoveta presentó una distribución eminentemente costera a lo largo de toda la zona de estudio (Arica, 18° 22' S hasta punta Posallaves, 24° 50' S), alcanzando las 10 mn en Arica, Pisagua, cuesta Patillo, al sur de punta Lobos y en las cercanías de punta Arenas, Mejillones y Antofagasta.



5. La estructura de edad se caracterizó por ser prácticamente “monoetaria” para el período del Crucero, el grupo de edad dominante correspondió al **0** (clase anual 2000) con valores superiores al 83% del número de ejemplares.
6. La zona de estudio presentó valores de temperatura y salinidad superficial típicos para la época, caracterizándose las áreas de surgencia con intensos gradientes horizontales de temperatura y salinidad. Se determinaron tres focos importantes de surgencia activa: Arica a punta Argolla, Iquique a punta Lobos y punta Arenas hasta los 23°30' S, siendo la segunda indicada la de mayor intensidad.
7. La anchoveta se distribuye asociada a zonas de bajos gradientes longitudinales de temperatura, salinidad y altos valores de clorofila integrada. Las condiciones oceanográficas superficiales que limitaron la distribución de anchoveta variaron entre 14°C y 20°C, con preferencias de aguas entre 16°C y 18°C; salinidad superficial entre 34,4 psu y 35,0 psu, con máximos en los 34,8 psu. En la capa de 11 m las temperaturas límites variaron entre 12°C y 18°C, con preferencias entre 14°C y 15°C; salinidades entre 34,4 psu y 34,8 psu y niveles entre 15 a 60 mgm/L de clorofila "a" integrada.
8. La distribución de tallas de anchoveta durante el Crucero se mostró multimodal, observándose tres grupos principales, dos de ellos ubicados en el grupo de los reclutas y uno en el grupo de los adultos, el aporte de los reclutas a las capturas en número fue de un 84 %.



9. Los análisis de los pesos por talla y de los factores de condición de la anchoveta de los tres últimos cruceros de reclutamiento (RECLAN 0012 - 0001 y 9811) indican una sostenida reducción en los pesos promedios y en el factor de condición para todo el rango de tallas muestreado, situación que también se presenta en las capturas de la flota cerquera. Este hecho se atribuye a una pobre calidad en el alimento disponible, puesto que la biomasa fitoplanctónica, medida a través de la clorofila-a presenta una tendencia inversa.
10. El proceso de desove presenta una sincronía temporal, por tamaño y por sexo. La proporción sexual estuvo dominada por las hembras con un 70,6% a lo largo de todo el rango de tallas y el estado de madurez que predominó fue el 5 (82 %).
11. En el período noviembre – diciembre de 2001, la anchoveta, *Engraulis ringens*, en la zona norte de Chile se comporta como un pez planctófago, con predominancia del componente zooplanctónico en la dieta. Los componentes tróficos principales del zooplancton y fitoplancton corresponden a las especies dominantes características de las aguas del ecosistema de surgencia del norte de Chile. En la componente zooplanctónica destacan los copépodos *Paracalanus parvus*, *Acartia tonsa*, *Centropages brachiatus*, *Oncaea sp*, *Calanus chilensis* y *Corycaeus sp.*; en la componente fitoplanctónica lo hacen las diatomeas: *Thalassiosira subtilis*, *Detonula pumila*, *Coscinodiscus sp.*, *Proboscia alata* y *Biddulphia longicuris*.

La anchoveta exhibe diferencias tróficas en función de su tamaño, las que están ampliamente determinadas por la contribución diferencial de las especies dominantes de copepoda en sus contenidos estomacales.



II. INDICE GENERAL

	Página
I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. INDICE GENERAL	5
III. INDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXO	9
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO	31
A. Objetivo general	31
B. Objetivos específicos	31
V. ANTECEDENTES	33
VI. METODOLOGÍA	39
1. Zona de estudio y plan de muestreo	39
2. Metodología por objetivo	40
2.1 Objetivo B.1	40
2.1.1 Muestreo acústico	40
2.1.2 Calibración del sistema acústico	42
2.1.3 Identificación de especies	47
2.1.4 Procesamiento de la información acústica	49
2.1.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso).....	49
2.1.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	52
2.1.7 Estimación del coeficiente de error (%) y coeficiente de variación (CV)	56
2.1.8 Estudio del sesgo de orilla	57
2.1.9 Relación entre los estimados de biomasa y las capturas	59
2.2 Objetivo B.2	60
2.2.1 Muestreos de las capturas obtenidas con lances a mediagua	60
2.2.2 Estructura de tallas y pesos de la anchoveta	65
2.2.3 Determinación de la estructura de edad en anchoveta	70
2.2.4 Determinación de los ítems alimentarios de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)	72
2.3 Objetivo B.3	76
2.3.1 Distribución espacial de los recursos	76
2.3.2 Índices de ocupación y abundancia relativa	77
2.3.3 Condiciones oceanográficas asociadas al proceso de reclutamiento	77
2.3.4 Asociación entre la distribución espacial anchoveta y las variables bio-oceanográficas	80
2.4 Objetivo B4.....	84



VII. RESULTADOS	87
1. Condiciones meteorológicas e hidrográficas registradas en la zona norte durante noviembre-diciembre del año 2001 (Crucero RECLAN 000111) (Objetivo específico B3)	87
1.1 Condiciones hidrográficas	87
1.1.1 Vientos	87
1.2 Condiciones superficiales	89
1.2.1 Temperatura	89
1.2.2 Salinidad	90
1.2.3 Densidad	91
1.2.4 Oxígeno disuelto	91
1.3 Condiciones subsuperficiales	92
1.3.1 Profundidad de la Isotherma de 15°C	92
1.3.2 Capa de mezcla	92
1.3.3 Termoclina	93
1.3.4 Distribución de temperatura en la vertical	94
1.3.5 Distribución de salinidad en la vertical	94
1.3.6 Distribución de densidad en la vertical	96
1.3.7 Distribución de oxígeno disuelto en la vertical	96
1.4 Masas de agua	99
2. Biomasa fitoplanctónica en la zona norte durante la primavera del año 2001	100
2.1 Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica	100
2.2 Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica integrada	101
2.3 Distribución batimétrica de la biomasa fitoplanctónica	102
2.4 Distribución de la biomasa fitoplanctónica a escala fina	104
2.5 Distribución de la biomasa fitoplanctónica en forma paralela a la costa	105
2.6 Distribución horizontal de la biomasa fitoplanctónica y su asociación con los frentes costeros	107
2.7 Asociaciones entre el campo físico y la biomasa fitoplanctónica	108
3. Biología pesquera	110
3.1 Resultados de los lances de pesca	110
3.2 Determinación de la estructura de tamaños de anchoveta por zona pesquera y el conjunto de la zona de estudio	110
3.3 Relaciones longitud peso de anchoveta	112
3.3.1 Modelos lineales	112
3.3.2 Modelos no lineales	112
3.4 Determinación sexual de anchoveta	113
3.5 Índice Gonadosomático (IGS) y estados de madurez de anchoveta	114
3.6 Descripción de la fauna asociada	116
3.7 Comparaciones de pesos de anchoveta entre cruceros mediante modelo lineal y no lineal	117
3.8 Análisis de covarianza y comparaciones de regresiones por zona de pesca para anchoveta	118



4.	Ítems alimentarios de la anchoveta	119
4.1	Características del material examinado	119
4.2	Hábito trófico de la especie	119
4.2.1	Componente zooplanctónico de la dieta	119
4.2.2	Ocurrencia de los taxa de presa zooplanctónica	120
4.2.3	Componentes tróficos zooplanctónicos principales de la dieta de <i>Engraulis ringens</i>	120
4.2.4	Análisis trófico espacial de la dieta zooplanctónica de <i>Engraulis ringens</i>	121
4.2.5	Componentes tróficos principales de la dieta zooplanctónica por zona	122
4.2.6	Análisis comparativo entre localidades de la dieta zooplanctónica	123
4.2.7	Diversidad trófica zooplanctónica por zonas de estudio	123
4.2.8	Efecto distancia a la costa y tiempo del lance	124
4.2.9	Análisis comparativo por clase de talla en la dieta zooplanctónica	124
4.3	Componente fitoplanctónico de la dieta	125
4.3.1	Ocurrencia de los taxa de presa fitoplanctónica	126
4.3.2	Componentes tróficos fitoplanctónicos principales de la dieta de <i>Engraulis ringens</i>	126
4.3.3	Análisis trófico espacial de la dieta fitoplanctónica de <i>Engraulis ringens</i>	127
4.3.4	Fitoplancton: análisis comparativo entre localidades	127
4.3.5	Diversidad trófica fitoplanctónica por zonas de estudio	127
4.3.6	Fitoplancton: análisis comparativo por clase de talla	128
4.3.7	Consideración global del análisis trófico por clase de talla	129
5.	Estimación del reclutamiento en peso y número de la anchoveta. Período 2001-2002 (Objetivo específico B1)	129
5.1	Relación día y noche de la prospección acústica	129
5.2	Estratificación de las estructuras de tallas de anchoveta	130
5.3	Calibración del sistema acústico	131
5.3.1	Calibración acústica	131
5.3.2	Calibración <i>in situ</i> de la intensidad de blanco (TS) de la anchovetra respecto a su longitud	131
5.4	Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta	133
5.5	Precisión de los estimados de biomasa	134
5.6	Abundancia de anchoveta por edad	135
5.6.1	Elaboración de la clave edad-talla	135
5.6.2	Composición en número por grupo de edad	135
5.7	Distribución espacial de los recursos	136
5.8	Distribución espacial de anchoveta y las condiciones bio-oceanográficas	137
5.8.1	En relación con la temperatura	137
5.8.2	En relación con la salinidad	139
5.8.3	En relación con la clorofila "a" integrada hasta 25 m	140
5.8.4	En relación con el oxígeno	142
5.8.5	Asociaciones espaciales entre la distribución de reclutas y total de anchoveta y las condiciones bio-oceanográficas	142



5.9	Distribución espacial de la anchoveta en los cruceros de primavera-verano (período 1996-2000)	143
6.	Determinación del sesgo de orilla	145
7.	Caracterización y análisis de las agregaciones de anchoveta (Objetivo B.4)	147
7.1	Resultados análisis componentes principales	148
7.1.1	Agregaciones diurnas	148
7.1.2	Agregaciones nocturnas	149
7.2	Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas	151
7.2.1	Descriptores morfológicos	151
7.2.2	Descriptores batimétricos	152
7.3	Resultados agregaciones nocturnas con influencia lunar	153
7.3.1	Descriptores morfológicos	153
7.3.2	Descriptores batimétricos	155
VIII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	157
1.	Condiciones hidrográficas de la zona norte durante la primavera del año 2001	157
2.	Biomasa fitoplanctónica	161
3.	Biología pesquera	162
4.	Items alimentarios de la anchoveta	166
5.	Relación TS-L de anchoveta	171
6.	Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta	173
7.	Precisión de los estimados de biomasa	175
8.	Estimación de los errores de la captura total y composición por especie	176
9.	Modelo predictivo de las capturas en base a los estimados de biomasa	178
IX.	CONCLUSIONES	181
X.	BIBLIOGRAFÍA	187
FIGURAS		
TABLAS		
ANEXO		
ANEXO 1: Asignación de personal profesional y técnico		



III. INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1. Localización de transectas, estaciones de muestreo bio-oceanográficas y lances de pesca. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 2. a) Intensidad y dirección del viento en las estaciones oceanográficas, b) Intensidad y dirección del viento de bitácora de puente, c) Turbulencia y d) Índice de surgencia (\hat{I} positivo). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 3. Distribución superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) Salinidad (psu), d) Anomalía de salinidad (psu). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 4. Distribución superficial de a) densidad ($\sigma\text{-t}$) y b) oxígeno disuelto (mL/L). Ubicación en la vertical de c) profundidad de la isoterma de 15°C y valor de d) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C . Crucero RECLAN 0111.
- Figura 5. a) Profundidad de la capa de mezcla (m), b) espesor de la termoclina (m), c) máximo gradiente de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) y d) profundidad del máximo gradiente (m). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 6. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 7. Distribución vertical de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 8. Distribución vertical de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.



- Figura 9. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la salinidad (psu). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 10. Distribución vertical de la salinidad (psu) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 11. Distribución vertical de la salinidad (psu) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 12. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la densidad (sigma-t). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 13. Distribución vertical de la densidad (sigma-t, kg/m³) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 14. Distribución vertical de la densidad (sigma-t, kg/m³) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 15. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 16. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 17. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 18. Diagramas t-s de las estaciones agrupadas por distancia a la costa. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 19. Distribución superficial de: a) clorofila a ($\mu\text{g/L}$), b) clorofila integrada (mg/m^2), c) feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y c) feopigmentos integrados (mg/m^2). Crucero RECLAN 0111.



- Figura 20. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 1 a 7. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 21. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 10 a 22. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 22. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 25 a 37. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 23. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 40 a 52. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 24. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 55 a 58. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 25. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 70 a 72. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 26. Relaciones funcionales entre la clorofila a versus la clorofila *in vivo*, en los años 2000 y 2001. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 27. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la clorofila a ($\mu\text{g/L}$). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 28. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 29. Distribución del gradiente térmico (a), clorofila a superficial (b) e integrada (c) por transectas. Crucero RECLAN 0111.



- Figura 30. Asociación funcional entre el gradiente térmico y la clorofila a superficial (a), integrada (b) y la fluorescencia *in vivo*. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 31. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 19 a la 34. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 32. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 37 a la 52. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 33. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia *in vivo* (UR), transectas 55 a la 70. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 34. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia *in vivo* (UR), transecta 34. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 35. Gráficos de las asociaciones funcionales entre la clorofila a *versus* la temperatura (a) y la salinidad superficial (b) y la clorofila integrada *versus* la temperatura (c) y salinidad superficial (d). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 36. Distribución vertical de clorofila, feopigmentos, fluorescencia *in vivo* y densidad en las estaciones 18, 19 y 20 de la transecta 16..Crucero RECLAN 0111.
- Figura 37. Distribución vertical de clorofila, feopigmentos, fluorescencia *in vivo* y densidad en las estaciones 39, 40 y 41 de la transecta 37. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 38. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 1 al 9, lance 2 sin captura.



- Figura 39. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 10 al 18, lance 11 sin captura.
- Figura 40. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 19 al 27, lance 22 sin captura.
- Figura 41. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 29 al 40, lances 28, 31, 36, 37 y 38 sin captura.
- Figura 42. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 41 al 48.
- Figura 43. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 49 al 56, lances 51, 53 y 57 sin captura.
- Figura 44. Frecuencia de longitudes en las capturas de anchoveta en A) número y B) %.
- Figura 45. Distribución en peso por estrato talla de las capturas de anchoveta en A) kg y B) %.
- Figura 46. Curvas de regresión de la relación longitud-peso, para anchoveta por zona de pesca.
- Figura 47. Proporción de las hembras de anchovetas muestreadas en el Crucero RECLAN 0111.
- Figura 48. IGS de anchovetas por sexo y zona de pesca Crucero RECLAN 0111.



- Figura 49. Estadios de madurez (%) para machos y hembras; por talla y zona de pesca, Crucero RECLAN 0111. (a) machos y hembras, (b) machos y (c) hembras.
- Figura 50. Índice Gonadosomático (IGS) de anchoveta, por estado de madurez a la talla y zona de pesca.
- Figura 51. IGS calculados a partir de los datos de la pesquería industrial de la zona norte del país.
- a) IGS desde los años 1996 a 2001 en forma mensual para la zona norte.
 - b) IGS promedio desde los años 1996 a 2001 para la zona norte.
 - c) IGS promedio zona norte durante el mes de diciembre desde 1996 a 2001 y Cruceros RECLAN 0012 y 0111.
 - d) IGS promedio para los años 1999, 2000 y 2001 durante mes de diciembre y Cruceros RECLAN 0012 y 0111 por zona de pesca.
- Figura 52. Proporción de las principales especies capturadas durante el presente Crucero, por zona de pesca.
- Figura 53. Contribución numérica porcentual de los taxa de presa del zooplancton en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* por zona.
- Figura 54. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* entre zonas de estudio para la componente zooplanctónica.
- Figura 55. Número de taxa de presas del zooplancton y número de presas en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en función de la distancia a la costa
- Figura 56. Diversidad trófica del componente zooplanctónico en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en función de la distancia a la costa



- Figura 57. Número de presas y diversidad trófica del componente zooplanctónico en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en función de la hora del lance.
- Figura 58. Peso promedio del contenido estomacal en función de la hora del lance de pesca.
- Figura 59. Contribución numérica porcentual de taxa de presa zooplanctónicas por clase de tamaño longitud total (mm) en *Engraulis ringens*.
- Figura 60. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* por clase de tamaño de longitud total para la componente zooplanctónica.
- Figura 61. Contribución numérica porcentual de los taxa de presa principales del zooplancton por clase de talla (mm) en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens*.
- Figura 62. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* entre zonas de estudio para la componente fitoplanctónica.
- Figura 63. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* por clase de tamaño de longitud total para la componente fitoplanctónica.
- Figura 64. Contribución numérica porcentual de los taxa de presa principales del fitoplancton por clase de talla (mm) en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens*.
- Figura 65. Distribución de la densidad media (Saprom) de anchoveta observadas durante el día y la noche por el B/I Abate Molina en la zona de estudio respecto a la distancia de la costa, agrupada cada 0,5 mn.
- Figura 66. Relación de la densidad media (Sa) observadas entre la noche y el día por el B/I Abate Molina en la zona de estudio con respecto a la distancia de la costa, agrupadas cada 0,5 mn.



- Figura 67. Distribución de la densidad media (sa prom) de anchoveta por grados de latitud observadas durante el día y la noche por el B/I Abate Molina respecto de la distancia de la costa, agrupadas cada 0,5 mn.
- Figura 68. Estructuras de tallas de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN 0111
- Figura 69. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 3, 4, 5 y 9). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 70. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 10, 12 14 y 17). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 71. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 19, 24 25 y 26). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 72. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 27, 29, 32 y 40). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 73. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 48, 42, 54 y 55). Crucero RECLAN 0111.
- Figura 74. Ecuación de Intensidad de Blanco (TS) de anchoveta respecto a la talla. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 75. Biomasa y Abundancia de Anchoveta por talla y zonas. RECLAN 0111.
- Figura 76. Biomasa y abundancia de Anchoveta por talla para toda la zona de estudio. RECLAN 0111.



- Figura 77. Distribución de la biomasa de Anchoveta. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 78. Distribución de la densidad acústica $-Sa$ (m^2/mn^2) de anchoveta respecto de la profundidad (m), temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (psu) y oxígeno disuelto (ml/l). RECLAN 0111.
- Figura 79. Distribución espacial de temperatura y salinidad superficial y 11 metros de profundidad. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 80. Distribución espacial de oxígeno disuelto en superficie y 11m y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 81. Histogramas de la distribución total de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 82. Histogramas de la distribución de reclutas de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 83. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 84. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 4 mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 85. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 4 a 6 mn. Crucero RECLAN 0111.



- Figura 86. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila “a” integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a mas mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 87. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila “a” integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 88. Señal latitudinal gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila “a” integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 4 mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 89. Señal latitudinal de gradientes longitudinales de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila “a” integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 4 a 6 mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 90. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila “a” integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a mas mn. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 91. Distribución espacial de: a) reclutas y b) adultos de anchoveta, en la Zona Norte de Chile. Cruceros 9601, 9611 9801, 9811, 0001 y 0012.
- Figura 92. Distribución espacial de los centros de gravedad de a) reclutas de anchoveta y b) adultos de anchoveta históricos. Cruceros 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012 y 0111.
- Figura 93. Rangos de preferencia de anchoveta de variables temperatura y salinidad superficial cruceros 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012 y 0111.



- Figura 94. Red de transectas realizadas por la L/P Choné y el B/I Abate Molina en el estudio del sesgo de orilla. Se indican las subdivisiones utilizadas para el análisis. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 95. Densidad acústica media (S_a) de anchoveta, agrupadas cada 0,5 mn, del B/I Abate Molina y L/P Choné y relación de las densidades medias por embarcación por zonas y total. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 95 a. Densidad acústica media (S_a) de anchoveta, agrupadas cada 0,5 mn, del B/I Abate Molina y L/P Choné y relación de las densidades medias por embarcación por zonas y total. Crucero RECLAN 0111.
- Figura 96. Frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red anchovetera por las lanchas Choné y Valencia (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm).
- Figura 97. Proporción de hembras (%) de anchoveta en el muestreo de las capturas realizadas en la lancha Choné.
- Figura 98. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta en el muestreo de las capturas realizadas en la lancha Choné.
- Figura 99. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Figura 100. Carga de cada componente principal, agregaciones diurnas.
- Figura 101. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas.
- Figura 102. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Figura 103. Cargas de cada componente principal, agregaciones nocturnas.



- Figura 104. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones nocturnas.
- Figura 105. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación a) Agregaciones diurnas; b) Agregaciones nocturnas.
- Figura 106. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal a) Agregaciones diurnas; b) Agregaciones nocturnas.
- Figura 107. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones a) Agregaciones diurnas; b) Agregaciones nocturnas
- Figura 108. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura a) Agregaciones diurnas; b) Agregaciones nocturnas.
- Figura 109. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación a) Noche con luna; b) Noche sin luna.
- Figura 110. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal a) Noche con luna; b) Noche sin luna.
- Figura 111. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones a) Noche con luna; b) Noche sin luna.
- Figura 112. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura a) Noche con luna; b) Noche sin luna
- Figura 113. Factor de condición de las anchovetas en los meses de enero, noviembre y diciembre del 2000 y para noviembre y diciembre del 2001 (datos provenientes de la pesquería).
- Figura 114. Factor de condición de las anchovetas en los Cruceros RECLAN 0001, 0012 y 0111.



- Figura 115. Pesos eviscerados promedios de anchoveta para los Cruceros RECLAN 0001, 0012 y 0111.
- Figura 116. Proporción de las principales especies capturadas durante el Crucero RECLAN 0012, por zona de pesca.
- Figura 117. Reclutas (≤ 12 cm) en la capturas en forma mensual durante el año 2001 por área de pesca en la zona norte. (a) Zona Arica, (b) Zona Iquique, (c) Zona Antofagasta y (d) Zona Norte.
- Figura 118. Capturas (t) mensuales de anchoveta en la Zona Norte durante los años 1996 al 2001, se presentan los porcentajes de los reclutas en dichas capturas.
- Figura 119. Porcentajes de reclutas provenientes de las capturas de anchoveta por zona de pesca en forma mensual en el norte del país desde los años 1996 al 2001.
- Figura 120. Diferencias de intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla y entre cruceros
- Figura 121. Estimados de biomasa (A) y abundancia (B) de anchoveta total y reclutas por año, zona Arica- Antofagasta
- Figura 122. Relación funcional entre la biomasa de anchoveta en primavera-verano y las capturas de la temporada de pesca siguiente. Los datos (*) corresponden a cruceros de verano realizados a principio de año en que se consideró la captura. Se descartaron de la relación funcional ajustada los datos 85/86, 86/87, 97/98, 98/99 y 00/01.



TABLAS

- Tabla 1. Categorías por densidad.
- Tabla 2. Gradientes térmicos y biomasa de fitoplancton asociada por transecta. Crucero RECLAN 2001.
- Tabla 3. Resumen de operación por lance de pesca con captura de anchoveta en el Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 4. Resumen de lances de pesca por zona y comparación de pesos y tallas promedios para anchoveta, durante el crucero RECLAN 0111.
- Tabla 5. Estimación de los parámetros de la relación longitud-peso a través de modelos lineales y no lineales por zona de pesca y total zona de estudio en el Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 6. Pesos estimados de anchoveta obtenidos por zona de pesca en el Crucero RECLAN 0111. Parámetros a y b estimados de la relación lineal.
- Tabla 7. Comparaciones de pesos entre Cruceros según método lineal.
- Tabla 8. Comparaciones de pesos entre Cruceros según método no lineal.
- Tabla 9: Capturas (kg) por especie de los lances de reconocimiento. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 10. Ancova para la relación longitud-peso de anchoveta, Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 11. Comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta mediante Test Tukey.
- Tabla 12. Comparación de elevaciones para regresiones de anchoveta Crucero RECLAN 0111.



- Tabla 13. Comparación de interceptos de la relación longitud-peso de anchoveta mediante Test Tukey.
- Tabla 14. Análisis de regresiones coincidentes para las zonas de pesca Arica e Iquique.
- Tabla 15. Bitácora resumen del número de ejemplares de anchoveta por zona de pesca y por clase de talla considerada.
- Tabla 16. Número de ejemplares por zona, lance (Nº, distancia a la costa y hora) y clase de tamaño seleccionados para análisis del contenido estomacal en Anchoveta.
- Tabla 17. Espectro dietario zooplanctónico de la Anchoveta en aguas del Norte de Chile.
- Tabla 18. Abundancia y frecuencia de ocurrencia de la taxocenosis de presas zooplanctónicas en los contenidos estomacales en ***Engraulis ringens***.
- Tabla 19. Cuadro resumen de los taxa de presa zooplanctónicos de mayor frecuencia de ocurrencia en la dieta de ***Engraulis ringens***.
- Tabla 20. Taxa de presa zooplanctónicos con aportes mayores al 1%.
- Tabla 21. Número de estómagos analizados, riqueza de taxa de presa zooplanctónico y número total de presas por zona de estudio.
- Tabla 22. Frecuencia de ocurrencia numérica de los taxa de presa zooplanctónicos en los contenidos estomacales de ***Engraulis ringens*** por zona de muestreo.
- Tabla 23. Taxa zooplanctónicos de mayor ocurrencia en los contenidos estomacales de Anchoveta



- Tabla 24. Valores de riqueza de especie, número de individuos y diversidad trófica zooplanctónica por zona de estudio.
- Tabla 25. Contribución porcentual de los taxa de presa zooplanctónicos por clase de talla.
- Tabla 26. Espectro dietario fitoplanctónico de la Anchoveta en aguas del norte de Chile.
- Tabla 27. Abundancia y frecuencia de ocurrencia de la taxocenosis de presas fitoplanctónicas en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens*.
- Tabla 28. Cuadro resumen de los taxa presa fitoplanctónicos de mayor frecuencia de ocurrencia en la dieta de *Engraulis ringens*.
- Tabla 29. Taxa de presa fitoplanctónicos con aportes mayores al 1%.
- Tabla 30. Número de estómagos analizados, riqueza de taxa presa y número total de presas fitoplanctónicas (Cél./mL) por zona de estudio.
- Tabla 31. Frecuencia de ocurrencia numérica de los taxa de presa fitoplanctónicos en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* por zona de muestreo.
- Tabla 32. Taxa fitoplanctónicos de mayor ocurrencia en los contenidos estomacales de Anchoveta.
- Tabla 33. Valores de riqueza de especies fitoplanctónica, número de individuos y diversidad trófica por zona de estudio.
- Tabla 34. Contribución porcentual de los taxa de presa fitoplanctónicos por clase de talla.



- Tabla 35. Cuadro comparativo de la riqueza de taxa presa (S) y abundancia (N) de los componentes tróficos mayoritarios del zooplancton y fitoplancton por clases de talla.
- Tabla 36. Límites latitudinales de las zonas correspondientes a estratos de estructuras de tallas de anchoveta.
- Tabla 37. Comparación de estructuras de tallas de anchoveta por zonas, mediante el test DHG ($\alpha=0.05$). Datos ponderados a la captura. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 38. Resultados de la calibración del sistema de ecointegración del B/I Abate Molina y de la L/P Choné. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 39. Resultados de las calibraciones electroacústicas históricas del sistema EK-500 del B/I Abate Molina para la frecuencia de 38 KHz, por longitudes de pulso (ms).
- Tabla 40. Valores de TS_{mo} , de anchoveta a 38 khz y pulso medio utilizados en el ajuste de la ecuación de regresión TS/L.
- Tabla 41. Análisis de varianza de la ecuación de regresión TS-L ($19,9033 - 73,2966 \text{ Log L}$; $r^2 = 0,95$; $n= 24$)
- Tabla 42. Estimados de abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por subzona y tallas, según el método de Hansen y Wolter. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 43. Estimados de abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por subzona y talla según el método Bootstrap. Crucero RECLAN 0111
- Tabla 44. Estimados de abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por subzona y talla según el método de las variables regionalizadas. Crucero RECLAN 0111



- Tabla 45. Estimados de biomasa (toneladas) de anchoveta por subzona y tallas, según el método de Hansen y Wolter. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 46. Estimados de biomasa (toneladas) de anchoveta por subzona y tallas, según el método Bootstrap. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 47. Estimados de biomasa (toneladas) de anchoveta por subzona y tallas, según el método las variables regionalizadas. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 48. Índices de Cobertura (IC) y Densidad de anchoveta. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 49. Varianza de la Abundancia de anchoveta por tallas y subzona. Según método conglomerados.
- Tabla 49a. Frecuencia y varianzas de talla de anchoveta en el total de la zona de estudio y por zonas estratificados, Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 49b. Pesos promedio y varianzas por talla de anchoveta en el total de la zona de estudio y por zonas estratificadas, Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 50. Varianza de la Abundancia de anchoveta por tallas y subzona. Según método estratos agrupados.
- Tabla 51. Varianza de la Abundancia de anchoveta por tallas y subzona. Según método Bootstrap.
- Tabla 52. Varianza de la Abundancia de anchoveta por tallas y subzona. Según método Geoestadístico.
- Tabla 53. Varianza de la biomasa de anchoveta por tallas y subzona, según el método de los conglomerados.
- Tabla 54. Varianza de la biomasa por talla de anchoveta por tallas y subzona, según el método de los estratos agrupados



- Tabla 55. Varianza de la biomasa por talla de anchoveta por tallas, según el método Bootstrap.
- Tabla 56. Varianza de la biomasa por talla de anchoveta por tallas y subzona, según el método geoestadístico.
- Tabla 57. Clave talla-edad de anchoveta en la zona norte. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 58. Varianza de la clave talla-edad en la zona norte. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 59. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método conglomerados (Hansen)
- Tabla 60. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método estratos agrupados (Wolter)
- Tabla 61. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método Bootstrap
- Tabla 62. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método variables regionalizadas (geoestadístico).
- Tabla 63. Resultados del test de comparación aplicado para establecer la existencia de diferencias significativas entre las claves edad-talla de anchoveta de Arica e Iquique.
- Tabla 64. Índice de Ocupación (IOC) de toda la zona y por categorías de densidad para el total de anchoveta y reclutas, determinada desde el SIG.



- Tabla 65. Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 66. Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y 11 m. y clorofila "a" integrada hasta 25 m., por zonas. Crucero RECLAN 0111.
- Tabla 67. Area de cobertura (mn^2), de reclutas y adultos de anchoveta por crucero.
- Tabla 68. Posición de inicio y término de las transectas realizadas por la L/P Choné.
- Tabla 69. Resumen de operación de pesca por zarpe, realizado a bordo de la lancha Choné durante el período del Crucero de Evaluación Hidroacústico de Anchoveta en la I y II regiones año 2001.
- Tabla 70. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.
- Tabla 71. Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.
- Tabla 72. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 73. Vectores propios de la matriz de variables originales y componentes principales, agregaciones diurnas.
- Tabla 74. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.



- Tabla 75. Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 76. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 77. Vectores propios de la matriz de variables originales y componentes principales, agregaciones nocturnas.
- Tabla 78. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta en noche con luna.
- Tabla 79. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta en noche sin luna.
- Tabla 80. Pesos de anchovetas de la pesquería, estimados con los promedios a la talla.
- Tabla 81. Pesos de la pesquería de anchoveta a la talla, estimados mediante parámetros del modelo lineal.
- Tabla 82. Pesos de anchovetas a la talla de la pesquería, estimados mediante parámetros modelo lineal.

ANEXO

ANEXO 1: Asignación de personal profesional y técnico



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A. Objetivo general

Evaluar el stock recluta de anchoveta en la I y II Regiones, a través del método hidroacústico, y caracterizar el proceso de reclutamiento de esta especie en el área de estudio.

B. Objetivos específicos

- B.1.** Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.
- B.2.** Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual e ítems alimentarios del stock recluta de anchoveta en el área de estudio.
- B.3.** Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.
- B.4.** Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



V. ANTECEDENTES

Desde mediados de la década de los 80 la anchoveta ha aumentado progresivamente su importancia relativa en las capturas de la zona norte de Chile, llegando a constituir actualmente el principal recurso pelágico de la región con capturas que han variado entre 1,4 y 1,6 millones de t en los años 1995 y 1997, un histórico valor mínimo de 144.884 t en 1998 y en torno a los 0,9 millones de t en 1996 y 1999 representando en este último año sobre el 65% de los desembarques.

La anchoveta es un recurso que presenta fuertes variaciones en su abundancia, estas variaciones son provocadas principalmente por cambios en el reclutamiento, (Barría, 1997) y es fuertemente dependiente de las condiciones oceanográficas que determinan su distribución espacial, niveles de agregación, éxito del desove y resulta afectada de modo importante por las alteraciones ambientales que periódicamente se presentan en la región, un ejemplo de esta relación se produjo en 1998, en que por efecto de El Niño 1997-98, las capturas se redujeron cerca del 90% respecto a los niveles registrados en 1997 y del 83 % en relación a 1996.

Desde el punto de vista administrativo, esta unidad de pesquería, se encuentra declarada en estado de plena explotación, basando su administración en la regulación del esfuerzo de pesca a través del control del acceso a la pesquería y al establecimiento de vedas reproductivas y de reclutamiento.

El proceso de reclutamiento se inicia al momento mismo del desove y culmina cuando los peces alcanzan la talla juvenil que los incorpora a la pesquería, de allí su alta dependencia de factores como el éxito del desove y la viabilidad de sobrevivencia de las larvas, dependiente a su vez de la disponibilidad de alimento y de las condiciones oceanográficas físicas, que pueden alterar la estabilidad de las masas de agua. El problema del reclutamiento y en particular la fortaleza de la clase anual es un tema que se ha estudiado en la anchoveta de la corriente de California



(Blaxter y Hunter, 1982), enfocándose hacia el análisis de la fecundidad y en particular el número de tandas que se producen durante la época reproductiva (Hunter y Golberg, 1982), lo cual es un dato importante en la estimación de la producción anual de huevos.

En todas las especies de clupeidos se produce una alta mortalidad natural de huevos y larvas durante el primer año de vida (Blaxter y Hunter, 1982; Pitcher y Hart, 1982; Smith, 1985) y que finalmente determina la fuerza del reclutamiento de la clase anual. Esta mortalidad se atribuye a procesos biológicos tales como canibalismo (Hunter y Kimbrell, 1980) y oceanográficos físicos (Alheit y Bernal, 1993; Bakun y Parrish, 1980; Duncombe *et al.*, 1992; Parrish y Mac Call, 1978; Roy *et al.*, 1992), existiendo varias teorías que intentan explicar esta interrelación, siendo la hipótesis de Lasker (1978) la más difundida y apropiada a la anchoveta.

Al respecto, es importante destacar que el reclutamiento es un proceso complejo en animales con estadios de desarrollo planctónicos, ante lo cual, no se debe esperar que un sólo factor afecte los primeros estadios de desarrollo y domine el proceso completo de sobrevivencia desde huevo hasta el reclutamiento, puesto que la viabilidad de los individuos está asociado a factores poblacionales intrínsecos y extrínsecos. La explotación pesquera ha acentuado los cambios interanuales de abundancia debido a que merma el stock adulto, lo cual disminuye el efecto amortiguador de las variaciones del reclutamiento.

El proceso de reclutamiento se inicia al momento mismo del desove y culmina cuando los peces alcanzan la talla juvenil que los incorpora a la pesquería. Este proceso tiene una alta dependencia de factores como el éxito del desove y la viabilidad de sobrevivencia de las larvas, lo que a su vez depende de la disponibilidad de alimento y de las condiciones oceanográficas físicas como la surgencia, las corrientes marinas, la turbulencia o el grado de normalidad de la



temperatura y salinidad del mar, que pueden alterar la estabilidad de las masas de agua (Cruickshank, *et al.* 1990; Cruickshank, 1990).

La determinación de la fuerza de una clase anual, mediante el método de Análisis Secuencial de Poblaciones (ASP), considerado como una estimación de tipo absoluta (Rosenberg, 1993), ha sido el procedimiento tradicional para estudiar el reclutamiento de la anchoveta en la zona norte de Chile (Barría, 1991).

Dado que los datos utilizados por el ASP se obtienen a partir de la actividad pesquera, sus resultados pueden verse seriamente afectados por distorsiones en la fuente de información, como la existencia de intencionalidad en las capturas de ciertos rangos de tallas de peces, la imposición de vedas ó la existencia de cuotas de pesca. De allí que una de las tendencias más modernas en el análisis del ciclo de vida de los recursos pesqueros, es aquella que se realiza mediante modelos poblacionales que incluyen información de la distribución y abundancia obtenida mediante métodos directos, destacando el acústico por su independencia de otras fuentes de información, alta cobertura espacial, rapidez en la entrega de resultados y adecuada precisión. De este modo, las estimaciones con el ASP pueden ser mejoradas incorporando información proveniente de cruceros (Hilborn y Walters, 1992).

El método acústico para cuantificar la fuerza del reclutamiento se aplica con éxito en la pesquerías de anchoveta en Sudáfrica y del herring en Noruega, utilizando una red de media agua para la pesca de identificación y para la obtención de las muestras necesarias para determinar la estructura de tallas de la población (Cruickshank, 1990; Cruickshank *et al.*, 1990; Hampton, 1987).

A partir de 1994, en Chile, se han aplicado los métodos acústicos para evaluar la biomasa en el período y zona específicos en que la población está compuesta principalmente por peces que han alcanzado la talla adecuada para incorporarse a



la pesquería, estimándose de este modo el nuevo contingente que compone la fracción susceptible de ser explotada, utilizándose como un índice para sintonizar los valores de la biomasa obtenidos con métodos indirectos. De este modo, esta serie de prospecciones acústicas, ininterrumpida hasta la fecha, se agrega a la existente desde 1981 para la zona norte, lo que ha permitido conocer la variabilidad temporal y estacional de la abundancia y biomasa de los recursos, las modificaciones interespecíficas y las interrelaciones con las condiciones ambientales.

Biológicamente, la anchoveta presente en la costa del pacífico sur se caracteriza por su corta vida, alrededor de 5 años, como máximo, con un importante potencial reproductivo con desoves fraccionados durante todo el año centrados principalmente entre julio y septiembre, reclutándose a la pesquería aquellos ejemplares con longitud total entre 6 y 12 cm en las estaciones cálidas, entre noviembre y marzo, siendo calificados como prereclutas aquellos individuos con tallas menores a los 6 cm y como reclutados a aquellos con una longitud superior a los 12 cm (Fisher, 1958; Einarson y Rojas de Mendiola, 1963).

La distribución espacial del reclutamiento de anchoveta en la zona norte de Chile se caracteriza por una estratificación temporal y geográfica en el sentido latitudinal, iniciándose en Arica durante noviembre, para finalizar hacia fines de febrero en Mejillones, con la sola excepción de la primavera de 1998 en que dicho comportamiento tuvo un sentido inverso al típicamente observado en otros periodos.

Los resultados de las prospecciones acústicas realizadas en la zona norte (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, la anchoveta incrementa su presencia y densidad en áreas costeras no superando las 30 mn, situación que se debe a la influencia de las intensas gradientes térmicas y salinas que se producen en zonas cercanas a la costa y que limitan por el oeste la



distribución de esta especie (Castillo *et al.*, 1996), los juveniles pueden alcanzar hasta un máximo de 20 mn de la costa en sectores con una plataforma continental extensa (Córdova *et al.*, 1995), concentrándose principalmente en una franja costera que llega hasta las 3 mn de la costa presentándose un patrón migratorio de alta frecuencia en el sentido este-oeste entre el día y la noche, registrándose un movimiento de frecuencia diaria hacia el oeste en el crepúsculo, regresando a la costa al amanecer.

También se han observado distintos tipos de agregación de la anchoveta entre el día y la noche, prevaleciendo un mayor grado de contagio durante el día con agregaciones tipo cardumen de alta densidad, dispersándose durante la noche en estratos. Además, se ha determinado que la luz lunar influye sobre su distribución, induciendo un incremento en la profundidad de la agregaciones, haciéndolo accesible a los equipos acústicos, por cuanto se reducen los sesgos de zona muerta superficial y de orilla y las agregaciones nocturnas tipo estrato, permiten reducir la variabilidad de los estimados de biomasa.

Entre las ventajas de las estimaciones mediante el método acústico, además de la independencia de la actividad pesquera realizada por la flota comercial, se puede mencionar la posibilidad de obtener resultados simultáneos con las condiciones ambientales asociados a los recursos, factores que juegan un rol fundamental para explicar el grado de éxito del proceso de reclutamiento.

En este sentido, las investigaciones realizadas en los proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera en la zona norte entre 1993 a 2000 han permitido determinar que la anchoveta se localiza preferentemente entre los 16 y 18 °C de temperatura en invierno y primavera, ampliándose el límite superior hasta los 19°C en otoño, mientras que en el verano se sitúa entre los 19 y 22°C, siendo los sectores de mayor gradiente térmica y halina los que definen la distribución espacial de la especie, tanto en el sentido horizontal - áreas fontogénicas (Castillo *et al.*,



1996), como en el sentido vertical - termoclina (Castillo *et al.*, 2000; Swartzman *et al.*, 1994). Los juveniles de anchoveta (*Engraulis ringens*) se ubican preferentemente entre la costa y el borde interno de los frentes costeros, asociados a altos rangos de clorofila **a** (Castillo *et al.*, 1997 y Castillo, 1998) y existiendo al igual que en la anchoveta sudafricana, una relación entre la distribución espacial de los reclutas y los sectores de surgencia.

Un ejemplo, que sirve para tipificar los esfuerzos realizados para buscar explicar los factores que explican y determinan el reclutamiento de la anchoveta en la zona norte de Chile, corresponde a la relación funcional múltiple, con un $R^2=0,7839$ ($F=14,753$, $p<0,05$), ajustada entre las densidades acústicas de la anchoveta adulta con las variables Gradiente Térmica Superficial, TSM y gradiente de la clorofila integrada en la que la variable Gradiente de la TSM fue la más significativa y para los reclutas se obtuvo un modelo con un menor ajuste, con un $R^2= 0,358$ ($F=2,874$, $p=0,068$) (Castillo *et al.*, *op. cit.*). Lo anterior se agrega a los resultados alcanzados en los estudios de la productividad del sistema llevados a cabo en forma experimental en un sector de alta concentración de reclutas de anchoveta en enero 1998, mientras la zona era afectada por uno de los fenómenos El Niño más intensos del cual se tiene registro, puesto que se determinó la relación entre elevados índices de producción primaria (PP) ($> 5gC m^2 d^{-1}$) y aguas costeras comprimidas por frente térmico superficial la que fue inversa con la distribución espacial de los juveniles de anchoveta (Castillo *et al.*, 1998).



VI. METODOLOGÍA

1. Zona de estudio y plan de muestreo

El crucero de prospección acústica, oceanográfico y pesquero se llevó a cabo entre el 27 de noviembre y el 19 de diciembre del año 2001, con el "B/I Abate Molina".

La zona de estudio estuvo comprendida entre la menor distancia de la costa posible, determinada por las condiciones mínima de seguridad en la navegación costera, llegando hasta el veril de los 20 m y las 10 mn. En el sentido latitudinal, se cubrió entre Arica (18°22'S) y Pta. Posallaves (24°50'S). Se debe destacar que con el fin de incluir en la prospección acústica la mayor área de distribución del recurso, el límite sur de la zona de estudio propuesto originalmente, que llegaba hasta el 24° 00'S, se amplió hasta los 24° 50'S.

El muestreo acústico se efectuó durante la noche mediante una red de transectas perpendiculares a la costa y paralelas entre sí, distribuidas sistemáticamente (Fig. 1). La prospección acústica se dividió en dos fases: la primera, entre el límite norte de la zona de estudio y punta Amarrilla (24°00'S) procediéndose a realizar 68 transectas nocturnas separadas cada 5 mn; y la segunda, entre punta Coloso (23°45'S) y el paralelo 24°50'S, realizándose 5 transectas separadas por 10 mn.

Adicionalmente, durante el día se exploró el área comprendida entre punta Coloso y el paralelo 24° 50' S, llegando ocasionalmente hasta las 15 mn de la costa (Fig. 2), replicándose en el día las transectas nocturnas correspondientes a las estaciones de muestreo oceanográficas cada 15 mn.

La información acústica se registró de manera continua, discretizando en intervalos básicos de muestreo de 0,5 mn (IBM), controlados por la interfase del sistema de eointegración con el navegador satélite GPS. La información acústica correspondió



a la densidad expresada en energía retrodispersada, referida a una mn^2 (Sa) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectadas dentro de los límites de integración en el intervalo básico de muestreo. Se prospectó hasta los 300 m de profundidad, eointegrando los registros desde la superficie hasta los 250 m.

2. Metodología por objetivo

2.1 Objetivo B.1 Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

2.1.1 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 y Simmonds *et al.*, 1991). Este tipo de muestreo es recomendado para obtener adecuada información sobre la distribución de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la información presenta una gradiente de densidad en el sentido de las transectas.

En base a los antecedentes disponibles de la distribución batimétrica de las especies pelágicas en la zona norte (Guzmán *et al.*, 1983; Rodríguez *et al.*, 1983; Lillo y Espejo, 1991 y Castillo *et al.*, 1993), el muestreo acústico se realizó en los períodos de oscuridad solar, con la fase lunar entre cuarto creciente y cuarto menguante. Dichos antecedentes indican que la anchoveta presenta un marcado comportamiento migratorio nictemeral ubicándose durante las horas de luz diurna asociado a la capa de mezcla, migrando hacia la superficie en la noche, comportamiento que se modifica notablemente por influencia de la luz lunar,



en que los peces adoptan una distribución vertical adecuada para la detección de los equipos acústicos.

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 250 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, aseguraron que se detectará 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.

El muestreo acústico se efectuó durante la noche mediante una red de transectas perpendiculares a la costa y paralelas entre sí, distribuidas sistemáticamente (Fig. 1). La prospección acústica se dividió en dos fases: la primera, entre el límite norte de la zona de estudio y punta Amarrilla (24°00'S) procediéndose a realizar 68 transectas nocturnas separadas cada 5 mn; y la segunda, entre punta Coloso (23°45'S) y el paralelo 24°50'S, realizándose 5 transectas separadas por 10 millas náuticas.

Los indicadores del proceso de reclutamiento, provenientes de la actividad pesquera y que determinan el inicio del crucero, indicaban para la primera quincena de noviembre un retraso en la aparición de los juveniles, razón por la cual el inicio del crucero de evaluación se desplazó en 5 días, de tal manera de permitir una masificación del proceso a medir en la prospección acústica. Esta situación determinó que al sur del paralelo 21° 20,17'S la prospección se realizara en oscuridad lunar. La modificación en la metodología afecta a los resultados en un eventual incremento en el sesgo de superficie, puesto que según los antecedentes de migración nictemeral, la anchoveta tiende a ubicarse en las cercanías de la superficie en las noches oscuras.



Adicionalmente, durante el día se exploró el área comprendida entre punta Coloso y el paralelo 24° 50' S, llegando ocasionalmente hasta las 15 mn de costa (Fig. 2), replicándose en el día las transectas nocturnas correspondientes a las estaciones de muestreo oceanográficas cada 15 millas náuticas.

La información acústica se registró de manera continua, discretizando en intervalos básicos de muestreo de 0,5 mn (IBM), controlados por la interfase del sistema de ecointegración con el navegador satélite GPS. La información acústica correspondió a la densidad expresada en energía retrodispersada, referida a una mn² (Sa) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectadas dentro de los límites de integración en el intervalo básico de muestreo. Se prospectó hasta los 300 m de profundidad, ecointegrando los registros desde la superficie hasta los 250 metros.

2.1.2 Calibración del sistema acústico

2.1.2.1 Calibración electroacústica

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar de cobre diseñado para la frecuencia de trabajo y de intensidad medida en laboratorio, ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el valor teórico del blanco de referencia (Foote *et al.*, 1987; Foote, 1981). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de $\pm 0,5$ dB, siendo aceptable con ± 1 dB.

Las mediciones se efectuaron en Valparaíso antes del inicio de la prospección. A fin de mantener el buque en la posición más estable posible se fondeó con dos anclas por la proa y una por la popa (barbas de gato) en sentido general s-sw, correspondiente a la dirección predominante del viento en la zona.



La esfera de calibración se ubicó mediante tres líneas de nailon monofilamento, utilizándose carretes de cañas de pescar para variar y controlar su posición en el haz acústico.

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

$$G_1 = G_0 + \frac{TSm - TSb}{2}$$

donde:

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

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

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

siendo:

$$Sa_{(t)} = \frac{4pr_0^2 s_{bs} (1852)^2}{Y r^2}$$

donde:

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



2.1.2.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta

La recopilación de los datos para determinar el TS *in situ* de la anchoveta se realizó durante los lances de pesca.

Los datos fueron recolectados sondeo a sondeo con la frecuencia de 38 KHz en pulso medio con una tasa de sondeo automáticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utilizó una escala de 25 m, almacenándose en medios magnéticos. Con el fin de mejorar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detección del EK-500 se redujo el ángulo del haz, utilizándose la talla promedio de los peces y la profundidad media como elementos de ajuste.

Las estructuras de tallas de los peces insonificados fueron obtenidas de las muestras realizadas en los lances de pesca.

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 la eco-amplitudes se distribuyen aleatoriamente según Rayleigh, entonces es posible considerar que el área dispersante de sonido del pez tiene una distribución exponencial pudiendo ajustarse a una función de probabilidades de densidades (PDF) (Foote, 1980; MacLennan and Simmonds, 1992) según:

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

El TS corresponde a la ecuación:

$$TS = 10 \log \left(\frac{S}{A \cdot n} \right)$$



donde:

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

Se confeccionaron histogramas de frecuencia de los TS respecto a la frecuencia en número de blancos, de estos histogramas se determinaron los valores centrales de las distribuciones, a partir del área dispersante, derivada según la ecuación antes descrita.

Los TS fueron asociados a las respectivas tallas mediante el procedimiento propuesto por MacLennan y Menz (1996). Este procedimiento consiste en un proceso iterativo que busca una convergencia de los valores de TS y L a partir de las modas más importantes, utilizando la Función de Probabilidades de Densidades (PDF) (Medwin and Clay, 1998). De acuerdo a este método, se eligen dos o tres valores a cada lado de las modas de cada histograma cubriendo de este modo la naturaleza estocástica del TS, seleccionándose los valores que minimizan la suma de cuadrados que comparan las funciones PDF de las áreas de dispersión sónica de los peces calculados (MM_i), con los observados (M_i) usando los residuales normalizados en cada intervalo de TS, el procedimiento se aplica según:

$$s_j = L_j^2 10^{(-b_0/10)}$$

$$S_{1i} = 10^{((TS_i - \Delta TS/2)/10)}; S_{2i} = 10^{((TS_i + \Delta TS/2)/10)}$$

$$X_{ij} = N_j [\exp(-S_{2i}/s_j) - \exp(-S_{1i}/s_j)]$$

$$MM_i = \sum_j X_{ij}$$

$$S = \sum_i \left(\left(\frac{\sum_n MM_i}{\sum_n MM_n} \right) - \left(\frac{M_i}{\sum_n M_n} \right) \right)^2$$



siendo:

- S_{1i}, S_{2i} = àrea dispersante promedio en el intervalo i , en el nivel anterior (1) y posterior (2) a la moda.
- M_i = N° de blancos detectados en i -ésimo intervalo, i varía hasta n .
- N_j = N° de peces en el j -ésimo intervalo, centrados en L_j (M_i, N_j).
- X_{ij} = Función PDF de los intervalos cercanos a la moda principal
- Mm_i = acumulado de la función PDF, para el i -ésimo hasta el n intervalo
- L_j = talla modal de los peces
- σ_j = sección dispersante a la moda j .

Los pares de datos (L y TS) determinados de este modo, fueron ajustados a una regresión lineal simple mediante el método de los mínimos cuadrados. Siendo el TS la variable dependiente y la talla, la variable independiente.

Posteriormente se determinó un b_{20} en base al modelo general:

$$TS = b_{20} + 20 \text{ Log } L$$

donde:

- TS = intensidad de blanco (dB)
- L = longitud total (cm)

El TS se refirió a valores de TS_{kg} según:

$$TS_{kg} = TS - 10 \text{ Log } w$$

siendo:

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



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

$$\hat{C}_n = (4p \cdot 10^{-0.1735})^{-1}$$

El coeficiente de eointegración en peso (C_b) se estimó según:

$$\hat{C}_b = (4p \cdot 10^{-0.1735})^{-1}$$

2.1.3 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada mediante las pescas de identificación con red de arrastre a media agua, para lo cual se utilizó una red de arrastre a media agua de 4 paneles de diseño ENGEL de 97 m de largo, sin copo, con 168 mallas de circunferencia en la boca, tamaño de malla estirada en las alas y cielo de 1.800 mm, disminuyendo paulatinamente hasta 12 mm en el túnel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m² de área y 750 kg de peso seco (300 kg peso húmedo), amantillada con 60 flotadores de 8" de diámetro, en paquetes de 10 dentro de bolsas de malla que se instalan en la relinga y 4 flotadores tipo hidrofoil de 40 l cada uno, que se ubican dos en las puntas de las alas y dos en el centro de la boca, permitiéndose de este modo realizar pesca en superficie. El copo tiene aproximadamente 21 m con 122 mallas (4) de 24 mm de tamaño (210/39 nylon) y un calcetín interno de 11,6 mm. En el caso de lances con profundidad superior a los 10 m, se utilizó un net-sounder FURUNO para la verificación de la profundidad y comportamiento de la red.

De esta forma, en aquellos sectores en que las características de las agregaciones lo permitieron, se realizaron lances de pesca de identificación.

De las capturas obtenidas en el crucero se obtuvieron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos a la talla de las especies dominantes



en las capturas, con especial énfasis en la anchoveta. De esta forma se determinó la fracción de reclutas de anchoveta presente en cada lance, factor que se aplicó a las lecturas acústicas asignadas a la especie anchoveta.

Es así como se determinaron los patrones acústicos de las distintas especies registradas durante los lances de identificación los que se aplicaron a las lecturas acústicas en las ESDU cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (MacLennan and Simmonds, 1992). Es importante destacar que en la zona de estudio, los cardúmenes son generalmente monoespecíficos y presentan patrones acústicos claramente identificables que permiten discriminar claramente las especies para aplicarlo en la información obtenida en la prospección.

Alternativamente y en forma complementaria se aplicó el método acústico desarrollado por Guzmán *et al.* (1983). Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según la siguiente formulación:

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

donde:

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardumen, factor que constituye una de las salidas del sistema EK-500.
- $C1$ = constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK 500 está incluida en la salida calibrada del eointegrador.
- L = longitud de la agregación (m)
- D = altura media de la señal remitida por la agregación (m).
- V = voltaje de la señal remitida por los peces



2.1.4 Procesamiento de la información acústica

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

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

Las áreas prospectadas fueron medidas mediante un planímetro digital.

2.1.5 Estimación de la Abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de anchoveta se estimó según:

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

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

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

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



donde :

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

\hat{B}_k = biomasa a la talla k (toneladas)

a = área prospectada (mn^2).

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

w_k = 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 arupados por subzona.

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

Siendo :

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

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

- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón (\hat{R}) de las lecturas acústicas del ecointegrador (S_a) por ESDU correspondiente al método de Hansen y Wolter se calcula según:

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



donde:

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

- **Bootstrap**

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

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

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.

- **VARIABLES REGIONALIZADAS**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1993) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la razón \hat{R} , solo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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



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

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

donde :

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

2.1.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

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

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

mientras que la varianza de la biomasa se calcula según:

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

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

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



Donde:

$$\hat{V}(TS_k) = \hat{V}(\mathbf{a}) + \log^2(L_k) \hat{V}(\mathbf{b}) + 2 \log L_k \text{cov}(\mathbf{a}, \mathbf{b})$$

siendo

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

L_k = longitud a la talla k.

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

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

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{ny} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

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

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

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

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



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

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

- **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:

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

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

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

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

- **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).

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

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

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

y donde,

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

siendo \mathbf{f}^{-1} la función inversa de la distribución normal estándar y Z_a 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:

$$s^2_E = 2 \bar{g}(S,V) - \bar{g}(V,V) - \bar{g}(S,S)$$

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



$$g(S,S) = \frac{1}{n^2} \sum_a \sum_b g(x_a - x_b)$$

$$\bar{g}(S,V) = \frac{1}{n^2} \sum_a \int_v g(x_a - y) dy$$

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

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

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

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

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

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

Porcentaje de error:

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



donde:

- $\hat{V}(\hat{B})$ = varianza de la abundancia ó biomasa
- \hat{B} = Abundancia o biomasa
- T = test de Student
- a = nivel de significación.

Coefficiente de variación:

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

2.1.8 Estudio del sesgo de orilla

El experimento tendiente a estimar el sesgo de orilla en la evaluación acústica de la biomasa se realizó en la zona comprendida entre los paralelos 20° 22'S (sur punta Gruesa) y 22° 01'S (norte de Tocopilla), dado que las características de la batimetría del fondo del mar aumentan la probabilidad que se presenten concentraciones de recurso en sectores costeros que no son cubiertos por el B/I "Abate Molina".

El trabajo se efectuó a bordo de la lancha pesquera "Choné", con matrícula de Iquique equipada con un sistema acústico científico SIMRAD EK-500 calibrado con un transductor de haz partido de 38 khz ubicado por el costado de la embarcación mediante un sistema retraíble que operó mediante una autorización de Pesca de Investigación. La alimentación eléctrica se realizó mediante un generador portátil de 220v/50hz, con el cual se energizó el sistema acústico, el computador y el GPS.



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

Dado lo anterior el track acústico planeado para la L/P “Choné” consistió en un plan de muestreo acústico diurno sobre una red de transectas perpendiculares a la costa separadas por 5 mn, que replicó las transectas realizadas por el B/I “Abate Molina”, con la mayor aproximación a la costa posible, factor que es variable por cuanto depende de la batimetría del fondo del mar y de las condiciones de viento presentes durante la navegación. El límite occidental de la prospección con la embarcación artesanal aseguró una sobreposición con una fracción del muestreo acústico a realizar por el B/I “Abate Molina” en las mismas latitudes. El muestreo acústico de ambas embarcaciones para la misma zona tuvo un desfase máximo un día, considerándose simultánea. Las limitaciones operativas y de seguridad para la navegación de la lancha pesquera en sectores aledaños a la costa, determinó que el estudio del sesgo de orilla considerara solo la información recolectada durante el día por ambas embarcaciones.

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

La información acústica obtenida con ambas embarcaciones en la zona común fue contrastada mediante un análisis de varianza (ANDEVA).

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



$$Sesgo = (SaTotal - Sa(*)) / SaTotal$$

siendo:

- SaTotal = Lectura acústica Total de la transecta de la lancha pesquera
Sa(*) = Lectura acústica de la lancha pesquera correspondiente a la fracción de la transecta sobrepuesta a la prospección del B/I “Abate Molina”.

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

2.1.9 Relación entre los estimados de biomasa y las capturas

Se correlaciona la captura de la anchoveta con la biomasa estimada en los periodos de primavera-verano mediante un análisis de regresión lineal. Para este fin se utilizó el procedimiento aplicado por Castillo *et al.* (1999) y actualizada por Castillo *et al.* (2000), el método consiste en correlacionar los desembarques del año con los estimados de biomasa de la primavera del año anterior. El supuesto subyacente es que el desembarque es consecuencia directa de la biomasa alcanzada en el período de reclutamiento. Siguiendo el mismo procedimiento, también se analizó el impacto de los estimados de reclutamiento en la captura.

La serie de datos considerada correspondió a los estimados de biomasa de primavera-verano realizadas en el periodo 1985 –1999 correspondiente a los cruces denominados PELANOR (1985-1991) y RECLAN (1995-1999). Es importante mencionar que los estimados del reclutamiento provienen solamente de los datos obtenidos en los proyectos RECLAN. Los cruces realizados a principios de año (verano) fueron tratados como provenientes de fines del año anterior (primavera).



La correlación se trató considerando la variable biomasa (BIO) como logaritmo, la que se relacionó con la captura mediante el método de los mínimos cuadrados. Para el ajuste del modelo, se descartaron aquellos datos que estuvieron fuera de la tendencia.

2.2. Objetivo B.2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual e ítems alimentarios del stock recluta de anchoveta en el área de estudio.

Para cumplir este objetivo, se aplicó una estrategia de muestreo de las capturas provenientes de los lances de pesca a mediagua realizados por el B/I “Abate Molina”.

2.2.1 Muestreo de las capturas obtenidas con lances a mediagua

a. Captura total y composición por especies

La captura total de los lances de pesca a mediagua fue determinada mediante su cubicación en cajas plásticas de 30 kg c/u aproximada, en las que se depositó la pesca, antes de tirarla al mar se contó el número de cajas y se seleccionaron al azar cuatro cajas para verificar su peso y obtener un promedio. La captura total resultó de la multiplicación entre el número de cajas y el peso promedio de cada una de ellas.

La composición específica del lance se determinó en base a las cuatro cajas seleccionadas para determinar el peso promedio por caja, posteriormente se separó por especie y luego se contó y pesó los ejemplares separados. La proporción de especies correspondió al aporte en peso y número de cada una de ellas a la muestra, valor que se extrapola a la captura total.



b. Muestreo de tallas y pesos

La totalidad de los lances de pesca exitosos fueron muestreados a bordo aplicando un muestreo aleatorio simple, sobre un número aproximado $n = 200$ ejemplares cuando ello fue posible, a los cuales se les midió la longitud total, peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez. Este tamaño de muestra excede el número estándar que se utiliza en el muestreo de peces pelágicos.

Con el fin de obtener indicadores de la estructura de longitudes y pesos medios a la talla, se realizó el análisis de los datos a nivel de los lances por zona de pesca: Arica, Iquique y Antofagasta y se determinó las características de las estructuras de longitudes y pesos medios específicos.

Para estimar la proporción sexual de las anchovetas mayores a los 12,0 cm obtenidos en los lances se utilizó la expresión:

$$\hat{PS} = \frac{Y_i}{Y}$$

donde:

- Y_i = número de anchovetas hembras
 Y = número total de anchovetas machos y hembras.

Cabe señalar que a la mayor parte de los individuos reclutas sólo se les midió y pesó, pues resulta difícil determinar macroscópicamente su estado de madurez y sexo.



c. Estados de Madurez sexual de anchoveta

Los estados de madurez sexual fueron clasificados según la escala macroscópica, realizado por Einarson *et al.* 1966. En esta clasificación se considera que los juveniles de anchoveta presentan las gónadas en un estado de inmadurez virginal a partir del cual se sigue una evolución progresiva que se mantiene hasta que alcanzan la primera madurez sexual. Las anchovetas adultas muestran ciclos periódicos con las gónadas en diferentes estados, durante el año, y son procesos reversibles que se repiten a través de la vida.

Según esta escala, se pueden distinguir seis estados de desarrollo gonadal en machos y hembras.

Hembras

ESTADOS

- I. Los ovarios son tubulares. Muy delgados, de aspectos brillantes y la coloración es amarillenta pálida. No se observan óvulos. Se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral, inmediatamente detrás del intestino y sobre la vejiga natatoria. Corresponden a ejemplares de longitud entre 7,5 y 10,0 cm.

- II. Se presentan más delgados y anchos, tubulares y más voluminosos y turgentes. La coloración se acentúa más a un tono amarillo anaranjado. Aumenta el desarrollo arterial y se ve, a simple vista, como una red. En el interior se puede observar una masa formada por septos ováricos que nacen de la membrana y se dirigen hacia el lumen. Los tabiques se hallan bien adheridos entre sí y contienen ovocitos de distintos tamaños y fases de desarrollo.



- III. Aumenta de tamaño conservando una forma aproximadamente cilíndrica aunque son aplanados lateralmente y bastante túrgidos. Se incrementa el suministro arterial. Son de color naranja intenso. Se observan óvulos grandes, de formas ovalada y de color blanquecino opaco, separados en sus septos ováricos.
- IV. Han aumentado considerablemente de tamaño ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El diámetros sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado mas intenso; los óvulos son translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en la paredes de la gónada.

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

- V. 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. 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.

Machos

ESTADOS

- I. Los testículos son muy pequeños cristalinos e incoloros, de forma foliácea-viscélada, se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral; medidos *in situ* tienen de 1 a 3 mm de ancho y de 6 a 8 mm de largo. Corresponden a los ejemplares juveniles cuya longitud total es entre 7,5 a 10,0 cm.
- II. El desarrollo se incrementa, en ancho y largo. Posen un promedio de 5 mm de ancho y de 8 a 15 mm de largo. El color es blanco rosáceo y se pueden observar, a simple vista, las arterias en la parte anterior de la gónada. Corresponden a ejemplares cuya longitud total extrema es mayor a 10,0 cm.
- III. Han aumentado considerablemente en ancho y largo; la coloración se ha tornado un blanco lechoso y se observa muy tenuemente una coloración rosada. Las arterias cubren toda la superficie de la gónada. Se observan también sobre la superficie pequeñas zonas turgentes.
- IV. Ocupan ahora gran parte de la cavidad visceral, pues han avanzado tanto hacia adelante como hacia atrás. La coloración es completamente cremosa y a la menor presión que se haga sobre la gónada, es suficiente para la expulsión de esperma.
- V. Han alcanzado un máximo desarrollo e incluso se encuentran cubriendo parcialmente al intestino, la liberación de esperma es casi espontánea. Se puede observar en la parte caudal de la gónada una coloración rojo vinoso ocasionada por la hemorragia interna por ruptura de las arterias que la irrigan.



Los testículos se observan completamente flácidos similares a dos bolsas vacías y su coloración es rojo oscuro. Se han reducido tanto en largo como en ancho este es el estado de reversión testicular y reposo.

2.2.2 Estructura de tallas y pesos de la anchoveta

En cada lance en que se capturó anchoveta, se realizó un muestreo aleatorio simple tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla. Los datos se trataron como un diseño de muestreo bi-etápico, tomando como unidades de muestreo primaria a los lances y las unidades secundarias a una submuestra de ejemplares del lance.

2.2.2.1 Composición de talla por estrato

La composición de tallas de anchoveta por estrato se obtuvo según la siguiente expresión:

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

donde:

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

siendo:

- h : índice de estrato (1,..... L)
- k : índice de clase de talla (1,..... K)
- l : índice de lance (1, 2,.....)
- t : número de lances en la muestra
- T : número total de lances en la zona de estudio.
- n : muestra de ejemplares en el lance
- X : captura en número de ejemplares en el lance.
- Y : captura en peso de los ejemplares en el lance.



2.2.2.2 Estimador de la varianza de la composición de tallas (P_{hk})

La varianza de la estructura de tallas por estrato se determinó mediante la siguiente expresión:

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

$$+ \frac{1}{t_h} \frac{1}{T_h} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\bar{X}_h^2} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hl}^2$$

donde:

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

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

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

2.2.2.3 Pesos medios a la talla

Los pesos medios a la talla fueron determinados según la siguiente expresión:

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

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

donde:

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



2.2.2.4 Estimador para la Varianza de \bar{W}_{hk}

La varianza del peso promedio fue determinada mediante la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\bar{w}_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h}\right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_{hk}} \frac{X_{hl}^2}{x_h} (\bar{w}_{hkl} - \bar{w}_{hl})^2$$

$$+ \frac{1}{t_{hl} T_{hl}} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{x_h} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hwl}^2$$

donde:

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

2.2.2.5 Expansión de la composición por talla y su varianza a la zona de estudio

La composición de talla por estrato fue extrapolada a la zona de estudio mediante la expresión:

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

y la varianza de P_k fue determinada según:

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

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



2.2.2.6 Expansión de la composición en peso a zona total

La composición en peso por estrato fue extrapolada a la zona de estudio mediante la expresión:

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

y la varianza de w_k fue:

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

2.2.2.7 Coeficientes de variación e intervalos de confianza

Los coeficientes de variación se calculan siguiendo el procedimiento siguiente:

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

donde \hat{q} , representa cualquiera de los estimadores de talla y peso propuestos en las etapas anteriores.

Los intervalos de confianza se obtienen mediante la expresión:

$$\left(\hat{q} - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{q})}; \hat{q} + Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{q})} \right)$$

donde $Z_{1-\alpha/2}$: representa el coeficiente asociado al nivel de confianza $1-\alpha$ de un modelo de probabilidad normal estándar.



2.2.2.8 Estratificación de las estructura de tallas

Las estructuras de tallas y pesos medios específicos provenientes de los lances de pesca a mediagua, se agruparon en estratos homogéneos los que se probaron mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada, el que compara mediante el χ^2 , la homogeneidad en distribuciones de tallas.

2.2.2.9 Relación longitud-peso

La relación longitud-peso de la anchoveta se realizó a través del análisis de regresión lineal simple, el cual estima los parámetros por medio del ajuste vía mínimos cuadrados. También se efectuó el análisis con método no lineal. Para ajustar las curvas se empleó un modelo multiplicativo potencial, dado que el peso se relaciona con la longitud a través de una relación del tipo:

$$w = b_0 L^{b_1}$$

donde w es el peso de los ejemplares y L corresponde a la longitud. β_0 y β_1 son los parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión. Posteriormente, se ajustaron los modelos para cada zona de pesca y para la zona de estudio y se compararon con datos obtenidos en cruceros anteriores.

Para verificar si existían diferencias significativas entre zonas, se realizó un análisis estadístico tendiente a verificar específicamente la existencia de diferencias entre los coeficientes de regresión planteándose las siguientes hipótesis entre zonas de pesca y entre los cruceros de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} H_0 &= \beta_1 \text{ es igual a } \beta_2 \\ H_1 &= \beta_1 \text{ distinto a } \beta_2 \end{aligned}$$



utilizando los siguientes estadísticos:

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

donde:

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

y:

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

donde RSS_1 y RSS_2 corresponden a la suma de cuadrados residuales de la regresión 1 y 2 respectivamente; RDF_1 y RDF_2 corresponden a los grados de libertad residuales de la regresión 1 y 2, respectivamente. La ecuación tiene una distribución t de Student con $n_1 + n_2 - 4$ grados de libertad (Zar, 1974).

2.2.3 Determinación de la estructura de edad en anchoveta

La estructura de edad de anchoveta se determinó mediante el recuento de anillos de crecimiento manifestados en los otolitos.

El procedimiento metodológico se puede agrupar en los siguientes pasos:

- **Lecturas de otolitos**

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



Los otolitos leídos corresponden a una submuestra aleatoria obtenida del total de otolitos recibidos del crucero. El tamaño de la muestra leída se estableció mediante un procedimiento estadístico que considera, las zonas de estudio, las clases de tallas y los grupos de edad presentes. Esto permite asegurar que la submuestra analizada es representativa de la estructura de la población.

- **Elaboración de la clave edad-talla**

La clave edad-talla es la matriz que representa la distribución por grupo de edad y por clase de talla de los ejemplares en las muestras analizadas del período en estudio.

La ecuación que representa la elaboración de la clave edad-talla es:

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

donde:

- X : grupo de edad
- L : longitud total del pez
- $P_{L(X)}$: probabilidad de edad X de los individuos con longitud L.
- $n_{L(X)}$: número de individuos de edad X con longitud L en la clave edad- talla.
- n_{Lc} : número total de individuos de longitud L en la clave edad-talla.

- **Composición en número por grupo de edad**

Denominada también como estructura de edad, corresponde a la expansión de la clave edad-talla determinada, a la abundancia por tallas determinada mediante el método acústico. Así esta composición corresponde a la matriz que representa la abundancia por grupo de edad y por estrato de tamaño.



Las ecuaciones que representan al proceso de elaboración de la composición en número son las siguientes:

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

donde:

A_k : Abundancia de ejemplares de talla "k".

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

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

$$\hat{v}[\hat{A}_{ke}] = \hat{A}_k^2 * \hat{v}[\hat{q}_{ke}] + \hat{q}_{ke}^2 * \hat{v}[\hat{A}_k^2] - \hat{v}[\hat{A}_k] * \hat{v}[\hat{q}_{ke}]$$

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

$$\hat{v}[q_{ke}] = \frac{q_{ke} * (1 - q_{ke})}{n'_k - 1}$$

2.2.4 Determinación de los ítems alimentarios de anchoveta (*Engraulis ringens*)

A fin de compatibilizar esta componente del estudio con el objetivo general del proyecto se han predefinido tres grupos de tallas: prerreclutas, correspondiendo a ejemplares menores a los 8 cm, reclutas entre 8 y 12 cm y adultos mayores a 12 cm.



2.2.4.1 Diseño de muestreo y tamaño de la muestra

El material requerido se obtuvo de las capturas registradas en los lances de pesca a media agua, realizados por el B/l Abate Molina, determinándose siete zonas de muestreo prioritarias: Arica, Pisagua, Iquique, Punta Lobos, Tocopilla, Mejillones y Antofagasta.

De los lances de pesca efectuados en cada zona, se muestrearon 30 individuos por grupo de talla, correspondiendo estas a: prerreclutas (< 80 mm), reclutas (80 – 120 mm) y adultos (> 120mm). A cada ejemplar se les abrió la pared abdominal, para luego depositarlos en un bidón con formalina al 10% neutralizada con bórax para su fijación.

Del total de individuos colectados por zona, se examinaron 15 por clase de talla; el muestreo en exceso ha sido diseñado para evitar el problema de estómagos vacíos, ya sea por consideración natural o debido al tipo de muestreo. Cada ejemplar fue medido en su longitud total, registrándose su peso total, peso eviscerado y sexo.

2.2.4.2 Análisis de contenidos estomacales

El análisis de contenidos estomacales determinó examinar por separado los componentes fitoplanctónicos y zooplanctónicos de la dieta; consideración necesaria en peces planctívoros.

Para tales efectos se disecó el estómago de cada ejemplar, el contenido estomacal fue homogenizado en formalina al 5% y luego se lavó a través de una malla de 130 micras para la separación de los componentes planctónicos. Los componentes separados se reconstituyeron en igual volumen (i.e, 20 cc); para su análisis posterior.



El fitoplancton se determinó bajo microscopio por el método de la gota alícuota y el zooplancton a nivel de grupos mayores y específico en copépoda; cuantificándose en cada caso los taxa presentes.

2.2.4.3 Análisis de la información

Para el análisis de la información se trató en forma separada los componentes fito y zooplanctónicos de la dieta.

La matriz de información de abundancia de taxa de presa se analizó para determinar los componentes tróficos principales sobre la base de los patrones de frecuencia de ocurrencia y por método numérico (Berg, 1979; Hyslop, 1980):

- $F = (n/EN) * 100$

Donde:

- F : frecuencia de ocurrencia porcentual de un taxon de presa i..
- n : número de estómagos que contienen el i-ésimo taxon.
- EN : número de estómagos analizados.

El patrón de ocurrencia de los taxa fue valorado en función del esquema de clasificación Pallares y Hall (1974), que reconoce los siguientes niveles de ocurrencia:

- | | |
|------------------|---------------|
| 1. Ausente | : 0 - 0,1% |
| 2. Raro | : > 0,1 – 20% |
| 3. Común | : >20% - 40% |
| 4. Frecuente | :>40% - 60% |
| 5. Muy frecuente | :>60% - 80% |
| 6. Constante | :> 80% |



- $N = (n_i/N_t) * 100$

Donde:

- N : Porcentaje numérico de un taxon de presa i.
- n_i : número de individuos del i-ésimo taxon.
- N_t : número total de taxa de presas

La diversidad trófica global de la anchoveta, y por clase de talla, se describió en base al índice de diversidad de Shannon (1949).

- $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$

Donde p_i representa la proporción de i-ésimo taxon de presa en la dieta.

La existencia de posibles unidades tróficas ontogénicas, por grupo de tamaño, se examinó mediante análisis de similitud, usando para ello el índice de Schoener (1970), la significancia de la sobre posición trófica se define sobre el criterio $\geq 60\%$ de similitud (Zaret y Rand, 1971; Mathur, 1977; Wallace, 1981).

- $I_s = 1,0 - 0,5 \sum |p_{xi} - p_{yi}|$

Donde:

I_s es el índice de Schoener

p_{xi} representa la proporción del i-ésimo taxon de presa en la clase de talla x.

p_{yi} representa la proporción del i-ésimo taxon de presa en la clase de talla y.



2.3 Objetivo B.3. Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.

2.3.1 Distribución espacial de los recursos

La información proveniente del crucero de prospección, procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribución geográfica, utilizando una escala de densidad (t/mn^2), determinada por la expresión (**Tabla 1**):

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

donde:

I = intervalo de densidad.

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

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.



2.3.2 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 eointegración.
- IC = índice de ocupación (%)
- ID = índice de densidad en t/mn².

2.3.3 Condiciones oceanográficas asociadas al proceso de reclutamiento

A. Estaciones y datos oceanográficos

La información oceanográfica se recolectó mediante estaciones discretas dispuestas sobre el track acústico. Estas estaciones se realizaron cada 15 mn a 1, 5 y 10 mn de distancia de la costa durante las horas de luz diurna, completándose un total de 75 estaciones oceanográficas.



En cada estación se obtuvieron registros verticales de temperatura, salinidad y oxígeno, hasta una profundidad máxima de 300 m, con un perfilador continuo CTD (Neil Brown MK III), adosado a un sistema de muestreo tipo Roseta (General Oceanics) equipado con botellas Niskin de 5 l de capacidad. Se obtuvieron muestras para análisis discreto de oxígeno disuelto, salinidad y clorofila-**a** a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75 y 100 m.

El cálculo de densidad, como sigma-t, se realizó con la ecuación internacional de estado de agua de mar (UNESCO, 1981b; Millero y Poisson, 1981).

La concentración de oxígeno disuelto se cuantificó con la modificación descrita por Carpenter (1965) para el método de Winkler.

Las muestras para análisis de clorofila-**a** se obtuvieron desde las profundidades estándar mencionadas anteriormente. Las muestras se filtraron *in situ* con un sistema de filtrado múltiple, utilizando filtros de acetato de celulosa (Millipore, HA, 0,45 m, 47 mm de diámetro), o fibra de vidrio (MFS, GF75, 25 mm de diámetro) con un volumen de filtrado estandarizado en 50 mL. Las muestras se almacenaron a -20°C en ambiente anhidro, utilizando como desecante CaCl₂ para su posterior análisis.

La extracción de la muestra para análisis de clorofila-a se hicieron en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90 % v/v, por un período no inferior a las 12 horas y a ca. 0°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.



La información georeferenciada de clorofila-a fue codificada y digitada por profundidad, confeccionándose mapas de distribución batimétrica para todas las transectas. Los resultados se expresan en mg/m^3 o $\mu\text{g}/\text{L}$.

Para la adecuada representación de la estructura biológica de toda la columna de agua, se calcularon los valores totales de la biomasa fitoplanctónica en la columna de agua, integrando con interpolación lineal, usándose el promedio aritmético de muestras adyacentes para representar el promedio de la clorofila presente en el estrato entre muestras. Este cálculo permitió representar la clorofila-a en unidades de área (mg/m^2) y descarta la posibilidad de no representar adecuadamente los máximos sub-superficiales de biomasa fitoplanctónica, que se producen especialmente en período estival (primavera-verano).

B. Datos meteorológicos

En cada una de las estaciones oceanográficas, se registraron los siguientes datos meteorológicos:

- Temperatura del aire (bulbo seco y húmedo)
- Presión atmosférica
- Intensidad y dirección del viento
- Tipo y cantidad de nubes
- Visibilidad
- Altura y dirección de las olas.

Se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

Con los datos de viento medidos en cada estación oceanográfica se calcularon los índices de turbulencia y de surgencia (Bakun y Parrish, 1982). El primero



corresponde al cubo de la velocidad del viento (W^3) y el segundo se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$M_x = t_y / f$$

donde:

- t_y = Coacción del viento sobre la superficie en la dirección norte sur
- t_y = $r_a C_d v |W|$
- r_a = densidad del aire (1.25 Kg/m^3)
- C_d = coeficiente de arrastre
- v = componente norte sur de la velocidad del viento
- $|W|$ = Magnitud de la velocidad del viento
- f = Parámetro de Coriolis = $2 w \text{ Sen } l$
- w = Velocidad angular de la tierra
- l = Latitud del lugar

2.3.4 Asociación entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables bio-oceanográficas

2.3.4.1 Asociación mediante el sistema Geográfico de Información (SIG)

La información de la distribución geográfica de la anchoveta proviene de la prospección hidroacústica y de los lances de pesca. Las variables bio-oceanográficas temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad (psu) superficial proviene del muestreo continuo de EPCS, mientras que temperatura y salinidad a 11 metros y clorofila "a" integrada ($\mu\text{g/l}$), se obtuvieron del muestreo en las estaciones oceanográficas mediante Roseta.

Cada variable georreferenciada, fue interpolada a toda el área de prospección (4160 mn^2), mediante la utilización de módulos del Software Surfer 6.0. Los datos de abundancia de anchoveta fueron interpolados mediante el método de la distancia



inversa al cuadrado, el que crea grillas continuas de datos cuya correlación disminuye al aumentar la distancia entre ellos, mientras que la información bio-oceanográfica fue interpolada mediante el método de Kriging, que se utiliza para datos muy correlacionados entre sí .

El análisis espacial fue realizado mediante el software IDRISI for Windows 2.0 (Eastman, 1992), importándose las grillas básicas y generándose los planos de distribución de abundancia de anchoveta y de variables bio-oceanográficas en superficie y a 11 m. de profundidad.

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

Para favorecer el estudio visual de las imágenes, estas se reclasificaron en clases de valores asociados a diferentes colores. Para ello se utilizaron los siguientes módulos: a) HISTOGRAM, para determinar la distribución de frecuencia de los valores de las variables, y b) RECLASS, para reclasificar los valores de las celdas de una imagen.

La zona de estudio se dividió en 8 subzonas, en base a estratos determinados por las estructuras de tallas obtenidas de los lances de pesca de reconocimiento.

Para determinar el grado de asociación entre los distintos mapas analizados se utilizó el coeficiente V de Cramer (Larson y Mendenhall, 1983) donde el rango varía entre 0 (indica la no existencia de asociación) y 1 (indica la asociación perfecta).



2.3.4.2 Análisis con la señal latitudinal

Con el propósito de estudiar las posibles asociaciones de la distribución y abundancia de la anchoveta con estructuras oceanográficas superficiales locales, como por ejemplo eventos de surgencia, se determinó la señal latitudinal de las variables bio-oceanográficas estableciéndose 4 franjas paralelas a la costa según: costa a 2 mn; de 2 a 4 mn; de 4 a 6 mn y; de 6 a más mn.

De los datos superficiales de temperatura salinidad y clorofila “a” integrada en los 50 metros de la columna de agua, se estimaron los gradientes longitudinales (esto es sentido este – oeste). Para este efecto se utilizó el módulo FILTER del SIG IDRISI 2.0 generándose una nueva imagen a partir de la imagen original de variables oceanográficas. El filtro utilizado es una matriz de 3x3 del tipo:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

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

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



2.3.4.3 Análisis espacial histórico de la distribución de anchoveta

Se analizó espacio-temporalmente la información de distribución del recurso anchoveta obtenida en los cruceros 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012 y 0111, con las cuales se generaron los mapas de distribución anual de reclutas y adultos.

Con el propósito de relacionar las diferentes imágenes, fue necesario que los mapas se encontrarán en una idéntica escala espacial, de este modo las imágenes debían poseer una misma resolución y cobertura geográfica. Lo anterior implicó generar imágenes en rasters de similares características en número de filas y columnas, ésto se realizó a través del módulo RESAMPLE del SIG. De esta manera se crearon imágenes en rasters de 150 columnas (sentido E-O) y 360 filas (sentido N-S).

A cada uno de los planos de distribución anual se calculó su centro de gravedad, además del área de cobertura por intervalo de clases de distribución de Sa.



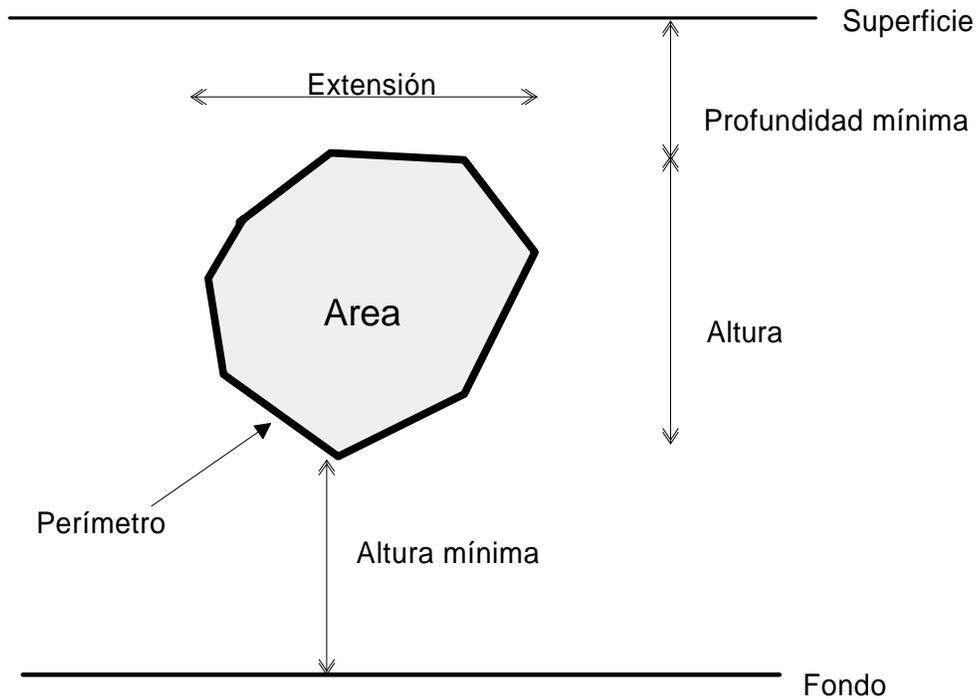
2.4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

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

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

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

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



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

$$Se = d_j e$$

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

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



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

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

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

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

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

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

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



VII. RESULTADOS

1. Condiciones meteorológicas e hidrográficas registradas en la zona norte durante noviembre-diciembre del 2001 (crucero RECLAN 0111) (Objetivo específico B3).

1.1 Condiciones hidrográficas

1.1.1 Vientos

La (Fig. 2a) muestra los vectores de viento medidos en las estaciones oceanográficas. La información de viento entrega, aunque los datos no son sinópticos, una visión general de las condiciones locales para la interpretación de las variables oceanográficas superficiales en la zona de estudio. En forma adicional, para una mayor resolución, se ha incorporado información de viento horario, obtenidas de la bitácora del buque, de 0 a 2 horas y de 15 a 17 horas (Fig. 2b).

Los vientos registrados en las estaciones indican un claro predominio de direcciones del segundo y tercer cuadrante con un 39% y 29% de los registros totales respectivamente, y aumentan a 46% y 34% en cada caso al considerar sólo los datos con intensidad distinta de cero. Asimismo, el 62% de las observaciones totales provienen del rango de 120° a 230°, que tienen principalmente una componente norte-sur favorable a la surgencia costera. Un caso particular corresponde a lo encontrado en el sector sur, en donde los registros del viento de la estación 69 a 77 tienen dirección sur, evento que se desarrolló sólo en los dos últimos días del crucero (17 y 18 de diciembre). Lo anterior se repite también por los registros de viento indicados en la bitácora de puente para otros horarios.



La intensidad del viento muestra también un predominio de bajas intensidades, con un 62% de los registros menores a 5 m/s, intensidad que no es capaz de producir mezcla turbulenta en la capa superficial (Simpson y Dickey, 1981). De los valores anteriores 12 datos corresponden a calma (16% del total). El restante 38% corresponde a vientos moderados, de 5 a 9 m/s de velocidad. El área que presentó en general mayores intensidades relativas corresponde al ubicado desde Pta. Hornos al sur (desde estación 57), con un valor frecuente de 5 m/s, ubicándose el máximo en la estación 58 (22°55'S) con 9 m/s. Desde Pta. Hornos hacia el norte las intensidades son bajas con un rango de 0 a 3,5 m/s, y sólo algunos registros alcanzan valores moderados en las estaciones 7 y 8 (7,5 m/s) de la transecta 4 (18°40'S). De los vectores de viento entre las 0 a 2 y de 15 a 17 horas, obtenidos de la bitácora del buque (Fig. 2b), se observa tanto el predominio de baja intensidad como también la mayor frecuencia de dirección desde el segundo y tercer cuadrante y el viento norte desde Antofagasta al sur. De la comparación de ambas cartas de viento se destaca que el sector entre Cta. Patillos (20°30'S) y Tocopilla (22°S) muestran calma o muy baja intensidad con valores típicos de 0,5 a 2 m/s en la cartas de estaciones mientras que en la de bitácora los datos indican un leve aumento a 2,5 y 3 m/s en la mayoría de los registros. Los vientos presentaron entre las 15 y 17 horas intensidades mayores y más constantes que las de 0 a 2 horas. En este sentido se indica que los vientos entre 15 y 17 horas tienen intensidad de 3 a 7 m/s, excepto en un solo registro que tuvo 0,5 m/s.

El índice de turbulencia (Fig. 2c) tuvo un rango de valores de 0 a 729 m³/s³, El máximo se ubicó en la estación 58 (latitud 22°55'S) al sur de Mejillones. En general, de los datos de estaciones se observa que el sector de mayor turbulencia relativa es de Pta. Hornos al Sur, mientras que al norte de esta localidad la zona presenta en general bajos valores de turbulencia, siendo muchos de ellos de valor cero. No obstante lo indicado, de los datos de viento de bitácora se desprende que se presentó turbulencia en otros horarios con valores entre 0 a 340 m³/s³.



El índice de surgencia, IS (Fig. 2d), tuvo un mínimo de $-974 \text{ m}^3/\text{s}/1.000 \text{ m}$ de costa en la estación 75 ($24^\circ 20' \text{S}$) y el máximo fue de $1.929 \text{ m}^3/\text{s}/1.000 \text{ m}$ en la estación 8 ($18^\circ 40' \text{S}$). El sector sur de la zona, y dadas las direcciones del viento en aquel sector, el IS tuvo valores negativos (indicado por la flecha hacia abajo) con un valor frecuente de $-600 \text{ m}^3/\text{s}/1000 \text{ m}$. Las magnitudes del IS superiores a $500 \text{ m}^3/\text{s}/1.000 \text{ m}$ se presentaron desde Cta. Coloso hasta Pta. Hornos y de Iquique hasta Arica.

1.2 Condiciones superficiales

1.2.1 Temperatura

El gráfico de distribución de temperatura superficial (Fig. 3a) muestra un rango de valores entre $14,7^\circ$ y $20,9^\circ \text{C}$. Esta variable presentó dos mínimos, el primero se ubicó en la estación 32 (lat. $20^\circ 40' \text{S}$) a 1 mn frente a Caleta Patillos y el segundo en la estación 62 (1 mn frente a la punta norte de la Península de Mejillones). El máximo de temperatura se ubicó en la estación 15 a 10 mn frente a Caleta Camarones (lat. $19^\circ 10' \text{S}$) y se debe a una entrada de aguas más cálidas desde el sector oceánico que alcanzó la costa en esa área.

La temperatura superficial muestra la existencia de tres focos principales de surgencia costera, de norte a sur los centros de afloramiento de mayor intensidad son: 1) Arica a Pta Argolla, que tiene una menor área; 2) Iquique a Pta. Lobos y 3) Pta. Arenas hasta los $23^\circ 30' \text{S}$ (al sur de la península de Mejillones) abarcando una extensa área. En el sector Pta Lobos - Pta Arenas la surgencia también está presente pero es de menor intensidad, mientras que en las áreas que van desde caleta Camarones a caleta Buena y también desde la transecta 70 ($24^\circ 20' \text{S}$) hasta el límite sur de la zona no se presentó surgencia y por lo tanto en ellas se registran las mayores térmicas relativas con valores por sobre los 17°C . De estos dos últimos sectores el área frente a caleta Buena presentó los mayores registros con temperatura entre 17° y 19°C . En el área de Antofagasta (transecta 64) se detectó una mayor temperatura superficial en la costa con un valor de $19,5^\circ \text{C}$.



Las anomalías negativas de temperatura (Fig. 3b) se ubicaron en los sectores de surgencia, siendo el foco Iquique a Pta Lobos el área que presentó los mayores valores de anomalía (-3°C). Un valor de anomalía negativa de -3°C indica, para este caso, una surgencia más intensa a la encontrada en los otros dos focos, sin embargo el foco Pta. Arenas a Mejillones es el que abarca una mayor área.

1.2.2 Salinidad

La salinidad superficial (Fig. 3c) por su parte presentó en general un gradiente latitudinal con los mayores valores superficiales, 34,9 y 35,0 psu en el sector norte (Arica a Caleta Camarones), mientras que en el extremo sur (Antofagasta a Caleta Colorada) éstas sólo alcanzan 34.6 psu. Los focos de surgencia descritos anteriormente se presentan con una menor salinidad en la costa en relación a la salinidad que se encuentra a 10 mn. Esto se debe a que el agua transportada en superficie hacia el sector costero corresponde agua subtropical (AST) mezclada en menor grado con agua subantártica (ASAA), sin embargo en los focos de surgencia presentes en la costa esta agua es reemplazada por agua ecuatorial subsuperficial (AESS) de una menor salinidad relativa, originando los gradientes horizontales que habitualmente se encuentran en la franja costera de las primeras 25 mn.

Las anomalías de salinidad (Fig. 3d) para este caso se presentan, en general, con valores negativos para la mayoría de la zona de estudio y alcanzan los $-0,3$ psu frente a Iquique. En los sectores de surgencia se encuentran anomalías negativas de salinidad que alcanzan los máximos valores producto de lo indicado en el párrafo anterior. Los únicos sectores con anomalías positivas corresponden a Pta. Argolla y caleta Camarones, principalmente por sobre las 5 mn de la costa y con valores mayores a $+0,1$ psu, y también de Antofagasta al sur con valores levemente positivos pero menores a $+0,1$ psu.



1.2.3 Densidad

Las mayores densidades (σ_t), $> 25,4 \text{ Kg./m}^3$, se encuentran pegadas a la costa en los focos de surgencia descritos (Fig. 4a), lo que se debe a la menor temperatura presente en esas áreas. Las menores densidades en el área son producto de la entrada y presencia de aguas más cálidas en superficie, como se observa entre Pisagua a Iquique, Pta. Arenas a Tocopilla y Pta. Coloso a Pta Amarilla, todos sectores con surgencia débil o ausente en comparación con la que existe en las otras áreas. Los mayores gradientes superficiales se presentaron en el sector norte entre Arica y Cta. Buena y frente a la península de Mejillones con un promedio de $0,1$ y $0,08 \text{ kg/m}^3/\text{mn}$, respectivamente. Los sectores de menor gradiente térmico se encuentra al sur de Antofagasta con solo $0,03 \text{ kg/m}^3/\text{mn}$ en la transecta 70 ($24^\circ 20'S$).

1.2.4 Oxígeno disuelto

En toda el área de muestreo la concentración de oxígeno disuelto (OD) superficial presentó valores de concentración mayores de 5 mL/L (Fig. 4b), con aumentos significativos en la transecta 1, con concentraciones de OD mayores de 6 mL/L y mayores de 7 mL/L en la transectas 16 (**Lat.** $19^\circ 40'S$) y 19 (**Lat.** $19^\circ 55'S$), respectivamente. En estas transectas las tensiones significativas de OD estuvieron asociadas a concentraciones de biomasa fitoplanctónica (cloa) mayores de 1 y hasta $5 \mu\text{g/L}$.

Desde la transecta 40 (**Lat.** $21^\circ 40'S$) hacia el sur, la OD comenzó a aumentar a valores mayores de 6 mL/L , pero esto asociado a la intrusión paulatina de masas de agua tipo ASAA provenientes desde el sur, que afectaron las características físico-químicas de la zona superficial. Mas allá de la península de Mejillones, es decir desde la transecta 58 (**Lat.** $23^\circ 10'S$) al sur, los valores de OD mayores de 6 y hasta 7 mL/L , se asociaron a valores de cloa cercanos a $0,2 \mu\text{g/L}$, típicos de sistemas oligotróficos.



La existencia de núcleos de concentración de OD inferiores a 5 mL/L en la zona costera de las transectas 7 (**Lat.** 18° 55'S), 28 (**Lat.** 20° 40'S), 31 (**Lat.** 20° 55'S) y 58 (**Lat.** 23° 10'S) provocó la formación de un gradiente costero, el que estuvo asociado al afloramiento de masa de agua tipo AESS, con campos de temperatura inferior a 17 °C y salinidades mayores de 34,7 psu.

1.3 Condiciones subsuperficiales

1.3.1 Profundidad de la Isoterma de 15°C

La isoterma de 15°C presentó profundidades entre 0 y 34 m (Fig. 4c), con el máximo valor en la estación 63 (23°25'S) frente a la punta sur de la península de Mejillones, en donde la presencia de agua de temperatura mayor a 19°C profundizó la isoterma. Por otro lado, las estaciones 32 y 62 no registraron el valor de 15°C en la vertical por lo que no hubo registro de profundidad, correspondiendo estas estaciones a áreas de focos de surgencia.

La anomalía de profundidad de esta variable (Fig. 4d) indica valores extremos de -31 y 13 m, el primero en la estación 30 (20°40'S), sector de surgencia, y el máximo en la estación 63 (23°22'S), asociado a la mayor profundidad de la termoclina. Los valores de anomalía muestran un predominio de valores negativos con sólo dos valores positivos y tres valores cero.

1.3.2 Capa de mezcla

La capa de mezcla superficial (Fig. 5a) en la zona de estudio tuvo unos pocos metros de espesor y registró un promedio de sólo 2,5 m. La profundidad de esta capa de mezcla depende de la intensidad del viento y del grado de estratificación de la columna de agua.



Los mayores espesores de esta capa se encontraron frente a la península de Mejillones con valores de 4 a 8 m, ubicándose en la estación 63, a 10 mn, el máximo con un valor de 8 m. El área de Arica a Tocopilla y desde Antofagasta registró un capa de mezcla de menos de 2 m en prácticamente toda su superficie.

1.3.3 Termoclina

La termoclina para este informe se ha definido como la capa de agua que presentó un gradiente térmico igual o superior a $0,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

Bajo la capa de mezcla se ubicó una termoclina bien desarrollada, de espesor variable que aumentó desde la costa hacia el oeste (Fig. 5b). Los mayores espesores de termoclina se encontraron en el sector oeste de la zona con 15 a 20 m, en las áreas frente a Pta. Argolla, Iquique, Pta. Arenas y Antofagasta.

En general los focos de afloramiento presentaron las máximas profundidades hacia el oeste, con un aumento brusco del espesor, en comparación con aquellos donde no se presentó surgencia. Los focos de surgencia tienen un valor típico de 0 a 10 m que aumenta gradualmente hacia el oeste.

Los máximos gradiente térmicos (valor puntual) en la termoclina (Fig. 5c) se encontraron frente a Antofagasta a 1 mn con $1,6^{\circ}\text{C}/\text{m}$ y frente a caleta Camarones a 10 mn de la costa con $1,4^{\circ}\text{C}/\text{m}$, y también en el sector sur de la zona con $1,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Los sectores de surgencia presentaron en su termoclina un gradiente promedio aproximado de sólo $0,6^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

El máximo gradiente de la termoclina se presentó en general más profundo en los sectores oeste de la zona, principalmente en las áreas de surgencias (Fig. 5d), Las mayores profundidades del máximo gradiente térmico en la vertical se presentaron frente a caleta Buena (16 m), Pta. Grande (14 m) y la punta sur de la Península de Mejillones (16 m).



1.3.4 Distribución de temperatura en la vertical

La temperatura en la vertical (Figs. 6 a 8) muestra la termoclina bien desarrollada e intensa. Producto de la delgada capa de mezcla superficial la termoclina se encuentra cercana a la superficie, encontrándose siempre en la capa de los primeros 25 m. Las transectas latitudinales a 1, 5 y 10 mn de la costa (Fig. 6) muestran la mayor variación térmica en la capa superficial de los primeros 20 m a 1 mn, 30 m a 5 mn y 40 m para 10 mn. Bajo la termoclina en general y hasta los 300 m de profundidad se observa una menor variabilidad térmica tanto en la vertical como en la horizontal, lo que se traduce en valores similares a un mismo nivel a ambos extremos de la zona de estudio, isotermas más separadas y de poca variación en su profundidad a lo largo de toda la zona, es así como a los 50 m es típico el valor de 13°C, a 150 m una temperatura de 12°C y a 300 m un valor de 11°C.

En las transectas perpendiculares a la costa (Figs. 7 y 8) las áreas con presencia de surgencia muestran una menor estratificación por temperatura debido a los más bajos valores superficiales de esta variable, los que disminuyen los gradientes verticales con el ascenso típico de las isotermas hacia la superficie. Las transectas que no se ubican en área de surgencia se caracterizan por presentar sus isotermas paralelas a la superficie. La transecta 19 (19°55'S) muestra en la estación de 5 mn el levantamiento de la isoterma de 15°C en unos 10 m y en las transectas 22, 34 y 70 se aprecia un hundimiento de la isoterma de 15°C hacia la estación de 1 mn.

1.3.5 Distribución de salinidad en la vertical

La salinidad en la vertical se muestra en las Figs 9 a 11. A lo largo de las transectas paralelas a la costa (Fig. 9) esta variable tiene una distribución distinta a la presentada por la temperatura, ya que esta variable es determinada por la ubicación e intensidad de las distintas masas de agua presentes en la zona. La presencia de



agua subantártica (ASAA) en el sector sur origina entonces que la salinidad disminuya importantemente norte a sur de 34,8 psu a valores menores a 34,5 psu. La distribución este -oeste de salinidad no es la misma también ya que la ASAA se ubica por lo general hacia el sector oceánico al ser desplazada por la AESS que ocupa las primeras millas al ser ascendida por la surgencia.

En la transecta paralela de 1 mn la ASAA, con salinidad menor a 34,7 psu, se ubicó desde la transecta 40 hacia el sur, aumentando su espesor desde unos pocos metros hasta casi 50 m en la transecta 72. En la transecta de 5 mn se observan unos pequeños núcleos de salinidad menor a 34,7 psu al norte de la transecta 37, sin embargo al sur de esta transecta la salinidad tiene una distribución similar a la encontrada en la transecta e 1 mn. En la transecta de 10 mn el núcleo de la ASAA llega hasta la transecta 13 (19°20'S) con una profundidad promedio de 50 m. La capa de salinidad superficial mayor a 34,8 psu, en el sector costero con surgencia corresponde preferentemente a agua ecuatorial subsuperficial (AESS) mezclada con ASAA, sin embargo en las zonas sin surgencia los valores de salinidad altos corresponden a agua subtropical (AST) que alcanzó la costa como ocurre en las transectas 13 y 34, situación que se observa en las tres transectas paralelas a la costa. El núcleo AESS, con valores mayores a 34,8 psu, se aprecia también claramente en estas tres transectas y se ubicó bajo los 50 m de profundidad centrado en los 150 metros.

En las transectas perpendiculares a la costa (Figs. 9 y 10) se observa como hacia el sector sur las isohalinas de valor 34,7 psu se acercan gradualmente hacia la costa pasando a ocupar la ASAA una buena porción del volumen de agua de los primeros 50 m. En el extremo sur, transecta 72, la AESS se mantiene bajo los 50 m lo que también ha profundizado la capa del mínimo oxígeno (< 1 mL/L) y en superficie la ASAA se ha mezclado con AST, dando origen a agua con baja salinidad pero de una temperatura superior a 18°C y oxígeno superior a 5 mL/L. En los sectores con surgencia ubicados más al norte, las isohalinas de 34,8 psu ascienden desplazando las isohalinas de bajo valor hacia el oeste.



1.3.6 Distribución de densidad en la vertical

La información de densidad en la vertical (Figs. 12 a 14) de los primeros 100 m muestra en general una columna de agua estratificada por temperatura en los primeros 25 m asociada principalmente a la termoclina. La estratificación también es menor hacia las estaciones más oceánicas en comparación a las de 1 y 5 mn de la costa (Fig. 12). La estratificación es menor también en las transectas de sectores de surgencia debido a la menor diferencia térmica entre superficie y los niveles inferiores, lo que se observa en las transectas 13 y 22 (Fig. 13). Como en general la temperatura y salinidad disminuye hacia el sur en los primeros 25 m los gradientes verticales de sigma-t son menores y las isopichnas descienden de nivel de profundidad, separándose gradualmente unas de otras. Las isopichnas muestran también claramente los afloramientos ya que la temperatura disminuye y la salinidad aumenta en ellos, por lo tanto se da un mayor gradiente horizontal en las primeras 5 mn.

1.3.7 Distribución de oxígeno disuelto en la vertical

La distribución vertical del OD en las transectas realizadas (Figs. 16 y 17), indica que desde la transecta 1 (**Lat.** 18°25'S) a la 28 (**Lat.** 20°40'S) existió una fuerte estratificación en la concentración de este gas, situándose el gradiente entre las 10 y 25 m, llegando aguas hipóxicas, es decir inferiores a 3 mL/L, hasta las inmediaciones de la superficie en las estaciones localizadas a una mn de distancia de la costa. Esta distribución del OD en la columna de agua estuvo asociada a temperaturas cercanas a 15 °C y salinidades entre 34,7 a 34,8 psu.

La presencia de altas concentraciones de OD (**i.e.** > 7 mL/L) en algunas transectas, tales como la 16 (**Lat.** 19° 40'S) y la 19 (**Lat.** 19° 55'S), estuvo asociada a registros de fluorescencia *in vivo* (fliv) mayores de 75 unidades relativas (UR) y de concentración de clorofila a mayores de 1 µg/L. Esto permite deducir que las altas concentraciones de OD serían producto de la actividad metabólica del fitoplancton



in situ y no una marca geoquímica de la masa de agua. No obstante lo anterior, en la transecta 19 se midió altos niveles de fliv a aproximadamente 45 m, los que no estuvieron asociados a altos niveles de OD, esto sugiere la presencia de poblaciones autotróficas con alta intensidad de registros de fliv pero baja agregación de biomasa, por lo que no alcanzarían a producir suficiente OD que eleve localmente la concentración de este gas.

En la zona mencionada anteriormente, la capa del mínimo de OD, es decir concentraciones inferiores a 1 mL/L, estuvo localizada en alrededor de 50 m de profundidad, acercándose a la superficie en la transecta 28. Esta distribución del OD estuvo asociada a la presencia de masas de agua tipo AESS, con temperaturas inferiores a 14°C especialmente en las cercanías de la superficie y que surgieron en la transecta 22 (**Lat.** 20° 10'S). Al mismo tiempo, la presencia de estas masas de agua estuvieron asociadas a la poca profundidad de la zona de mezcla, entre 5 a 10 m, lo que indujo una limitación significativa de la extensión de la zona oxigenada, lo que eventualmente sería una limitante para la distribución en la columna de especies pelágicas con altos requerimientos energéticos, tales como la anchoveta.

Desde la transecta 34 (**Lat.** 21° 10'S) a la 72 (**Lat.** 24° 40'S) (Fig. 16) las altas concentraciones de OD, es decir entre 5 a 7 mL/L, se profundizaron más allá de los 25 m, formando una zona en la columna bien oxigenada y en las transectas 68 (**Lat.** 24° 0'S) y 72 se formaron núcleos subsuperficiales mayores de 7 mL/L, a 10 y 25 m, respectivamente. Estos núcleos, al no estar asociados a altas concentraciones de biomasa fitoplanctónica, son indicadores de masas de agua (**i.e.** tipo ASAA) más que productos de la producción biológica primaria local.

En esta misma zona el mínimo de OD se situó bajos los 50 m, indicando que las masas de agua tipo ASAA tuvieron una fuerte influencia sobre la estructura físico-química de la zona eufótica, asociándose a valores de biomasa fitoplanctónica típicos de sistemas oligotróficos, es decir cercanos a 0,2 µg/L.



La distribución del OD en forma paralela a la costa (Fig. 15), indica que a 1 y 5 mn la distribución de OD se mantuvo en forma invariable en su distribución espacial latitudinal desde la transecta 1 (**Lat.** 18° 25'S) a la 58 (**Lat.** 23° 10'S), es decir una capa oxigenada de valores mayores de 5 mL/L entre la superficie y los 10 m, la capa hipóxica con valores de OD en el rango 3 a 1 mL/L se localizó entre los 10 y 25 m, mientras que el mínimo de OD o valores inferiores a 1 mL/L, se distribuyó en forma continua desde los 25 m hacia abajo. La excepción a esta tendencia se localizó en la transecta 34 (**Lat.** 21° 10'S), en donde las masas de agua con tensiones de OD mayores de 5 mL/L se localizaron hasta los 25 m, provocando la profundización de las masas de agua hipóxicas.

Desde la transecta 61 (**Lat.** 23° 25'S) hasta la 72 (**Lat.** 24° 40'S) se comienza a destacar la presencia de masas de agua de mayor contenido de OD en prácticamente toda la columna, esto reflejado por el aumento en la profundidad de la distribución de la isolínea de 5 mL/L, la que llegó hasta los 25 m. Esta situación provocó que el mínimo de OD se profundizara en forma significativa sobrepasando los 50 m en la transecta 72.

A 10 mn de distancia de la costa la distribución batimétrica del OD se mantuvo igual que las distancia anteriores, sólo desde las transectas 1 (**Lat.** 18° 25'S) a la 37 (**Lat.** 21° 25'S), mientras que desde la transecta 40 hacia el sur, es notable la presencia de masas de agua de origen ASAA. La presencia significativa de estas masa de agua mantuvo oxigenada gran parte de la columna de agua, entre la superficie y las cercanías de los 50 m, bajo esta profundidad la columna de agua vuelve a ser típica de masas de agua de bajo OD. Entonces, a esta distancia ya se comienza a notar en forma más significativa la presencia de masa de agua con mayores concentraciones de oxígeno disuelto pero biomasa de productores primarios mas bajas que las observadas al norte de la latitud 21° 40' sur.



1.4 Masas de agua

Los diagramas T-S (Fig. 18) mostrados como complemento a la información entregada por los gráficos de temperatura y salinidad verticales señalan lo ya indicado con respecto a la presencia de las tres masas de agua principales: **subtropical (AST)**, **subantártica (ASAA)** y **ecuatorial subsuperficial (AESS)** y también manifiestan la presencia, aunque débil, del agua **intermedia antártica (AIAA)** que tiene su núcleo alrededor de los 600 m de profundidad (Silva y Konow, 1975).

El diagrama T-S correspondiente a la estación de 1 mn muestra la convergencia de todas las líneas hacia el par tipo AESS indicando su presencia en todas las transectas. En este mismo diagrama la separación de las líneas hacia el par ASAA y AST indican la mezcla que tiene esta masa de agua con las otras dos. Asimismo son pocas las líneas que ascienden hacia el par t-s AST lo que significa una baja participación de esta masa de agua en la costa y que corresponden preferentemente a las estaciones ubicadas hacia el norte de la zona y en los sectores con surgencia débil o ausente. En las estaciones ubicadas a 5 mn la extensión hacia abajo del par t-s AESS indica la mezcla con AIAA, lo que ocurre a niveles de profundidad mayores a los 200 m. Asimismo las líneas t-s se acercan más a el par ASAA confirmando lo indicado anteriormente respecto a la mayor participación de esta agua hacia el oeste y el sur de la zona de estudio. Las líneas t-s también muestran un mayor ascenso hacia el par t-s de la AST. En la estaciones de 10 mn la presencia de AST, siempre diluida con las otras dos masas, se hace más evidente manteniéndose un esquema similar de participación de la AESS y AIAA que en la estaciones de 5 mn.



2. Biomasa fitoplanctónica en la zona norte durante la primavera del año 2001.

2.1 Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica

La biomasa fitoplanctónica, expresada como clorofila a (cloa), y los productos de degradación o feopigmentos (feop) (Fig. 19) indican que la zona de muestreo estuvo bajo un régimen marcadamente eutrófico, es decir valores de cloa superiores a 1 $\mu\text{g/L}$, con algunas zonas en las que se apreció la entrada de masas de agua oligotróficas, con valores de cloa inferiores a 0,5 y mayores de 0,2 $\mu\text{g/L}$, provocando algunas discontinuidades en este patrón de alta agregación de partículas autotróficas. No obstante esto, al sur de la latitud 24°, la biomasa fitoplanctónica fue típica de sistemas oligotróficos (i.e. < 0,5 a > 0,2 $\mu\text{g/L}$) en la superficie. A pesar de la presencia de estas masas de agua de baja producción biológica, la visión de gran escala indica que éstas no presentaron una fuerte influencia en el ecosistema.

Desde el punto de vista de mesoescala, es decir áreas inferiores a los 100 km, en las transectas 1 (**Lat.** 18° 25'S) a la 10 (**Lat.** 19° 10'S) los valores de biomasa sobrepasaron los 2 $\mu\text{g/L}$ entre la costa y las 5 mn, con concentraciones superiores a los 4 $\mu\text{g/L}$ en la transecta 1 a una mn. En términos globales, la biomasa fue superior a 1 $\mu\text{g/L}$, entre la costa y las 5 mn en todas las transectas, lo que indica una zona con altos niveles de producción biológica. A 10 mn los valores de cloa fueron indicativos de zonas de transición, o mesotróficas (i.e. <1 y > 0,5 $\mu\text{g/L}$ de cloa), entre masas de agua eutróficas y oligotróficas.

En las transectas realizadas en las cercanías de Iquique, es decir desde la 19 (**Lat.** 19° 55'S) a la 25 (**Lat.** 20° 25'S) se midieron los valores de biomasa más altos registrados para la zona, con valores en el rango > 1 $\mu\text{g/L}$ hasta > 5 $\mu\text{g/L}$, los que dominaron en toda la extensión de las transectas. Al contrario de esta tendencia a la acumulación de altos niveles de biomasa, desde la transecta 34 (**Lat.** 21° 20'S),



a la 61 (**Lat.** 23° 25'S) los valores de clorofila fueron típicos de zonas de alta producción, pero restringidos al rango mayor de 1 y levemente mayores de 2 $\mu\text{g/L}$ en toda la zona, con algunas intrusiones de masas de agua oligotróficas en la transecta 43 (**Lat.** 21° 55'S), pero solamente a 10 mn de distancia de la costa.

En la transecta 64 (**Lat.** 23° 40'S) realizada en las inmediaciones de la bahía San Jorge, los valores de cloa volvieron a ser altos, es decir cercanos a 1 y mayores de 4 $\mu\text{g/L}$, en toda la transecta. Para luego disminuir en forma sostenida en las transectas realizadas mas al sur de ésta, con valores inferiores a 0,5 $\mu\text{g/L}$ en la transecta 68 (**Lat.** 24° 0'S) y típicamente oligotróficos desde la transecta 70 (**Lat.** 24°20'S) a la 72 (**Lat.** 24° 40'S).

2.2 Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica integrada

Entre las transectas 1 a la 28 (Fig. 19), los valores de cloa integrados están en el rango 20 a superiores de 60 mg/m^2 . Esta situación se volvió a repetir entre las transectas 43 a la 72, los rangos y distribución de esta variable indica que, no obstante los altos valores de concentración de cloa en la superficie, estas agregaciones se encontrarían restringidas a los primeros metros de la columna de agua.

Desde las transectas 31 a la 40, los valores de cloa integrada superaron los 60 mg/m^2 , llegando hasta los 140 mg/m^2 , indicando que los valores de alta biomasa no sólo son altos en la superficie sino que su distribución es homogénea en toda la zona eufótica y su desplazamiento está fuertemente limitado por las presencia de frentes costeros, favoreciendo la acumulación y distribución de ésta en toda la zona de mezcla.

Al sur de la transecta 40, los valores de integración no superaron el rango 20 a menores de 40 mg/m^2 , siendo menores de 20 mg/m^2 desde las transectas 70 a la 72.



Respecto de los productos de degradación de la clorofila a, o feopigmentos (feop), tanto en el plano superficial como integrados, éstos no presentaron desviaciones respecto de la distribución espacial de la cloa, y la diferencia estriba en los niveles de magnitud de las agregaciones. Es decir en las zonas de altas agregación de cloa se situaron las mayores agregaciones de feop en el rango 0,5 a mayores de 1 $\mu\text{g/L}$. Al mismo tiempo, en masas de agua oligotróficas los valores de feop son siempre inferiores a los 0,2 $\mu\text{g/L}$. Los valores de integración para esta variable presentan niveles de importancia entre la transecta 37 a la 40, en el rango mayor de 40 a levemente superiores a los 60 mg/m^2 y están asociadas las mayores agregaciones de cloa detectadas en la zona de muestreo.

2.3 Distribución batimétrica de la biomasa fitoplanctónica

En el plano de gran escala latitudinal, es decir mas de 1000 km^2 , los valores de cloa son superiores a los medidos para años anterior, en los que la cloa no sobrepasó los 2 $\mu\text{g/L}$ (Osses, 1999, 2000), con concentraciones cercanas o mayores de 5 $\mu\text{g/L}$. En términos espaciales, la cloa tendió a situarse entre la superficie y no mas allá de los 10 m de profundidad (Figs. 20 a la 25), esta situación provocó una disminución en los valores de cloa integrada, pero asociada a valores consistentemente altos de cloa en toda la zona.

En el plano mencionado anteriormente, la cloa tendió a situarse desde la costa hasta las 10 mn en forma continua con valores en general mayores de 1 $\mu\text{g/L}$, esto permite caracterizar a toda la zona como eutrófica, con algunos casos en los que las acumulaciones de cloa llegaron a ser superiores a los 3 y hasta 5 $\mu\text{g/L}$, valores de cloa típicos de sistemas altamente productivos.

En el análisis por transecta, es posible observar que desde la transecta 1 (**Lat.** 18°25'S) a la 40 (**Lat.** 21° 40'S) (Figs. 20 a 23), los valores de cloa estuvieron en el rango 0,2 a >5 $\mu\text{g/L}$, mientras que al sur de ésta, es decir desde la transecta 43



(**Lat.** 21° 55'S) y hasta la 68 (**Lat.** 24° 20'S) (Figs. 23 y 24) los valores de cloa disminuyeron en forma sostenida desde mayores de 2 µg/L hasta mayores de 0,5 µg/L.

Desde la transecta 70 (**Lat.** 24° 20'S) a la 72 (**Lat.** 24° 40'S) (Fig. 25), la distribución cuali y cuantitativa de la biomasa fitoplanctónica indica que ambas transectas estuvieron bajo un régimen marcadamente oligotrófico, o ultraoligotrófico, con valores de cloa inferiores a 0,2 µg/L.

En las transectas 43 (**Lat.** 21° 55'S) y 46 (**Lat.** 22° 10'S) (Fig. 23) es posible observar la intrusión de una masa de agua mas cálida, es decir mayor de 19°C, lo que afectó significativamente las características tróficas del ecosistema con concentraciones menores de 1 y hasta los 0,5 µg/L, provocando una discontinuidad en el patrón de distribución de biomasa eutrófica en toda la zona costera.

En general, también es posible observar acumulaciones subsuperficiales, en el rango 2 a 5 µg/L de cloa, entre los 10 y 25 metros en las transectas 19 (**Lat.** 19°55'S, Fig. 21) y 31 (**Lat.** 20° 55'S, Fig. 22), llegando la isolínea de 1 µg/L hasta los 50 m en las transectas 34 (**Lat.** 21°10'S), 37 (**Lat.** 21°25'S) (Fig. 22) y 40 (**Lat.** 21°40'S, Fig. 23).

Los feop presentaron la misma distribución cualitativa de la cloa, con magnitudes de concentración en el rango 0,5 a mayores de 1 µg/L, aún en las zonas con mayores agregaciones de cloa es decir hasta 5 µg/L, asociados a estos valores de cloa eran esperables concentraciones más altas de feop que los encontrados. Esta situación podría ser utilizada como un indicador para determinar que la biomasa fitoplanctónica estuvo bajo un estado fisiológico óptimo en toda la zona y creciendo en forma vigorosa sin formar aún productos de degradación en forma significativa.



2.4 Distribución de la biomasa fitoplanctónica a escala fina

La fluorescencia *in vivo* (fliv), expresada en unidades relativas (UR), al ser esta una respuesta de la célula fitoplanctónica a la estimulación luminosa en una longitud de onda específica para la clorofila a, es esperable que ésta se asocie en forma funcional y significativa con la concentración de cloa, aunque eventualmente podrían existir algunas desviaciones en la linealidad de esta asociación. En este crucero, al graficar la cloa *versus* la fliv (Fig. 26), es posible observar que estas variables se relacionan en forma significativa (Fig. 26a), situación que fue análoga a la descrita para el año 2000 (Fig. 26b), esto indica que la fliv puede ser utilizada como un indicador del patrón espacial de agregación de la biomasa fitoplanctónica, en escalas espaciales inferiores a los 10 cm.

Es así como la fliv indica que concentraciones significativas de cloa se localizaron entre la superficie y los 50 m, sin grandes desviaciones respecto de lo indicado anteriormente para el muestreo discreto. Los valores de cloa típicos de sistemas oligotróficos son aquellos representados por valores de fliv inferiores a 5 UR, mientras que entre 5 a 10 UR se encuentran aquellos caracterizados como mesotróficos, en este mismo contexto todos aquellos valores mayores de 10 y hasta 110 UR son típicos de sistemas con altas concentraciones de cloa, llegando hasta los 10 µg/L, en condiciones excepcionales.

Las mayores agregaciones de cloa se situaron desde la superficie y hasta los 25 metros (Figs. 20 a la 25), con excepciones a este patrón espacial como en las transectas 34 (**Lat.** 21° 10'S), 37 (**Lat.** 21° 25'S) y 40 (**Lat.** 21° 40'S), en las que los registros de fliv confirman que altas concentraciones de biomasa fitoplanctónica llegaron hasta los 50 m, en este caso no como una aproximación matemática sino que a lecturas directas de fliv, lo que confirma lo descrito anteriormente utilizando el muestreo discreto de cloa.



Las áreas que fueron descritas como de baja agregación de cloa no superaron los 10 UR de registro entre la superficie y los 25 m, especialmente en las transectas 68 (Fig. 24), 70 y 72 (Fig. 7), confirmando la ausencia de máximos subsuperficiales en esta zona.

2.5 Distribución de la biomasa fitoplanctónica en forma paralela a la costa

Los gráficos de cloa y feop en forma paralela a la costa (Figs. 27 a la 28) presentaron una distribución que es muy parecida a la observada para cruceros anteriores (Osse, *op. cit.*) con una distribución cuasi continua de alta concentración de pigmentos activos y degradados a una mn de la costa.

A una milla náutica de la costa y en la zona correspondiente a Arica hasta punta Arenas (transecta 40, **Lat.** 21° 40'S) y desde la superficie y hasta los 50 m (Fig. 27 y 28), los valores son mayores de 1 µg/L, con máximos de hasta 7 µg/L en los núcleos subsuperficiales localizados en las transectas 13 (**Lat.** 19° 25'S), 34 (**Lat.** 21°10'S) y 40 (**Lat.** 21° 40'S) a 10, 25 y 50 m, respectivamente. Entre las transecta 43 (**Lat.** 21° 55'S) y 46 (**Lat.** 221 ° 10'S) se localizó una discontinuidad en este patrón, debido a que la columna de agua estuvo dominada por valores típicos de sistemas oligotróficos y aumentando levemente a mayores de 1 µg/L, solo en las cercanías de la superficie.

Desde la transecta 49 hacia el sur (Figs. 27 y 28), los valores de cloa llegaron en pocos niveles a ser mayores de 3 µg/L en la zona del máximo de agregación de biomasa y solamente desde la superficie hasta aproximadamente los 10 m de profundidad. A profundidades mayores, la columna de agua se tornó básicamente oligotrófica y latitudinalmente abarcó toda el área, hasta la transecta 72.



A 5 mn de distancia (Figs. 27 y 28) de la costa la situación espacial es básicamente la misma, con valores de cloa que llegaron hasta mayores de 4 $\mu\text{g/L}$ a las mismas profundidades indicadas que para 1 mn, aunque en la transecta 40, la zona entre la superficie y los 10 m se tornó oligotrófica, situándose el máximo de cloa en forma subsuperficial. La cloa tendió a aumentar llegando a valores cercanos a los 3 $\mu\text{g/L}$ en las transectas 58 (**Lat.** 23° 10'S) y 64 (**Lat.** 23° 40'S), con una discontinuidad significativa en la transecta 61 (**Lat.** 23° 25'S) donde los valores de cloa fueron oligotróficos en toda la columna, lo que provocó una discontinuidad en el patrón de distribución espacial de altos valores de cloa.

A 10 mn de distancia de la costa (Figs. 27 y 28), la cloa disminuyó en forma significativa, quedando solamente algunos núcleos en la transecta 1, 16 a 19 y 31 a la 37. Al sur de la transecta 40 sólo quedó un remanente de alta concentración en las transectas 52 a la 58 y 64 a la 68 los que no sobrepasaron los 2 $\mu\text{g/L}$, siendo en general solamente mayores de 1 $\mu\text{g/L}$. Además, fue posible detectar la presencia importante de masas de agua de baja concentración de cloa en los sectores comprendidos entre las transectas 4 a 13, 40 a la 49, 61 y 70 a la 72. Esto sería indicativo del efecto significativo de las masas de agua de distinto origen sobre la estructura trófica de la zona, aun en sectores cercanos a la costa, indicando las restricciones importantes en la distribución longitudinal que sufre la biomasa fitoplanctónica debido a los patrones oceanográficos físicos imperantes en la zona.

En general, es destacable la persistencia de los mayores agregaciones de cloa en las transectas 16 a la 19 y 31 a la 37, los que dominaron todo el sector en el sentido latitudinal y batimétrico, llegando en las zona de mayor intensidad hasta los 50 m. Es notable, además el aumento de la cloa en el sector alejado de la costa de las transectas 52 a la 58.



2.6 Distribución horizontal de la biomasa fitoplanctónica y su asociación con los frentes costeros

La distribución de los máximos de la biomasa fitoplanctónica asociados a los frentes costeros, utilizando como indicadores la fliv y la temperatura superficial, indica que desde la transecta 19 a la 72 (Fig. 29a, Tabla 2), fue posible determinar la presencia de frentes más o menos intensos, en el rango 0,23 a 0,5°C/mn. Excepciones a este patrón se localizaron en las transectas 58 (**Lat.** 23°10'S) y 61 (**Lat.** 23°25'S) en donde los frentes tuvieron una intensidad de 1,08 y 1,51°C/mn, respectivamente.

Una desviación importante de esta situación se detectó en las transectas 55 (**Lat.** 22°55'S) y 64 (**Lat.** 23° 40'S) donde la zona costera estuvo más cálida que las aguas de más afuera, con gradientes negativos de -1,91 y -0,59°C/mn (Fig. 29a, Tabla 2).

Para establecer la asociación entre las agregaciones de cloa en la superficie y la columna de agua con el frente se eligió el valor de cloa discreta e integrada localizada en las inmediaciones del frente (Figs. 29 b,c). En general, es posible indicar que la sola presencia de frentes costeros, de magnitud positiva o negativa, provocó la acumulación de biomasa, esto debido a que no fue posible establecer una asociación funcional significativa (Fig. 30) entre las variables.

La distribución de los campos de la fliv, la temperatura superficial y la cloa, es presentada desde las transectas 19 (**Lat.** 19° 55'S) a la 72 (**Lat.** 24° 40'S) (Figs. 31 a la 34), e indica las diferentes magnitudes de los frentes que están asociadas a la cloa y su efecto sobre el aumento de los registros de fliv, los que como fue mencionado anteriormente están claramente asociados a las magnitudes de biomasa fitoplanctónica. En general, es posible observar que éstos, tienen un efecto profundo sobre la estructura de la columna de agua, permitiendo la acumulación de partículas en las zonas del gradiente de densidad, reflejado por el aumento en la señal de fliv en las inmediaciones del frente.



Al mismo tiempo, es posible observar que los frentes no siempre tienen una única estructura, es decir aumentos significativos de la temperatura en tramos espaciales cortos, para luego mantenerse en forma isotónica hasta la zona oceánica. Un ejemplo de desviación de esta estructura se observó en la transecta 37 (Lat. 21°25'S) (Fig. 32) en donde el perfil de temperatura horizontal adopta la forma de una "M", en donde es posible observar frentes positivos y negativos, es decir 0,38°C/mn, entre 1 y 5 mn, y -0,34°C/mn, entre las 9 y 12 mn .

La situación que permanece invariable es que, en general, la acumulación de partículas es un proceso que depende fuertemente de los gradientes térmicos de la zona, y las magnitudes de las agregaciones son independientes de la intensidad de éste.

2.7 Asociaciones entre el campo físico y la biomasa fitoplanctónica

Como ha sido descrito para otros cruceros realizados en la zona norte, tales como los Monitoreos Bio-Oceanográficos (MOBIO) (Osses, 1999, 2000) y RECLAN (Osses, *op cit.*), la biomasa fitoplanctónica se asoció significativamente solamente con la temperatura, mientras que exhibe poca o ninguna asociación con la salinidad, tanto en el plano superficial como en el integrado.

En el crucero realizado, esta situación se vuelve a repetir, con todas las variables mencionadas (Fig. 35), siendo la asociación mas importante la calculada para la temperatura en el plano superficial, pudiéndose explicar hasta un 76% de la variabilidad de la cloa a través de la temperatura (i.e. $r^2= 0,589$, $r=0,767$, $n=75$, Fig. 26), respecto del mismo periodo del año pasado y en el mismo plano superficial, la capacidad de predicción de la concentración de cloa a partir de la temperatura fue de un 81% (i.e. $r^2= 0,655$, $r=0,81$, $n=74$). Además, es posible indicar que las pendientes de los gráficos para ambos cruceros fue de -0,498 y -0,548 ($\mu\text{g/L}^\circ\text{C}$) respectivamente, lo que indica el alto grado de estabilidad del ecosistema en ambos períodos.



Respecto del efecto de la estructura termohalina de la columna de agua sobre la distribución de la biomasa fitoplanctónica, es posible indicar que ésta estuvo asociada a zonas en que el gradiente de densidad fue continuo, por ejemplo en las estaciones 18, 19 y 20 (Fig. 36) y la 39, 40 y 41 (Fig. 37). En estas estaciones es posible observar como la densidad indica que la capa de mezcla fue muy reducida, menos de 10 metros a lo largo de toda la zona costera y 5 mn, lo que se tradujo en el descenso suave de la densidad desde la superficie hasta los 25 m, y monotónica desde esta profundidad hasta la máxima profundidad muestreada. Esto significa que la cloa se posicionó en las zonas en donde la variabilidad de la estructura de densidad era la mayor de la columna, posibilitando el acceso a los nutrientes en las masas de agua surgentes en la zona.



3. Biología Pesquera

3.1 Resultados de los lances de pesca

El muestreo de las capturas realizada a bordo del B/l “Abate Molina” durante el presente Crucero permitió determinar la composición de especies, estimar los niveles de captura y los aportes porcentuales de cada especie, en cada lance y en el total de la zona estudiada. Respecto del recurso anchoveta se determinó la estructura de tallas a 8.066 ejemplares, de ellos a 6.836 se les registró longitud y peso individual y a 3.744 se realizó muestreo biológico donde se obtuvo información acerca de longitud total, sexo, estado de madurez, peso total y peso eviscerado.

El resumen de operación por lance de pesca se muestra en la Tabla 3. Al respecto, la captura total alcanzó 19.298,5 kg de los cuales 10.234,3 kg (53 %) correspondieron a anchoveta, el resto a recursos como medusa, jibia, calamar, agujilla, bacaladillo y pejerrey. Las capturas de anchoveta presentaron una alta variación fluctuando entre los 0,2 y 2.177,9 kg/lance (Tabla 3). En relación al esfuerzo de pesca desplegado, los lances tuvieron una duración promedio de 53 minutos, mientras que el esfuerzo total alcanzó a 50 h y 40 min. de arrastre.

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

En la zona de Arica, (18° 21' S- 19° 29'59" S), se realizaron 14 lances de pesca de los cuales 13 fueron exitosos (92,9 %) (Tabla 4). La distribución de longitudes por lance muestra presencia tanto de individuos juveniles como adultos, con tallas que fueron desde los 7 a los 18 cm (Fig. 38 y 39). En las muestras acumuladas por zona la distribución presenta 3 modas, la principal situada en 7,5 cm y 2 secundarias en 10,5 y 16,0 cm (Fig. 44 y 45). La talla promedio de las anchovetas fue de 9,5 cm y el peso promedio de 7,5 g, los reclutas por su parte presentaron una longitud media de 8,8 cm y un peso promedio de 5 g. El aporte en número de los reclutas a las capturas fue de 89,8 % y en peso alcanzó el 60 % (Tabla 4).



Para la zona de Iquique, ($19^{\circ} 30' S - 21^{\circ} 29'59''$), los lances totales fueron 17, siendo 15 los exitosos (88,2 %) (Fig. 40 y 41; Tabla 4). Las longitudes de anchoveta fluctuaron entre 5,5 y 18,5 cm con una distribución unimodal centrada en 10 cm, (Fig. 44). La longitud promedio de las anchovetas en esta zona fue de 9,7 cm, con un peso promedio de 6,9 g. Los reclutas en tanto presentaron una longitud promedio de 9,5 cm y un peso medio de 6,1 g. Su aporte en las capturas fue de 95,9 % en número y 84,8 % en peso (Tabla 4).

En la zona de Antofagasta, ($21^{\circ}30' S - 23^{\circ} 59'59'' S$), se realizaron un total de 25 lances de pesca resultando exitosos 20 (80 %), (Fig. 41, 42 y 43). El rango de tallas de las anchovetas fluctuó entre 7 y 19 cm. Las longitudes ponderadas a la captura presentaron una moda principal en 10 cm y 2 modas secundarias en 8 y 17 cm (Fig. 44). La longitud promedio de las anchovetas fue de 10,8 cm y el peso promedio de 10,3 g. Para los reclutas la longitud media fue de 9,5 cm y el peso promedio de 5,9 g. En las capturas el aporte en número de los reclutas fue de 79,6% y en peso de 45,7 % (Tabla 4).

En la posición $24^{\circ}06,12' S, 70^{\circ}35,78' W$, que corresponde a la zona de pesca Caldera se realizó un lance sin captura de anchoveta.

En términos generales en el área de estudio comprendida entre la I y sur de la II Región, desde los $18^{\circ} 25,15' S$ a los $24^{\circ} 06,12' S$, se realizaron 57 lances de pesca donde 48 de ellos resultaron con captura de anchoveta (84,2 %) (Tabla 4). El rango de longitud de las anchovetas fluctuó de 5,5 a 19 cm. Una distribución polimodal de las tallas, con moda principal en 10 cm y secundarias en 8 y 17 cm (Fig. 44 y 45). La longitud promedio se manifestó en 10,4 cm y el peso promedio fue de 9,3 g. Los reclutas presentaron una longitud promedio de 9,4 cm y un peso medio de 5,8 g. El aporte de éstos en las capturas fue de 84 % en número y 52,7 % en peso (Tabla 4).



3.3 Relaciones longitud peso de anchoveta

3.3.1 Modelos lineales

Las relaciones longitud-peso por zona de pesca se muestran en la Tabla 5, dicha estimación se realizó ajustando una regresión lineal para cada zona y para la Zona Norte en conjunto.

Al respecto, se puede constatar un buen grado de ajuste para cada una de las zonas de pesca evaluadas, presentado todas un $R^2 > 0,98$. Para la Zona Norte se estimó un $R^2 = 0,9879$. Las pendientes de regresión presentan valores sobre 3,11 en todas las zonas de pesca, la mayor de ellas se exhibe en la zona de Antofagasta y la menor en Iquique con valores de $b = 3,148516$ y $b = 3,110912$ respectivamente (Fig. 46).

La comparación de los pesos estimados a través de los parámetros a y b entre zonas de pesca, se muestra en la Tabla 6, en ella se aprecia una mayor estimación de los pesos por estrato de longitud en la zona de Iquique hasta la talla 8,5 cm con diferencias de 0,02 g, sobre esa talla la mayor estimación de los pesos se observa en la zona de Arica, exhibiendo diferencias de hasta 1,2 gramos.

3.3.2 Modelos no lineales

Los parámetros de la relación longitud-peso ajustada mediante una regresión no lineal se presentan en la Tabla 5. El modelo no-lineal estimo un $R^2 = 0,9876$ (Tabla 5). Los resultados muestran que el mejor ajuste se logra con el método de ajuste lineal estimando un $R^2 = 0,9879$. La comparación de los pesos entre los dos modelos presentó diferencias, observándose una mayor estimación de los pesos por estrato de longitud con el modelo no lineal hasta la talla 15,5 cm cuantificándose diferencias hasta de 0,2 g; sobre esa talla la mayor estimación es mediante el modelo lineal con diferencias en peso de hasta 0,5 g (Tabla 6).



3.4 Proporción sexual de anchoveta

Para la zona de Arica la proporción sexual se presenta mayoritariamente inclinada hacia las hembras, se observa en la talla de 13 cm un 100 % de ocurrencia, se mantienen altos porcentajes hasta la talla 15 cm donde baja a un 27 % luego se aprecia un aumento sostenido hasta manifestar un 100 % de ocurrencia desde la talla 17,5 cm, es así como finalmente la proporción sexual muestra un 71,4 % de hembras y un 24,6 % de machos del total de ejemplares muestreados (Fig. 47).

La zona de Iquique muestra desde la talla 13 cm un porcentaje mayor de hembras en comparación al de machos (> 50 %), entre las tallas 12 y 14 cm las hembras se presentan de forma irregular con porcentaje sobre el 60 % excepto en la talla 12,5 cm donde desciende 20 puntos aprox. En definitiva, las hembras alcanzaron el 67,2 % de los ejemplares muestreados en tanto los machos el 32,8 % (Fig. 47).

La zona de Antofagasta presenta también una proporción sexual favorable a hembras sobre un 60 % a lo largo de todo el rango de tallas, excepto entre las tallas 15 y 16,5 cm donde los machos se presentan en mayor proporción. Finalmente las hembras presentaron una ocurrencia de 71,9 % y los machos de un 28,1 % del total de ejemplares observados (Fig. 47).

En la zona Norte del país la proporción sexual se presenta similar a la descrita para la zona de Antofagasta, con mayor presencia de machos en la talla 15 cm (60%) observándose el predominio de las hembras en la restante fracción de tallas. En conclusión la proporción sexual se muestra inclinada hacia las hembras puesto que se observan en un 70,6 % de los ejemplares muestreados en tanto los machos representan el restante 29,4 %.



3.5 Índice Gonadosomático (IGS) y estados de madurez de anchoveta

En la zona de Arica, se presentan altos IGS a lo largo de todo el rango de tallas (>7), tanto para machos como para hembras, excepto en las tallas 16,5 y 17,0 cm donde el IGS para hembras baja a menos de 6 ptos (Fig. 48). Los valores de IGS encontrados para hembras concuerdan con los estados de madurez que presentaban los ejemplares; máximos valores de IGS (9 y 12), se presentan en gónadas con madurez 2 y 5, respectivamente, IGS con valores entre 7 y 8 se presentan en ejemplares con gónadas en estados de madurez 5 y en menor proporción estado 6, IGS menores o iguales a 6 se encuentran en ejemplares en su mayoría con gónadas en estado 6 (Fig. 49 y 50), el IGS promedio fue de 7,3. Asimismo, como ocurre con las hembras, en machos también existe una relación entre los estados de madurez y los valores de IGS obtenidos, valores máximos se presentan en ejemplares con estado de madurez 5 y menores valores en aquellos ejemplares que presentaban estados 5 y 6 (Fig. 49 y 50), el IGS promedio fue de 8,5. En conjunto machos y hembras sobre la talla 14 cm presentan valores de IGS siempre sobre 6 ptos, siendo el IGS promedio de 7,3 (Fig. 48). Los estados de madurez que se observaron fueron 2, 5 y 6, los que concuerdan con los valores de IGS encontrados (Fig. 50), estados 2 y 5 muestran los más altos valores de IGS (entre 12 y 7), puestos que son los estados en que se está produciendo la maduración y próximo desove de las gónadas, junto con el estado de madurez 6 se manifiestan los más bajos valores de IGS (entre 5 y 2), porque en este estado ya se produjo el desove y las gónadas se están vaciando.

Para la zona de Iquique, el IGS presenta valores que van desde los 2 a los 9 ptos, observándose los valores más bajos entre las tallas 12 y 14 cm (Fig. 48). Para hembras los estados de madurez observados entre las tallas 12 y 14 cm fueron 2, 5 y 6 (gónadas madurando, en pleno desove y desovadas, respectivamente) (Fig. 49), lo que se relaciona con los valores de IGS entre 2 y 5; sobre la talla 15 cm los estados de madurez que se observaron fueron 4, 5 y 6, consistente con el



incremento de las gónadas en los estados 4 y 5 se produjo un aumento del IGS con valores que fluctuaron entre 6 y 9 (Fig. 50), siendo el IGS promedio igual a 6,9. Lo observado para machos sigue la misma tendencia descrita anteriormente para las hembras, máximos valores de IGS sobre la talla 14 cm y menores IGS entre las tallas 12 y 13,5 cm (Fig. 48). En conclusión para machos y hembras, el IGS fluctuó entre los valores 2 y 9, con un promedio de 7,1. Se observaron todos los estados de madurez (2 al 6), a lo largo del rango de tallas (Fig. 49). Estado de madurez 2 presenta los menores valores de IGS, lo mismo que el estado 6, mayores valores de IGS se relacionan con los estados 3 y 4 donde las gónadas se encuentran en su máximo desarrollo (Fig. 50).

La zona de Antofagasta presenta valores de IGS que fluctúan entre 2 y 15, siendo entre las tallas 12,5 y 13,5 donde se concentran los valores más bajos (> 4). Las hembras mostraron bajos IGS entre las tallas 12,5 y 13,5 cm (Fig. 48), con estado de madurez gonádica 2 y 6 (Fig. 49), el máximo valor de IGS se presentó en 15 cm, donde los estados de madurez fueron 4 y 5, para las tallas restantes el IGS fluctuó entre 7 y 9 (IGS promedio = a 7), apareciendo las gónadas en estados 4, 5 y 6 de madurez. Los machos tienden a la misma situación observándose el máximo IGS en la talla 14,5 cm (Fig. 48), con un IGS promedio de 8,1. Como resultado, tanto en hembras como en machos, el IGS presentó valores entre 2 y 15, con media en 7,5 (Fig. 48). Los estados de madurez presentan cierta distribución en las tallas, es así como se encuentra el estado 2 que predomina en tallas bajo 14 cm y presenta bajos valores de IGS, el estado 6 se sobrepone con el 2 entre las tallas 12,5 y 14 pero con valores levemente mayores de IGS, el estado 5 se distribuye desde la talla 14, con máximos IGS (entre 13 y 15) hasta 15 cm, luego disminuye hacia las tallas mayores, el estado 4 se presenta sólo desde la talla 16 cm y presenta un IGS promedio de 11 (Fig. 50).

En la zona Norte, se observa una tendencia similar a la descrita para la zona de Antofagasta, en donde los menores valores de IGS se presentan en tallas bajo 13,5 centímetros, incrementándose a medida que los ejemplares aumentan de tamaño,



llegando a un valor máximo en las tallas 14,5 y 15 cm (Fig. 48). En hembras se observan valores de IGS bajo 5 y que corresponden con estados de madurez 2 y 6; el máximo IGS (11 pts) se observa a los 15 cm donde las gónadas se manifestaron con estados 2 y 5, el IGS a continuación disminuye, presentando a su vez algunas gónadas un estado de madurez 6 (Fig. 50). Para machos los menores valores de IGS se relacionan con un estado de madurez 2 a la talla 13,5 cm (Fig. 49), al crecer las anchovetas se advierte igual tendencia que en hembras, un máximo IGS a la talla 14,5 con gónadas en estados 2 y 5, posteriormente una disminución del IGS relacionado con el desove de las anchovetas (estado de madurez 6) (Fig. 50). En conjunto para machos y hembras en la zona Norte el IGS promedió en 7,4 pts, en donde los menores valores se obtienen de gónadas que muestran estados 2 y 6 de madurez para todo el rango de tallas evaluado, valores medios de IGS se observan en gónadas con estado de madurez 5 (ejemplares desovando), en tanto los mayores valores de IGS se obtienen de gónadas que se encuentran en su máximo desarrollo (estado 4 de madurez), (Fig. 50).

3.6 Descripción de la fauna asociada

La captura total que se obtuvo de los 57 lances realizados durante el presente Crucero entre la I y II Regiones, fue de 19298,5 kg, pesca que se concentró mayormente en especies como anchoveta (53 %) y medusa (40,5 %), la captura restante se distribuyó en especies como: jibia, agujilla, bacaladillo, calamar, pejerrey y langostinos. (Tabla 9).

En la zona de Arica se obtuvo una captura de 2561,4 kg, de los cuales el 56,7% correspondió a anchoveta y el 31,9 % a medusa, especies como bacaladillo, langostino y calamar presentaron entre un 7,0 y 1,4 % de la captura (Fig. 52).

La zona de Iquique, presentó una captura de 6075,2 kg, donde la especie con mayor captura fue medusa con un 78 % de la pesca total, seguido de anchoveta con un 20,7 % de las capturas, menores porcentajes de captura se observan para calamar, agujilla y langostino (entre 0,8 y 0,2 %), (Fig. 52).



En la zona de Antofagasta, la captura total fue de 10.659 kg, siendo la especie anchoveta la que concentró la mayor proporción con un 70,6 % de la pesca, la captura de medusas fue de un 21,2 % del total y especies como jibia y agujilla se presentaron con un 3,5 y un 2 %, respectivamente (Fig. 52).

La zona de Caldera presentó una captura de 2,95 kg los que se distribuyeron en las siguientes especies: medusa, agujilla y calamar (41,4; 38 y 20,7%, respectivamente).

Es importante mencionar que se observa una tendencia decreciente con respecto a la latitud en relación a las capturas de calamar, contrario a lo que ocurre para pejerrey los que aumentaron su ocurrencia a medida que se navegaba hacia el sur; las capturas de anchoveta por su parte muestran una relación inversa a las capturas de medusa puesto que a medida que una especie aumenta su captura en la otra disminuye (Fig. 52).

3.7 Comparaciones de pesos de anchoveta entre Cruceros mediante modelo lineal y no lineal.

Se estimaron los pesos de anchoveta a la talla utilizando los parámetros obtenidos de la relación lineal, para cada Crucero (Tabla 7). Los resultados muestran que en la comparación entre los Cruceros RECLAN 0111 y RECLAN 0012, los pesos de anchoveta del presente Crucero han disminuido entre un 6 a un 8 % respecto de los pesos estimados del Crucero anterior, para todas las tallas de anchoveta, siendo mayores las diferencias de peso bajo la talla 11 cm. Dicha tendencia se mantiene al hacer las comparaciones entre los Cruceros RECLAN 0111 y RECLAN 0001, siendo los pesos entre un 7 a un 14 % menores respecto a RECLAN 0001. La comparación de pesos entre RECLAN 0111 Y RECLAN 9801 muestra disminuciones de pesos en el presente Crucero con diferencias de entre 5 a 11%. Las comparaciones a través de la estimación con métodos no lineales muestra también una disminución de los pesos de anchoveta en el presente Crucero, respecto de RECLAN 0012, RECLAN 0001 y RECLAN 9811, con diferencias que van desde 1 a 9 %, 7 a 14 % y 5 a 6 %, respectivamente (Tabla 8).



3.8 Análisis de covarianza y comparaciones de regresiones por zona de pesca para anchoveta.

Se realizó un análisis de covarianza con la finalidad de determinar igualdad de regresiones por zona de pesca a través de las pendientes, se rechazó la hipótesis de igualdad de regresiones (Tabla 10), por lo tanto se realizó un test Tukey (a nivel de significancia de 0,05) para pendientes y buscar que pares de pendientes eran iguales y cuales diferentes. Los resultados muestran igualdad de pendientes entre los pares Arica-Iquique, Arica-Antofagasta y desigualdad entre el par Iquique-Antofagasta (Tabla 11). A continuación, se trabajó con los interceptos de las regresiones y se rechazó la hipótesis de igualdad entre ellas (Tabla 12), entonces se verifica mediante un test Tukey con un 95% de confianza los pares distintos. Los resultados muestran que los pares Arica-Antofagasta e Iquique-Antofagasta son distintos y sólo el par Arica-Iquique son iguales (Tabla 13), permitiendo representar ambas zonas en una regresión común (Tabla 14). Es necesario destacar que las diferencias registradas entre las zonas Iquique – Antofagasta son sólo del orden del 4%, por lo que es posible esperar una igualdad entre ambas; hipótesis que se rechaza debido a la sensibilidad del test aplicado.



4. Items alimentarios de la anchoveta

4.1 Características del material examinado

En el área de estudio se realizó un total de 57 lances de pesca para las zonas consideradas, sumando un total de 1.630 anchovetas, correspondientes a 131 ejemplares menores a 80 mm de longitud total, 1.041 entre 80 y 120 mm y 458 mayores a 120 mm (Tabla 15)

De acuerdo al protocolo de muestreo para análisis de contenido estomacal, se seleccionaron ejemplares por zona de pesca y lances para cumplir con los tamaños muestrales y se ratificaron las tallas (longitud total) de los mismos en el laboratorio.

Finalmente, la muestra para el estudio estuvo conformada por 263 especímenes (Tabla 16), correspondientes a 83 < a 80 mm (31,56%), 93 al rango 80 – 120 mm (35,36%) y 87 > a 120 mm (33,08%). Representando 180 ejemplares indeterminados, 46 machos y 37 hembras.

4.2 Hábito trófico de la especie

El análisis global de contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en aguas del norte de Chile reveló una conducta planctófaga, con predominancia del componente zooplanctónico en su dieta. Además, la especie se caracteriza por un amplio espectro trófico, tanto en fitoplancton como en zooplancton.

4.2.1 Componente zooplanctónico de la dieta

El componente zooplanctónico de la dieta de *Engraulis ringens* estuvo conformado por 33 unidades taxonómicas del holoplancton y 18 de meroplancton (Tabla 17).



El holoplancton a nivel de grupos mayores está representado por Hidromedusae, Ostracoda, Cladocera (Polyphemidae), Amphipoda (Gammaridea, Hiperidea) Isopoda, Copepoda, Euphausiacea, Appendicularia y Chaetognatha. Copepoda es el grupo más importante en la dieta, representada por Calanoideos, Cyclopoideos y Harpacticoideos, sumando 22 especies, más estadios de copepoditos.

El meroplancton estuvo conformado esencialmente por estadios larvales de grupos bentónicos: Briozoa, Polychaeta, Mollusca, Crustácea, y por huevos de peces Teleosteos, entre ellos huevos de anchoveta y sardina.

4.2.2 Ocurrencia de los taxa de presa zooplanctónicos

Considerando la ocurrencia de los taxa (Tabla 18) en el total de estómagos analizados (263), y su valorización de acuerdo a Pallares y Hall (1974), 41 taxa clasifican como raros, 5 comunes, 2 frecuentes y 2 muy frecuentes; como unidad constante se observa a Copépodos calanoideos indeterminados; los cuales por su estado de digestión no pueden ser determinados, pero que deben corresponder a las especies de mayor ocurrencia en el contenido digestivo de cada ejemplar examinado.

Los taxa de mayor recurrencia están representados principalmente por las especies de Copepoda dominantes en el ecosistema pelágico del norte de Chile, entre las que destacan los Calanoideos *Paracalanus parvus*, *Centropages brachiatus*, *Acartia tonsa* y *Calanus chilensis* y los Cyclopoideos *Oncaea sp.* y *Corycaeus sp.* (Tabla 19).

4.2.3 Componentes tróficos zooplanctónicos principales de la dieta de *Engraulis ringens*

En el total de estómagos analizados (263) se registró un total de 44.994 presas zooplanctónicas, correspondiendo el 9,02% a meroplancton y 90,98% al



holoplancton, sumando Copepoda el 89,36% del total de organismos presa. La contribución numérica porcentual de los taxa de presa zooplanctónicos se enseña en la Tabla 18.

Del total de taxa (51), el 96,42% de los especímenes registrados estuvo representado en 7 especies de Copepoda, Euphausiacea y en Huevos de anchoveta (Tabla 20). Los taxa restantes enseñaron una contribución porcentual inferior al 1%.

Las especies de Copepoda de mayor presencia cualitativa y cuantitativa en los estómagos de *Engraulis ringens*, son de igual modo las especies de mayor constancia y dominancia en el mesozooplankton epipelágico en aguas del norte de Chile. De igual modo, la presencia de huevos de la especie en sus contenidos estomacales denota el canibalismo por huevos en *Engraulis ringens*.

4.2.4 Análisis trófico espacial de la dieta zooplanctónica de *Engraulis ringens*

La riqueza de taxa de presa varió entre las zonas de estudio consideradas, desde un mínimo de 7 en Punta Lobos, a un máximo de 42, en Mejillones (Tabla 21), de igual modo el número de presas fluctuó entre 106 en Punta Lobos y 22.686 en Arica. La menor riqueza y abundancia de presa se explica en función del tamaño de la muestra analizada en la zona de Punta Lobos.

Al comparar la frecuencia de ocurrencia de los taxa de presa por zona (Tabla 22) se advierte en general el mismo ordenamiento de los taxa en las categoría superiores de ocurrencia, vale decir de frecuentes a constantes (Tabla 23).



4.2.5 Componentes tróficos principales de la dieta zooplanctónica por zona

Los taxa de presa fueron ordenados de acuerdo a la contribución numérica en las categorías de Invertebrados, Copepoda, Euphausidae, Appendicularia, Chaetognatha, Larvas de invertebrados, Huevos de anchoveta y Huevos de Teleosteos (Fig. 53). En general la composición de la dieta zooplanctónica de *Engraulis ringens* revela que estaría consumiendo el alimento en relación a la disponibilidad ambiental del mismo.

Copepoda fue el taxon dominante en todas las zonas de estudio con contribuciones porcentuales en el rango 35,85% (Punta Lobos) a 97,88% (Mejillones). El mínimo de Copepoda es coincidente con el mayor aporte de huevos de anchoveta en los contenidos estomacales en la zona de Punta Lobos (63,21%).

El segundo ítem importante en la dieta está definido por juveniles de Euphausidos con aportes en el rango 0,03% (Arica) a 19,43% (Tocopilla).

Huevos de anchoveta constituyen un ítem normal, fluctuando entre 0,01% a 63,21% del total de taxa de presa, observados en Mejillones y Punta Lobos, respectivamente.

Larvas de invertebrados de gran significancia en el plancton de la zona costera, se observaron entre 0,22% (Arica) a 10,72% (Antofagasta).

Appendicularias de carácter normal en la dieta de la especie enseñan aportes que pueden alcanzar máximos del orden del 3,5% (Antofagasta). Por su parte, Chaetognathos tienen bajos aportes a la dieta de la especie (0,15%).

Los taxa restantes de invertebrados y de huevos de peces, si bien pueden representar una gran diversidad, tienen bajos aportes.



El exámen por localidad de la copepodofauna revela que en general, las especies más importantes son *Paracalanus parvus*, *Centropages brachiatus*, *Acartia tonsa*, *Calanus chilensis*, *Oncaea sp.* y *Corycaeus sp.* La fracción de copepodos calanoideos indeterminada debe corresponder en cada caso a las especies más abundantes, que por razones de digestión no pudieron ser adscritas a un taxon específico.

4.2.6 Análisis comparativo entre localidades en la dieta zooplanctónica

Mediante análisis de similitud se reconocen 2 agrupaciones (Fig. 54). La anchoveta exhibió gran similitud en sus contenidos estomacales en Iquique – Tocopilla (72,0%) y Pisagua – Antofagasta (68,8%), la dieta de Mejillones se asemeja más a la del segundo grupo (63,4%), mientras que el alimento consumido en Arica, si bien se asocia a dicho conjunto su similitud es baja (56,3%). Por su parte, Punta Lobos (out group) es diferente en términos alimentarios.

La diferenciación de Arica se explica por los aportes de *Paracalanus parvus* (51,64%) y de Huevos de anchoveta (14,22%) y Punta Lobos por Huevos de anchoveta (63,21%).

4.2.7 Diversidad trófica zooplanctónica por zonas de estudio

La diversidad trófica por zonas fue evaluada en forma global para el total de unidades taxonómicas, asumiendo que cada componente larvario corresponde a una especie, y en segundo lugar se calculó la diversidad trófica específica para Copepoda el componente trófico principal, sin considerar la fracción de Calanoidea indeterminada y estadios de copepodito.



Globalmente, la diversidad trófica de *Engraulis ringens* fluctuó entre 1,710 bits/ind (Punta Lobos) y 3,036 bits/ind (Iquique) para un espectro de 51 unidades taxonómicas (Tabla 24). En el caso de Copepoda la diversidad se observa en el rango de 1,475 bits/ind (Arica) a 2,614 bits/ind (Tocopilla) para un total de 21 especies. No observándose comportamiento latitudinal alguno en términos de diversidad trófica.

4.2.8 Efecto distancia a la costa y tiempo del lance

Los lances de pesca para el material examinado fueron realizados en el rango de distancias de la costa de 1,2 mn (Arica; lance 7 y Antofagasta; lance 56) y 9,5 mn (Arica; lance 9), no encontrándose relación de la distancia con el número de taxa de presa, número de presas ni diversidad (Figs. 55 y 56).

De igual modo, se examinó la hora de inicio del lance con el número de presas y diversidad trófica en los contenidos estomacales, no observándose relación alguna (Fig. 57).

Dado que el peso de los contenidos estomacales puede ser mejor descriptor de la actividad trófica en función horaria se evaluó el comportamiento de dicha variable, no registrándose un patrón definido de actividad trófica (Fig. 58). La variabilidad en el peso medio de los contenidos estomacales en las horas noche, respecto de la observada en horas día no se puede asociar a un comportamiento trófico, sino a un problema de número de estómagos en función de la hora del muestreo (Tabla 16).

4.2.9 Análisis comparativo por clase de talla en la dieta zooplanctónica

Las clases de tamaño de anchoveta acceden a la misma oferta ambiental de alimento, siendo similares en su comportamiento trófico a nivel de grupos mayores de taxa de presa (Fig. 59). En todas las clases examinadas Copepoda es el grupo trófico dominante con aportes en el orden de 89% a 91% del total de taxa de presas.



El análisis comparativo de las tres clases de tallas consideradas, sobre la base de la contribución porcentual de los taxa de presa por especie (Tabla 25), enseñó una mayor asociación entre las clase <80 mm y 80 – 120 mm de longitud total, al enseñar una similitud del orden del 62,2%; mientras que los ejemplares mayores a 120 mm presentan una similitud con el conjunto anterior sólo de 48% (Fig. 60).

La diferenciación trófica por clase de talla en anchoveta estaría determinada por los aportes diferenciales de *Calanus chilensis*, *Paracalanus parvus*, *Centropages brachiatus*, *Acartia tonsa*, *Oncaea sp.*, *Corycaeus sp.*, Euphausidae (Fig. 61).

La diversidad trófica del componente zooplanctónico por clase de talla fue de 2,333 bits/ind (< 80 mm), 3,088 bits/ind (80 – 120 mm) y de 2,968 bits/ind (> 120 mm). La menor diversidad está determinada por la predación sobre *Paracalanus parvus*, quien comprendió el 48,22% de los taxa de presa en los prerreclutas.

4.3 Componente fitoplanctónico de la dieta

El componente fitoplanctónico de la dieta de *Engraulis ringens* estuvo conformado por 46 unidades taxonómicas. En estas, 32 correspondieron a Bacillariophyta (23 Biddulphiales y 9 Bacillariales), 12 a Dinophyta (10 Peridinales y 2 Dinophysiales) y 2 a Chrisophyta (Dictyotales) (Tabla 26).

En general, las especies determinadas son típicas de zonas costeras de surgencia, predominando ostensiblemente las algas Biddulphiales formadoras de cadenas o agrupaciones mucilaginosas por sobre todos los otros grupos del fitoplancton observado.



4.3.1 Ocurrencia de los taxa de presa fitoplanctónicos

Al considerar la ocurrencia de los taxa (Tabla 27) en relación al total de estómagos analizados (263), y su valorización de acuerdo a Pallarés y Hall (1974), 43 taxa se clasifican como raros, 2 comunes y 1 como muy frecuente. Los taxa más importantes fueron *Rhizosolenia imbricata* (23,57%), *Proboscia alata* (34,98%) y *Coscinodiscus* sp. (64,26%), respectivamente.

Los taxa de mayor recurrencia están representados principalmente por las especies de Diatomeas predominantes en el ecosistema pelágico del norte de Chile (Tabla 28).

4.3.2 Componentes tróficos fitoplanctónicos principales de la dieta de *Engraulis ringens*

En el total de estómagos analizados (263) se registró un total de 49.312 presas fitoplanctónicas, correspondiendo el 96,94% a diatomeas, 2,91% a Dinoflagelados y 0,15% a silicoflagelados. La contribución numérica porcentual de los taxa de presa fitoplanctónicos se muestran en la Tabla 27.

Las algas Biddulphiales aportan el 50% del total de fitoplancton registrado en los contenidos estomacales, Bacillariales suman 19,56%, dinoflagelados lo hacen en 21,74% (Peridiniales) y 4,35% (Dinophisiales) y Chrisophyta Dictyotales (Silicoflagelados) en 4,35%.

Del total de taxa de presa fitoplanctónicos (46) , 10 especies suman el 91,54% del total de la abundancia numérica. Las especies correspondientes se enseñan en la Tabla 29.



4.3.3 Análisis trófico espacial de la dieta fitoplanctónica de *Engraulis ringens*

La riqueza de taxa presa fitoplanctónico varió entre las zonas de estudio consideradas, desde un mínimo de 7 en Punta Lobos a un máximo de 33 en Mejillones (Tabla 30). De igual modo, el número de presas fluctuó entre 426 en Tocopilla y 35.809 en Arica. La menor riqueza de presas se puede explicar en función del tamaño de la muestra analizada en la zona de Punta Lobos.

Al comparar la frecuencia de ocurrencia de los taxa de presa por zona (Tabla 31) se advierte en general el mismo ordenamiento de los taxa de categorías superiores de ocurrencia (Tabla 32).

4.3.4 Fitoplancton: análisis comparativo entre localidades

La anchoveta en las localidades de Arica, Tocopilla, Punta Lobos, Mejillones y Antofagasta enseña una similitud del orden de 64,8% en la componente fitoplanctónica de sus contenidos estomacales, diferenciándose la localidades de Iquique al asociarse sólo a un 57,2% de similitud, al igual que Pisagua al unirse sólo al 48,7% (Fig. 62).

La diferenciación de Iquique y Pisagua, del resto de las zonas de estudio, se debe a las contribuciones de *Proboscia alata* y *Rhizosolenia imbricata*, respectivamente.

4.3.5 Diversidad trófica fitoplanctónica por zonas de estudio

La diversidad trófica por zonas fluctuó entre 1,622 bits/ind en Arica a 3,755 bits/ind en Pisagua (Tabla 33). La menor diversidad no está asociada a la menor riqueza de taxa de presa, sino que a la dominancia de *Thalassiosira subtilis* en los contenidos estomacales de la anchoveta en la zona de Arica (Fig. 62).



La mayor diversidad trófica observada en Pisagua es comparable a la registrada en Mejillones, donde el número de taxa de presa si bien es mayor los valores de diversidad están determinados por la menor dominancia de los taxa de presa más abundantes, *Rhizosolenia imbricata* y *Chaetoceros peruvianus*, respectivamente.

4.3.6 Fitoplancton: análisis comparativo por clase de talla

Al igual que en la componente zooplanctónica, las clases de tamaño de anchoveta acceden a la misma oferta ambiental, siendo similares en su comportamiento trófico a nivel de grupos mayores de taxa de presa. La contribución porcentual de Diatomeas fue observada entre 95,8% y 97%; en el caso de Dinoflagelados fue de 2,5% a 3,6%, mientras que los Silicoflagelados se registraron en el rango de 0,02% a 0,6%.

El análisis comparativo de las tres clases de talla consideradas, sobre la base de la contribución porcentual de los taxa de presa por especie (Tabla 34), enseñó una mayor asociación entre las clase 80 – 120 mm y mayores a 120 mm, al exhibir una similitud del 63,7%, mientras que los ejemplares menores a 80 mm se unen al grupo anterior sólo a un 45% de similitud (Fig. 63).

La diferenciación trófica de la clase de talla menor está determinada por las abundancias de *Coscinodiscus sp.*, *Biddulphia longicruris* y *Thalassionema nitzchioides* (Fig. 64). No obstante ello, se advierte que *Thalassionema nitzchioides* está asociada sólo a dos ejemplares del total de la clase examinada (83), de igual modo *Biddulphia longicruris* se observó sólo en 11 estómagos y *Conscinodiscus sp* se registró en 46 contenidos.

De acuerdo a ello, la conformación de dos grupos, menores a 80 mm y mayores a dicha talla, sería de carácter artificial, en cuanto a la componente fitoplanctónica se refiere.



La diversidad trófica por clase de talla fue de 3,916 bits/ind (< 80 mm), 3,680 bits/ind (80 – 120 mm) y de 2,106 bits/ind (> 120 mm); el menor valor de diversidad está definido por el dominio de *Thalassiosira subtilis* y *Detonula pumila*, observadas principalmente para dicha clase de talla en el área de Arica, correspondiendo su abundancia a oferta ambiental.

4.3.7 Consideración global del análisis trófico por clase de talla

Al comparar el número de taxa de presas y presas por clase de tamaño para las componentes fito y zooplanctónicas (Tabla 35) se desprende que la componente zooplanctónica prima sobre el fitoplancton en la dieta de la anchoveta. En efecto, las diferencias entre los componentes se establecen en función de su tamaño, siendo los copépodos el grupo dominante varios órdenes de magnitud mayor respecto del cualquier elemento del fitoplancton.

5. Estimación del reclutamiento en peso y número de la anchoveta. Periodo 2001-2002 (Objetivo específico B.1)

5.1 Relación día y noche de la prospección acústica

Las réplicas diurnas de la prospección nocturna del B/I “Abate Molina” permiten confirmar el desplazamiento hacia el oeste de la anchoveta (Fig. 65) en la noche, el que llega hasta la 8 mn, apreciándose que durante la noche se registra una distribución de mayor cobertura longitudinal, a diferencia de la situación diurna que tiende a aumentar la concentración en áreas más costeras. El factor Noche/ día varía entre 2 y 4 veces superior para la prospección nocturna, particularmente entre las 2 y 5 mn de la costa (Fig. 66). En sectores costeros y debido a la concentración de la anchoveta, los registros diurnos son superiores.



El análisis por grado de latitud (Fig. 67) indica que la concentración de la anchoveta en sectores costeros fue más evidente en las zonas 18 a 19° y entre los 22 y 23°, mientras que en los sectores 20°-21° y 23°-24° el registro costero nocturno sugiere la permanencia de agregaciones en áreas inferiores a 1 mn. Esta situación se explica por el mayor acercamiento a la costa del “Abate Molina” durante la noche en aquellos sectores, particularmente en 20°- 21° en que el límite oriental de la prospección llegó hasta las 0,4 mn, mientras que en el día se navegó en distancias de 0,6 mn, levemente mayores a las anteriores. El sector 23° a 24° debe considerar el efecto de las bahías de Mejillones y Antofagasta que dadas sus características influyen en la relación de la anchoveta para reducir el desplazamiento hacia el oeste.

5.2 Estratificación de las estructuras de tallas de anchoveta

Las estructuras de tallas de anchoveta determinadas en los lances de pesca se agruparon en 8 estratos que a simple vista presentaron homogeneidad, los límites latitudinales de las subzonas se entregan en la Tabla 36, definiéndose estructuras de tallas representativas de la subzona (Fig. 68). Este procedimiento fue aplicado para la estimación de la biomasa y abundancia por cada subzona.

La significancia de la agrupación se realizó mediante el método Dócima de Homogeneidad Generalizada (DHG), que testea mediante el chi-cuadrado las distintas estructuras de tallas. En este caso, las comparaciones de las estructuras de tallas se hicieron entre las subzonas respecto al total y de cada lance de pesca respecto a la definida para la subzona.

La Tabla 37 entrega los resultados de la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG), para estructura de tallas de anchoveta por zonas de pesca. En ella se puede apreciar que en general las zonas aprueban la hipótesis de igualdad para la mayoría de los lances que los componen. Así, en las zonas 4 y 6, el porcentaje de aprobación alcanza al 100 % y siendo las zonas 5 y 8 las que sólo llegan a un 50% de aprobación.



En las zonas 1, 2, 3 y 7 los porcentajes de aprobación están por sobre el 60 % de los lances. Cabe destacar que en la zona 3, los lances 13 y 14 están en el umbral de aprobación, puesto que sus X^2 calculados están muy próximos al X^2 crítico de 24 (25.84 y 25.69, respectivamente).

5.3 Calibración del sistema acústico

5.3.1 Calibración hidroacústica

La calibración hidroacústica del ecosonda científico Simrad EK-500 se realizó en Valparaíso antes del crucero. Para la calibración se utilizó una esfera de cobre de 60 mm de diámetro diseñada para la frecuencia de 38 KHz.

Los resultados de la calibración en la frecuencia de 38 khz, frecuencia de trabajo en la prospección (Tabla 38), indican un adecuado funcionamiento del sistema acústico con variaciones inferiores a $\pm 0,4$ dB respecto a los resultados históricos (Tabla 39).

5.3.2 Calibración *in situ* de la intensidad de blanco (TS) de la anchoveta respecto a su longitud.

En los lances de pesca se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz, utilizándose los pulsos medio (1,0 ms). Los intervalos de clase considerados en los histogramas de los TS y las tallas de anchoveta fueron 0,5 dB y 0,5 cm, respectivamente.

Del total de lances en que se recolectó la información del TS, se seleccionaron 20 en que las capturas estuviesen compuestas en forma mayoritaria por anchoveta rechazándose aquellos TS que evidentemente provinieran de ecos múltiples, finalmente se consideraron 24 pares de datos, dado que en algunos casos la distribución de tallas fue multimodal.



Los TS modales seleccionados según el método del PDF, variaron entre $-55,0$ y -49 dB, mientras que las longitudes totales de anchoveta, pareadas con dichos TS y consideradas en los experimentos fluctuaron entre 7 y 17,5 cm.

En las Fig. 69 a 73 se presentan los histogramas de los TS y de las tallas de las anchovetas utilizadas en el ajuste final de la ecuación de regresión.

Con los datos de TS obtenidos con el pulso medio (1,0 ms) y filtrados según el método del PDF, pareados con las respectivas tallas de anchoveta, se ajustó la ecuación de regresión mediante el método de los mínimos cuadrados (Fig. 74). En la Tabla 40, se presentan los TS_{mo} ajustados con el método del PDF y utilizados en el ajuste de regresión. El análisis de varianza, indica que los datos se ajustaron a la regresión con un 95% de confianza (Tabla 41).

La ecuación obtenida mediante este procedimiento fue:

$$\begin{aligned} TS &= 19,903 \text{ Log } (L) - 73,297 \\ R^2 &= 0,96 \\ N &= 24 \end{aligned}$$

La ecuación estandarizada al modelo general fue:

$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73,40$$



5.4 Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta

El estimado de biomasa de anchoveta se realizó en base a los siguientes factores:

- $TS = 20 \text{ LOG } (L) - 73,40$.
- $PESO = 0,00514317 L^{3,11375244}$

La abundancia total varió entre 39.202,43 y 39.916,41 millones de ejemplares, según el método de estimación utilizado (Tablas 42 a 44), con una diferencia del 1,8% entre los valores mayor y menor. La mayor concentración de la abundancia de anchoveta se presentó en las subzonas 7 y 8 ($23^{\circ} 55,0'S$ a $25^{\circ} 05,0'S$) con alrededor del 50 % del total y sobre el 53% de los juveniles. Las tallas modales se ubicaron en 8, 10 y 17 cm (Fig. 75 y 76). Al incluir la corrección por sesgo de orilla, el resultado para toda la zona de estudio se incrementa en un 1,67%, variando entre 38.545,57 y 39.250,06 millones de ejemplares

La biomasa de anchoveta en toda la zona de estudio, varió entre 312.689,18 y 317.978 t, según el método utilizado, obteniéndose el menor estimado con el método conglomerado y el mayor con Bootstrap (Tablas 45 a 47), registrándose una diferencia del 1,6% entre el valor mayor y menor. La corrección por sesgo de orilla incrementa el valor final en un 3,19%, variando entre 322.977 y 328.349 t, según el método aplicado.

La abundancia de los reclutas varió entre 33.649,23 y 34.286,34 millones de ejemplares, según el método utilizado, concentrándose el 53% en las zonas 7 y 8. La biomasa correspondiente a los reclutas varió entre 174.154,89 y 177.676,57 t, con el 55,8% concentrado en las zonas 7 y 8 (Fig. 75).

El Índice de cobertura de la anchoveta para toda la zona de estudio, que indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie fue de 36,6 % y el índice



de densidad (ID) alcanzó a $244,7 \text{ t/mn}^2$. Los mayores IC se registraron en las subzonas 1 y 7, con 63,8 y 53,8%, respectivamente e ID de 364,4 y $338,3 \text{ t/mn}^2$. Sin embargo el valor más alto de los ID se registró en la subzona 8 ($370,6 \text{ t/mn}^2$) que con un IC relativamente menor de 37,0 % indica que el grado de agregación que presentó fue discreto y menor que en otras ocasiones (Tabla 48).

5.5 Precisión de los estimados de biomasa

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta, incluyendo las varianzas correspondientes a la frecuencia de tallas ponderadas por lance y agrupadas según las zonas estratificadas y de los pesos promedio por talla, así como las varianzas correspondientes al coeficiente de eointegración, variaron entre 0,0309 y 0,084 según el método de estimación utilizado (Tabla 49 a 52), registrándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas (geoestadístico) siendo muy similares para los métodos de los estratos agrupados y Bootstrap, variando entre 0,0582 y 0,0564, el mayor CV se obtuvo con el método Hansen con 0,084. Los errores variaron entre 5,1 y 13,8 %. Es importante señalar que las frecuencias por talla registraron CV entre 0,001 y 0,005, en la Tabla 49 a, se entregan los valores estimados de las varianzas y los correspondientes CV. Las varianzas de los pesos promedio a la talla (\bar{w}_k) y los correspondientes CV se presentan en la Tabla 49 b. En este caso, el CV para el total fue de 0,031, mientras que por zona variaron entre 0,161 y 0,054.

Los CV correspondientes a los estimados de biomasa variaron entre 0,0315 y 0,0726 (Tabla 53 a 56), con errores entre 5,2 y 11,9%.

La fracción reclutas registró CV levemente superiores a los señalados para el total, variando entre 0,0365 y 0,088, siendo los menores CV los alcanzados con el método de las variables regionalizadas (0,0365).



5.6 Abundancia de anchoveta por edad

5.6.1 Elaboración de la clave edad-talla

Para la elaboración de la clave edad-talla se analizó un total de 185 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 6,5 y 19,0 cm de longitud total. En esta matriz, los grupos de edad se distribuyeron entre los grupos de edad **0** y **IV**, pero de éstos los grupos **0** y **I**, que corresponden a la clases anuales 2000 y 1999 respectivamente, están representados en el orden del 71% de la muestra analizada. En la Tabla 57 se presenta la clave edad-talla de anchoveta para la zona de estudio y en la Tabla 58 se entregan las varianzas correspondientes.

5.6.2 Composición en número por grupo de edad.

La clave edad-talla lograda se expandió a la estructura de tallas de las abundancias para los cuatro métodos de estimación aplicados, observándose que la población en estudio se distribuyó entre los grupos **0** y **IV**, sin embargo el grupo de mayor relevancia en número de ejemplares fue el **0** con valores superiores al 83%, mientras que el grupo de edad **I**, fluctuó alrededor del 5%. En las Tablas 59 a 62 se presentan las matrices de abundancia por grupo de edad con las varianzas correspondientes a los cuatro métodos de estimación.

Para establecer la existencia de diferencias significativas en las claves edad-talla de anchoveta determinadas para las zonas de Arica e Iquique, se aplicó una dócima de comparación de dos distribuciones multinomiales, constatando que para los tres grupos de edad principales, no existen diferencias significativas al nivel del 95% de confianza. Los resultados del test se entregan en la Tabla 63.



5.7 Distribución espacial de los recursos

Las especies que se identificaron en los lances de fueron anchoveta (*Engraulis ringens*), medusa jibia, mote o bacaladillo (*Nomanichthys crockeri*), jurel (*Trachurus murphyi*), sardina común, langostino (*Pleuroncodes* sp), calamares, eufaúsidos, agujilla (*Scomberox saurus*), peladilla, merluza común, pejerrey, pampanito y raya.

La anchoveta se distribuyó prácticamente en toda la zona de estudio presentando una distribución eminentemente costera, alcanzando las 10 mn en Arica, Pisagua, caleta Patillo, al sur punta Lobos, en las cercanías de punta Arenas, Mejillones y Antofagasta (Fig. 77).

Los sectores que se destacan por sus niveles de alta densidad son: 1) entre Arica y al norte de punta Argolla (18°40'S) donde se presentan ejemplares adultos y juveniles; 2) desde el sur de punta Camarones (19° 30'S) hasta el sur de Iquique (21°45'S) donde se reportan preferentemente ejemplares juveniles; 3) en las cercanías de punta Arenas, 4) desde el sur de punta Grande 22° 35'S hasta Mejillones y 5) desde punta Tetas 23° 30' S hasta punta Amarilla (24° 00'S).

El índice de Ocupación (IOC) total (cociente entre las cuadrículas con presencia de recurso y las cuadrículas totales) es de 0,603, los IOC por categorías de densidad variaron entre 0,42 para la menor (Presencia) y 0,034 para la alta (Tabla 64). Los reclutas se registraron en el 42,1% de las observaciones, ocupando la categoría menor el 29,2% del área y la mayor el 2%.

En el sentido batimétrico, la anchoveta se distribuyó desde la superficie hasta los 21 m de profundidad (Fig. 78), centrándose la mayoría de las observaciones entre los 7 y 15 mn, asociada a temperaturas entre 13 y 17,4 °C, con el mayor número de agregaciones entre 13 a 15,5 °C; salinidades entre 34,4 a 34,86 psu, agrupado principalmente entre 34,5 y 34,8 psu y oxígeno disuelto desde el mínimo hasta 2,5 ml/l.



5.8 Distribución espacial de anchoveta y las condiciones bio-oceanográficas

Las distribuciones espaciales de las variables temperatura y salinidad superficial y a 11 m. de profundidad se presentan en la Fig. 79, la variable clorofila "a" integrada hasta 25 m se muestra en la Fig. 80.

5.8.1 En relación con la temperatura

A. Superficial

La imagen de temperatura superficial del mar (TSM), muestra que en el área, ésta varió entre 13° C y 21° C, rango que en su límite superior es menor en un grado que lo mostrado en diciembre de 2000 (Fig. 79) (Castillo *et al.*, 2001). La anchoveta, tanto total como reclutas se distribuyó entre los 14° C y 20° C, con máximos entre 16° C y 18° C (Figs 81 y 82).

La señal latitudinal de la temperatura en las franjas de 0 a 2 mn, 2 a 4 mn y 4 a 6 mn de costa, muestra una leve tendencia de incremento hacia el oeste y hacia el sur, especialmente al sur de los 23°, observándose claramente los valles provocados por las aguas más frías asociados a sectores de surgencia en los sectores 18,6-18,9°S; 20,3-20,8°S; 21,9-22,4°S; 23,2-23,3°S y 23,9°S y la intrusión de aguas más cálidas. La información acústica de anchoveta total y reclutas, muestra claramente la característica de distribución en focos, registrándose las mayores concentraciones entre las 2 y 6 mn de costa, con la excepción de la zona localizada al norte del paralelo 21,9°S, localizándose en sectores en que la variación latitudinal de la temperatura fue discreta y en las cercanías de los focos de surgencia, (Figs. 83, 84 y 85). Al oeste de las 6 mn de costa, el gradiente latitudinal es menos evidente (Fig. 86), presentando aguas cálidas entre Arica y Caleta Buena (19°51'S), con niveles que alcanzan los 20°C. Para esta franja los niveles de densidad acústica son bastante menores a los encontrados en las franjas más



costeras. Lo anterior sugiere que la anchoveta se localizó preferentemente asociado al sector interno del frente térmico, evitando las mayores inestabilidades registradas dentro de los focos de surgencia.

El sector comprendido entre punta Lobos ($21^{\circ}00'S$) y Norte de Tocopilla ($21^{\circ}55'S$) es interesante de destacar, por cuanto registró ausencia de reclutas coincidiendo con temperaturas relativamente altas en toda la franja analizada.

La señal latitudinal de los gradientes térmicos superficiales longitudinales (Fig.s 87 a 90) muestran que la mayor variación se presentó en la franja 2 a 6 mn, siendo menos intensa en los sectores más costero y oceánicos. En la franja 0 a 2 mn los mayores niveles se encuentran entre Punta Argolla ($18^{\circ}52' S$) y Pisagua aproximadamente ($19^{\circ}35' S$) con valores levemente inferiores a $0,4^{\circ}C/píxel$, mientras que en la franja 2 a 4 mn, las mayores variaciones se registraron entre Iquique y Caleta Chipana ($21^{\circ}18' S$), con valores cercanos a $0,8^{\circ}C/píxel$ y entre Punta Angamos ($23^{\circ}03' S$) y Punta Teta ($23^{\circ} 31' S$), con un gradiente que supera levemente $1^{\circ} C$. En la franja 4 a 6 mn se presentó una alta variabilidad en los gradientes longitudinales con valores máximos de $0,7^{\circ}C/píxel$, reduciéndose a $0,5^{\circ}C/píxel$ al oeste de las 6 mn. En las tres franjas analizadas, la señal de la anchoveta está asociada a los sectores de mínima gradiente térmica

B. 11 m de profundidad

La temperatura de mar a 11 m. de profundidad fluctuó entre $12^{\circ}C$ y $19^{\circ}C$ (Fig. 79). Al igual que la capa superficial, el límite superior de este rango es menor en dos grados de lo presentado durante el crucero de diciembre del 2000 (Castillo *et al.*, 2001).

En general se presentan zonas costeras de bajas temperaturas. Estas zonas son entre Arica y punta Argolla; entre Iquique y punta Lobos; entre punta Lobos y punta Arenas ($21^{\circ}40' S$); punta Grande ($22^{\circ}27' S$), la cual es de poca extensión; bahía Mejillones y bahía Moreno.



La anchoveta se distribuyó entre 12°C y 18°C, tanto reclutas como total, con un rango de máxima presencia entre los 14°C y 15°C (Figs. 81 y 82).

5.8.2 En relación con la salinidad

A. Superficial

La salinidad superficial (Fig. 79), varió entre 34,4 y 35,1 psu, siendo levemente superior a lo reportado durante el crucero de diciembre del 2000, apreciándose una clara tendencia a disminuir hacia el sur de la zona de estudio, registrándose los menores valores al sur de Tocopilla.

En cuanto a la distribución de anchoveta con respecto a esta variable, cabe destacar que la distribución total y de reclutas se encuentran entre 34,4 y 35,0 psu, con un máximo en 34,8 psu (Fig. 81 y 82). Este rango es más amplio que el reportado en el crucero de diciembre del 2000, donde la anchoveta se presentó hasta una salinidad de 34,8 psu (Castillo *et al.*, 2001).

La señal de la salinidad (Figs 83 a 86), permite apreciar claramente el gradiente latitudinal presentado por esta variable, destacándose tres sectores, el primero entre el límite norte de la zona de estudio y el sur de Pisagua (19° 42'S), caracterizado por salinidades entre 34,85 y 34,7 psu; el segundo ubicado entre Iquique y el río Loa, en que se aprecia una mayor homogeneidad con valores centrados en torno a los 34,85 psu y el tercero localizado al sur del río Loa en que se presenta un quiebre en la salinidad fluctuando entre 34,5 y 34,65 psu.

Al contrastar la señal latitudinal de anchoveta de reclutas y total con la salinidad, no se aprecian relaciones evidentes, mostrando similares valores de Sa a diferentes valores de esta variable oceanográfica (Fig. 86).



La señal altitudinal de la gradiente longitudinal de salinidad (Fig. 87 a 90) se caracteriza por una alta variabilidad con mayores fluctuaciones en la franja costera (costa a 2 mn) pero con gradientes que aumentaron hacia la franja más oceánica, alcanzando $<0,03$ psu/píxel al oeste de las 6 mn, sugiriendo que el muestreo se realizó en el sector del frente halino longitudinal.

La anchoveta, tanto total como reclutas tendió a localizarse principalmente en sectores donde la gradiente longitudinal fue menor (Figs 87 a 90), situación que fue más evidente en la franja costera (0-2 mn) y al oeste de las 4 mn de costa.

B. 11 m de profundidad

La salinidad en la capa de los 11 m. de profundidad fluctuó entre los 34,2 y los 34,9 psu, siendo su patrón similar a la capa superficial (Fig. 79), con valores mayores en la zona norte, con una intrusión de aguas más salinas (34,7 a 34,8 psu), en una franja costera hasta la altura de punta Arenas ($21^{\circ}40'S$), disminuyendo a valores $<34,6$ psu hacia el sur, con la excepción de la zona oceánica entre punta Angamos ($23^{\circ}05'S$) y punta Tetas ($23^{\circ}30'S$), donde se aprecia una intrusión de aguas de hasta 34,8 psu.

En cuanto a la distribución del total de anchoveta en esta capa, se puede decir que se encuentra en un rango entre 34,3 a 34,7 psu, con máximos en 34,4 a 34,6 psu (Fig. 81). Los reclutas sin embargo, se desplazan un poco hacia niveles más salinos, con rangos entre 34,4 a 34,8 psu, y máximos en 34,6 y 34,7 psu (Fig. 82).

5.8.3 En relación con la clorofila “a” integrada hasta 25 m.

La imagen de clorofila “a” integrada (Fig. 80), permite detectar la presencia de 5 focos de concentración costeros, de los cuales 3 muestran una mayor cobertura espacial y con altos niveles: el primero, ubicado al sur de Arica hasta punta Argolla



(18° 45'S), con niveles entre 75 a 90 mg/m²; el segundo foco está ubicado entre punta Patache (20° 45'S) y punta de Lobos (21° 00'S) con niveles que superan los 90 mg/m²; y el tercero que presenta las mayores concentraciones y cobertura espacial ubicado desde punta de Lobos hasta punta Arenas, con niveles >120 mg/m². Los dos focos menores se ubican al norte de Pisagua y en caleta Buena (19°52' S), con niveles que no superan los 90 y 75 mg/m², respectivamente.

La anchoveta tanto para reclutas como el total (Figs 81 y 82), se ubicó entre 15 y valores mayores a 105 mg/m², concentrándose entre las categorías 30 a 75 mg/m².

Las señales latitudinales de esta variable (Figs. 83 a 86), indican claramente los tres focos de mayores niveles, estando el principal asociado al río Loa, el que se mantiene en términos de importancia en las cuatro franjas costeras. La señal de anchoveta total y reclutas estuvo asociada claramente a los sectores de mayor concentración de clorofila en integrada en todas las franjas analizadas.

La señal latitudinal de los gradientes longitudinales de clorofila integrada permite destacar la alta variabilidad de la variable en el sentido longitudinal, presentada en los focos, destacándose la mayor variabilidad registrada en las franjas 2 a 6 mn con niveles que superan los 12 mg/m² /pixel, mientras que entre la costa y las 2 mn esta gradiente fue inferior alcanzando hasta los 7 mg/m² /pixel. (Figs 87 a 90). La anchoveta, al igual que en las otras variables tendió a ubicarse en sectores con gradientes someras a bajas, con la excepción del sector ubicado en las cercanías del río Loa, en que se registró el foco más importante y en que se aprecia la presencia de una alta concentración de anchoveta adulta (Fig. 87).



5.8.4 En relación con el oxígeno

A. Superficial

La imagen superficial de oxígeno disuelto (Fig. 80), nos muestra que se presentaron rangos entre 3 y 9 ml/l, con predominancia de los niveles de 5 y 6 ml/l, lo que es superior en niveles a lo reportado durante el crucero de diciembre del año 2000.

En cuanto a la distribución de anchoveta con respecto a esta variable, cabe destacar que la distribución total y de reclutas se encuentran entre 4 y 9, con un máximo entre 6 y 7 ml/l (Fig. 81 y 82). Este rango es más amplio que el reportado en el crucero de diciembre del 2000, donde la anchoveta se presentó en un estrecho rango (1 y 4 ml/l)(Castillo *et al.*, 2001).

B. A 11 m de profundidad

El oxígeno en la capa de los 11 m de profundidad fluctuó entre 1 y 7 ml/l (Fig. 79), siendo las zonas de menores registros entre Arica y Punta Argolla y la zona entre Iquique y Punta Lobos, con registros menores a 1 ml/l.

En cuanto a la distribución del total de anchoveta en esta capa, se puede decir que se encuentra en el rango completo encontrado (entre 1 y 7 ml/l), con máximos en 4 ml/l (Fig.s 81 y 82).

5.8.5 Asociaciones espaciales entre la distribución de reclutas y total de anchoveta y las condiciones bio-oceanográficas

La distribución horizontal superficial y a 11 m de las variables ambientales TSM, salinidad y clorofila "a" integrada se asociaron moderadamente con la anchoveta (Icr: $0,51 \geq 0,54$) (Tabla 65), siendo la variable salinidad la que mejor se relaciona con la distribución de anchoveta.



El análisis por zona, permite visualizar una mejor asociación espacial que para el total de la zona, con Coeficientes de Cramer por zonas (Tabla 66) entre 0,50 a 0,81, destacando las altas asociaciones registradas en las zonas 1, 2, 4, 5, 7 y 8, en las que las variables que mejor se asociaron con el total de anchoveta fueron la salinidad (superficial y a 11 m), seguido por la temperatura a 11 m. La clorofila integrada tuvo una alta asociación espacial con la anchoveta sólo en las zonas 7 y 8. Los reclutas de anchoveta también tuvieron una alta asociación espacial con las variables oceanográficas consideradas en las zonas 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 8, destacando las variables salinidad a nivel de superficie y a 11 m y la temperatura a 11 m, con la excepción de la zona 1 en que la temperatura superficial registró una alta asociación con la temperatura superficial. La clorofila integrada tuvo una alta asociación con los reclutas de anchoveta en las zonas 1, 4, 6, 7 y 8, con coeficientes de Cramer $>0,65$.

5.9 Distribución espacial de la anchoveta en los cruceros de primavera-verano (período 1996 – 2000)

En el período 1996 a 2001 se han efectuado 7 cruceros para cuantificar hidroacústicamente la anchoveta en el pic de reclutamiento. En la Fig. 91 se presentan las cartografías de las distribuciones de adultos y juveniles de anchoveta clasificado por categoría de densidad. En la Tabla 67 se observa que en los cruceros 9601 y 0012 realizados en enero de 1996 y diciembre del 2000 respectivamente, la anchoveta presentó las mayores superficies alcanzando a 4.500 y 4.448 mn². Cabe destacar que el crucero efectuado en diciembre del 2001 (0111), presentó un área de presencia de anchoveta de 4.058 mn², siendo el tercero de la serie en importancia de cobertura. Mientras tanto, el crucero 0001, efectuado en enero del año 2000, la anchoveta presentó el área de distribución más reducida del período alcanzando sólo 2.218 mn².



En los primeros cuatro cruceros (9601, 9611, 9801 y 9811) las superficies (Tabla 3) en que se distribuía la anchoveta recluta era superior a la que se encontró en los cruceros posteriores (0001 y 0012). Pareciera ser que la tendencia es que en más del 50% del área donde se encuentra la anchoveta comparten los espacios los reclutas y los adultos. Una excepción a lo anterior, la presenta el crucero 0001, realizado en enero del año 2000, donde en el 87% del área se presentaron sólo ejemplares adultos. Cabe hacer notar que en ese crucero la anchoveta se encontraba más agregada ocupando una menor superficie (Tabla 67) y una mayor participación de ESDU de alta densidad (Fig. 91). El crucero 0111 muestra una recuperación de cobertura de reclutas y una mayor proporción de zonas donde sólo había adultos (>56% del área total).

Para intentar detectar un patrón de comportamiento de los reclutas de anchoveta y los adultos se estimaron los centros de gravedad de la distribución espacial por cada grupo y por crucero (Fig. 92). Se puede observar que en los cruceros 9601, 9611, 0001 y 0012 los reclutas tienden a ubicarse más al norte que los adultos.

El patrón de comportamiento antes señalado no se presenta en los cruceros 9801 y 9811, donde el área se ve afectada por la finalización del evento de El Niño y el inicio del fenómeno de La Niña, en la temporada donde se efectuó el crucero se presentaron condiciones oceanográficas frías, tanto los adultos como los reclutas de anchoveta reaccionaron a dichas condiciones ambientales localizándose más al norte del área de estudio. El centro de gravedad de reclutas de anchoveta obtenido para el crucero 0111 se ubicó en una zona donde no se encontraron reclutas (Fig.s 91 y 92), situación que se debe a un equilibrio espacial en las distribuciones de anchoveta en los dos extremos de la zona de estudio.

En cuanto a la posición longitudinal se observa que los adultos no presentan un patrón diferenciado interanual, sin embargo los reclutas cuando se sitúan más al norte (cruceros 9611, 0001 y 0012) presentaron una distribución más costera.



En la Fig. 93 se muestran los rangos de preferencia históricos de la anchoveta a condiciones de temperatura y salinidad superficial. En ella se aprecia que la anchoveta se encuentra en rangos históricos de temperatura entre 13 y 22°C, con preferencia entre 16 y 19° C. Sin embargo en los cruceros 9801 y 0001 ocurren desviaciones a dichos márgenes. En enero de 1998 (9801), los rangos de temperatura estaban por sobre lo histórico, con rangos de 20° y 25°C y preferencias sobre 23°C. En enero del año 2000 (0001), los rangos cayeron por debajo los 18° C, con modas entre 14° y 15° C.

Con respecto a la salinidad se aprecia claramente que el patrón general de preferencias está entre 34,4 a 35,1 psu. El crucero 9801 muestra, al igual que para temperatura, los niveles están por sobre lo histórico, con rangos superiores a 35,2 psu y preferencias entre 35,3 a 35,4 psu (Fig. 93).

6. Determinación del sesgo de orilla

La zona de estudio del sesgo de orilla, realizada por la L/P “Choné” se ubicó entre las latitudes 20° 22’S y 22° 00’ S, realizando transectas perpendiculares a la costa separadas por 5 mn cubriendo entre 0,08 y 5 mn de la costa. Las transectas realizadas por la L/P “Choné” correspondieron a réplicas de las ejecutadas por el B/I Abate Molina (Fig. 94). En la Tabla 68 se presentan las posiciones de las transectas realizadas por la L/P “Choné”. En este estudio se priorizó la prospección costera, con navegaciones paralelas a la costa entre transectas con un acercamiento a la costa máximo de 0,08 mn, correspondiente a una profundidad del fondo de 5 m. Es importante mencionar que la prospección del B/I Abate Molina tuvo un acercamiento máximo a la costa de 0,6 mn.

La información espacialmente equivalente obtenidas en las prospecciones del B/I “Abate Molina” y de la L/P “Choné” se agrupó en zonas de 30 minutos de latitud a fin de determinar las aproximaciones a la costa del B/I Abate Molina y comparar los



datos provenientes de las dos embarcaciones en las zonas de coincidencia. En cada subzona, las lecturas acústicas fueron situadas y ordenadas respecto a la distancia de la costa, cada 0,1 mn y luego se agruparon en cuadrículas de 0,5 mn, correspondiente al tamaño de la ESDU, referenciandola a la distancia de la costa.

Los valores de densidad acústica en la zona cubierta por ambas embarcaciones hasta las 4 mn de la costa (Fig. 95) son equivalentes al 95% de confianza. En la Tabla 69 se presenta el ANDEVA que contrasta ambos grupos de datos, indicando que en este sector el factor entre la lancha y el “Abate Molina” fue cercano a 1. En la franja costera, al este de las 0,6 mn se aprecia un importante incremento de la densidad acústica detectada por la embarcación pesquera, situación que fue provocada por un par de registros aislados de alta concentración, uno de ellos localizado a 0,08 mn sobre el fondo a 5 m de profundidad y otro a 0,3 mn de la costa.

De acuerdo a lo anterior, el factor entre las lecturas acústicas de la lancha en la franja costera (<0,6 mn), no cubierta por el “Abate Molina” y el sector oceánico, común a ambas embarcaciones fue de 0,16, por lo que los estimados de biomasa del Abate Molina en las subzona 5 (20° 22,5’S – 20° 52,5’S) y parte de la subzoa 6 (20° 52,5’S – 22° 42,5’S) deben ser incrementados en un 16%.

Entre el 3 y 8 de diciembre del año 2001, periodo de la prospección acústica de la L/P “Choné”, no se realizaron lances de pesca, debido a que las agregaciones detectadas y disponibles para la red de cerco, se encontraron ubicadas en la jurisdicción de la II Región y el permiso de pesca de esta unidad correspondía a la I Región. El 7 de diciembre, se obtuvo una muestra proveniente de la L/P Valencia que realizó un lance de 200 kg en 21° 28’S; 70° 05’W, de la cual se determinó la estructura de tallas de anchoveta. Posteriormente a la prospección acústica y hasta el 21 de diciembre del 2001, se mantuvo a bordo de la L/P “Choné” personal embarcado para realizar muestreos de las capturas y posición de los lances. Las



capturas de la L/P “Choné” en este periodo fueron 9 t, con sólo 3 lances, siendo 2 t de anchoveta capturadas en un solo lance (Tabla 70). Las estructuras de talla de las anchovetas y los resultados de los muestreos biológicos obtenidas en la operación de pesca de investigación de la L/P Choné se presentan en las Fig.96, 97 y 98. De estos resultados se deduce que las anchovetas presentes en la franja costera presentan las mismas estructuras de tallas y condiciones biológicas que las capturadas por el “Abate Molina” con red de media agua en el sector más oceánico.

7. Caracterización y análisis de las agregaciones de anchoveta (Objetivo B.4)

Se procesó y analizó un total de 2.901 agregaciones mediante el programa Sonardata, correspondientes a anchoveta, información extraída de las transectas de prospección acústica y navegaciones orientadas a la búsqueda de cardúmenes. La muestra se separó en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 6 de la mañana y las 20 horas (1.933 detecciones), mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el período restante para completar las 24 horas (968 detecciones).

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

A fin de determinar posibles influencias de la luna en el comportamiento de esta especie, se procedió a separar las observaciones en noches con luna (cuarto creciente a cuarto menguante) y sin luna.



7.1 Resultados análisis componentes principales

7.1.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la Tabla 71, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones diurnas.

A fin de determinar si efectivamente las variables se encuentran correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones (Tabla 72), en donde se encontró una alta correlación entre el perímetro con el largo y el área de las agregaciones, así como la elongación con el largo, perímetro y área de las mismas. El índice de altura como era de esperar presenta una correlación negativa con la profundidad de los agregaciones y positiva (aunque menor) con la profundidad del fondo.

Los valores propios y la proporción de la variabilidad total y acumulada explicada por cada uno de los componentes se entrega en la Tabla 73. En ella se aprecia que los componentes 1, 2, 3 y 4 califican según el criterio de selección de Kaiser (valores propios mayores que el valor propio promedio de todos los componentes), explicando el 89,7% de la variabilidad, siendo el principal el componente 1 el cual explica el 44,3% del total (Fig. 99).

La Tabla 74 entrega los valores de los vectores propios de la matriz de correlación entre las variables originales y los componentes principales, en esta se observa que el perímetro, largo, área y elongación poseen los mayores coeficientes dentro de la primera componente, resultando que éste involucra los descriptores morfométricos de las agregaciones (Fig.100), los valores negativos implican que disminuirá el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables.



El componente 2 se asocia principalmente con las variables batimétricas como son profundidad de agregaciones e índice de altura, el componente 3 se asocia fuertemente con la profundidad del fondo y en menor grado con el índice de altura, mientras que el componente 4 presenta mayor asociación con la dimensión fractal.

Al observar gráficamente la correlación de las variables originales con los dos primeros componentes (Fig.101), se corrobora que el componente 1 se asocia con las variables morfométricas, en las que se aprecia la fuerte correlación positiva entre el perímetro, largo, área y elongación. Mientras que el componente 2 asocia las variables batimétricas apreciándose claramente que la profundidad de agregaciones presenta una correlación negativa con el índice de altura. También se observa que la variable profundidad del fondo no se relaciona con ninguno de estos componentes principales.

Como se nombró anteriormente el uso de los cuatro primeros componentes principales explica el 90% de la variabilidad total, permitiendo desechar la variable altura de agregaciones del total de descriptores para ambiente diurno.

7.1.2 Agregaciones nocturnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la Tabla 75, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones nocturnas.

La Tabla 76 entrega la matriz de correlaciones, en donde se encontró una alta correlación entre el perímetro con el largo, alto y el área de las agregaciones, así como la elongación principalmente asociada con el largo y perímetro. El índice de altura presenta una correlación negativa con la profundidad de los agregaciones y positiva con la profundidad del fondo, siendo mayor en el ultimo caso que en ambiente diurno.



Los valores propios y la proporción de la variabilidad total y acumulada explicada por cada uno de los componentes se entrega en la Tabla 77. En ella se aprecia que los componentes 1, 2 y 3 califican según el criterio de selección de Kaiser, explicando el 75,6% de la variabilidad, siendo el principal el componente 1 el cual explica el 41,5% del total (Fig.102).

La Tabla 78 entrega los valores de los vectores propios de la matriz de correlación entre las variables originales y los componentes principales, en ésta se observa que el perímetro, largo, área y elongación y altura poseen los mayores coeficientes dentro de la primera componente, resultando que éste involucra los descriptores morfométricos de las agregaciones (Fig.103), los valores negativos implican que disminuirá el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables.

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batimétricas como son índice de altura y profundidad de agregaciones, el componente 3 se asocia fuertemente con la profundidad del fondo y profundidad de agregaciones, mientras que el componente 4 al igual que el caso diurno presenta buena correlación con la dimensión fractal.

Al observar gráficamente la correlación de las variables originales con los dos primeros componentes (Fig.104), se corrobora (al igual que en el caso diurno) que el componente 1 se asocia con las variables morfométricas, en las que se aprecia la correlación positiva entre el perímetro, largo, área y elongación. Mientras que el componente 2 asocia principalmente las variables batimétricas, incluyendo en esta oportunidad la dimensión fractal

De acuerdo a lo señalado anteriormente las tres primeras componentes principales explican el 75,6% de la variabilidad total, permitiendo desechar en este caso las variables altura de cardúmenes y dimensión fractal del total de descriptores para ambiente nocturno.



7.2 Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas

7.2.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las Tablas 71 y 75, para el total de detecciones correspondientes a agregaciones diurnas y nocturnas. En éstas se puede apreciar que las agregaciones diurnas presentaron una longitud máxima de 3.052 m con un promedio de 24,4 m, mientras que en la noche el máximo detectado alcanzó una longitud de 8.201 m alcanzando en promedio una longitud de 185,9 metros.

Presentando la misma tendencia anterior, las áreas promedio de las agregaciones detectadas en ambiente nocturno presentaron mayores valores, con un área promedio de 1.025 m², máximo de 128.525 m² y mínimo de 5,8 m², mientras que en el día el área promedio alcanzó los 77 m², máximo de 8.721 m² y un mínimo de 2,0 m². Como se definió anteriormente, el área total se entiende como la sumatoria del área de todos los rectángulos elementales (*Se*) que conforman el cardumen.

Con respecto a la elongación (relación largo/alto de las agregaciones), en ambiente nocturno se detectó un amplio rango que varió desde 0,3 hasta 1.215, mientras que en el día fluctuó entre 0,4 y 540. El valor promedio de elongación fue superior en la noche con un valor de 19,7 mientras que en el día fue de 5,6, reflejando con esto una tendencia nocturna a formas agregaciones más alargadas que durante el día.

La distribución de frecuencia de la elongación para la situación diurna y nocturna presenta modas centradas en 3 y 5 con un 21,9% y 13,7%, respectivamente (Fig.7). En ambos casos se presentó una distribución de frecuencias con los valores altos desplazadas hacia la izquierda de la curva, siendo en el caso diurno más acotado el rango de distribución, centrándose el 76,7% de los casos entre los valores 2 y 6 de elongación, mientras que para el mismo rango en el caso nocturno se encuentra el 50,5 % de las observaciones, con el restante 49,5% distribuido en valores superiores.



La Dimensión fractal, descriptor que representa el grado de cohesión de los peces que conforman el cardumen, alcanzó valores promedio de 1,31 y 1,49 para las agregaciones diurnas y nocturnas respectivamente, reflejando una tendencia general a formar durante el día agregaciones más cohesionadas que durante la noche.

La distribución de frecuencia de la Dimensión fractal diurna fue del tipo unimodal con una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva, con moda similar al promedio centrada en 1,30 (Fig.106a). Los principales valores entre los que se situaron las agregaciones fue entre 1,15 y 1,50 concentrándose el 86,5% de las observaciones en dicho rango.

Para el caso nocturno la moda estuvo centrada en el valor 1,55. La mayor parte de las agregaciones se situaron entre los valores 1,50 y 1,65, concentrándose el 60,5% de las observaciones en dicho rango (Fig.106b). El hecho que el valor promedio se encuentra bajo la moda, se explica debido a que existe un grupo de agregaciones nocturnas (22,0%) que se distribuye entre los valores 1,10 y 1,40.

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

7.2.2 Descriptores batimétricos

Los resultados indican que las agregaciones no presentan diferencias claras en su comportamiento diurno y nocturno. Las agregaciones detectadas durante el período diurno se encontraron en promedio en los 8,5 m de profundidad (con un máximo de 49,7 m), mientras que durante la noche el promedio de profundidad de las agregaciones fue de 8,2 m con un máximo de 32,7 m (Tablas 71 y 75).



La distribuciones de frecuencia de profundidad de las agregaciones diurnas y nocturnas presentaron una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva, con ambas modas centradas en los 8 metros de profundidad, con un 33,0% y 40,7% de las observaciones en el día y la noche, respectivamente (Fig.107).

El descriptor Índice de altura permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar. En ambos casos (diurno y nocturno) se encontró una tendencia marcada de estas especies a mantenerse cerca de la superficie, presentando valores promedio de 91,8% y 92,8% de altura con respecto al fondo para el caso diurno y nocturno, respectivamente.

Las distribuciones de frecuencia de este descriptor son similares para ambos casos con una moda centrada en el valor 95 con un 50,1% de las observaciones en el día y un 57,3% de las observaciones durante la noche (Fig.108). Lo anterior no permite inferir tendencia migratoria alguna en la columna de agua asociada a ambiente diurno o nocturno.

7.3 Resultados agregaciones nocturnas con influencia lunar

A fin de determinar alguna posible influencia de las fases de la luna en el comportamiento y forma de las agregaciones de anchoveta, se procedió a separar las agregaciones en un grupo sometido a influencia lunar (luna de cuarto creciente a cuarto menguante) con 283 observaciones y otro grupo detectado sin influencia lunar con 685 observaciones.

7.3.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las Tablas 79 y 80, para el total de agregaciones nocturnas con luna y sin luna, respectivamente.



En éstas se puede apreciar que las agregaciones nocturnas con luna presentaron una longitud máxima de 5.909 m, con un promedio de 232,8 m, mientras que en las agregaciones sin luna el máximo detectado alcanzó una longitud de 8.201 m, alcanzando en promedio una longitud de 166,6 metros.

Los valores de las áreas promedio de las agregaciones fueron menores en las observaciones en noches con luna, presentando un área promedio de 998 m², máximo de 22.586 m² y mínimo de 5,8 m², mientras que en las noches sin luna el área promedio alcanzó los 1.037 m², máximo de 128.525 m² y un mínimo de 7,7 m².

La mayor área de las agregaciones en noches sin luna, a pesar de presentar menor longitud que en las noches con luna, se explica debido a que estas agregaciones (sin luna) presentan una mayor altura, con un promedio de 7,8 m contra 5,9 m en las noches con luna.

Con respecto a la elongación, en ambiente nocturno con luna se detectó un amplio rango que varió desde 0,8 hasta 1.216 mientras que sin luna fluctuó entre 0,3 y 377,4. El valor promedio de elongación fue superior en noche con luna con un valor de 31,0 mientras que en noche sin luna fue de 15,0.

La distribución de frecuencia de la elongación para la situación nocturna con luna y sin luna presenta modas centradas en 3 y 5 con un 18,0% y 15,6% respectivamente (Fig. 109). Llama la atención el hecho que la curva de distribución de la elongación en noche con luna presente similar moda que en situación diurna, sugiriendo que una fracción de las agregaciones detectadas presentan similar comportamiento en ambos casos.

A pesar que en ambiente nocturno con luna la elongación promedio es mayor que sin luna, el 53,2% de las observaciones se encuentra entre los valores 1 y 5, mientras que para el mismo rango en ambiente sin luna encontramos el 37,6% de



los casos, es decir en noche con luna existe una mayor concentración de agregaciones con menor elongación, aun cuando el hecho de presentar un amplio rango de variabilidad haga aumentar su promedio general.

La Dimensión fractal, alcanzó valores promedio de 1,44 y 1,51 para las agregaciones nocturnas con luna y sin luna, respectivamente, reflejando una tendencia general a formar agregaciones más cohesionadas en noche con luna que sin luna.

Lo anterior se puede observar en los gráficos de frecuencia de distribución de la dimensión fractal para ambos casos (Fig.110), en donde si bien presentan modas relativamente similares, con un valor de 1,50 para noche con luna y de 1,55 para noche sin luna, llama la atención el hecho de que para el caso con luna, y en el sector izquierdo de la curva se presente una tendencia al aumento en los valores de frecuencia, cosa que no se observa para el caso de las agregaciones en noche sin luna. El hecho que el 32,55 de las observaciones en noche con luna se encuentre en el rango entre 1,1 y 1,4 de dimensión fractal, sugiere, como en el caso de la elongación, que existe una fracción de las agregaciones que repite la tendencia diurna.

7.3.2 Descriptores batimétricos

La profundidad promedio de las agregaciones con luna fue de 7,4 m con un rango de variación entre los 4,3 y 27,3m mientras que para las noches sin luna la profundidad promedio alcanzó los 8,6 m variando entre los 4,1 y 32,7 metros.

Las distribuciones de frecuencia de la profundidad de agregaciones entregó similares modas para ambos casos centrada en los 8 m con el 55,1% y 34,7% de la observaciones para el caso con luna y sin luna, respectivamente (Fig.111).



Con respecto al índice de altura, éstos fueron relativamente similares, con un promedio de 92,3 y 93,0 para noche con luna y sin luna, respectivamente, también ambas distribuciones presentan similar moda con valor 95, con el 64% de las observaciones en el primer caso y el 54%, en el segundo caso (Fig.112). Aun cuando las distribuciones de frecuencia son bastantes similares, el aumento en noche sin luna del rango entre 95 y 100 del índice de altura, sugiere una tendencia en este ambiente a ubicarse más lejos del fondo.



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Condiciones hidrográficas de la zona norte durante la primavera del año 2001

Los vientos obtenidos durante la realización del crucero muestran el habitual predominio de direcciones favorable a la surgencia, aunque con intensidades bajas (< 5 m/s), sin embargo la constancia en la componente norte mantiene una surgencia intensa y permanente en la zona (Montecinos, 1991). Los vientos de bitácora indican que la intensidad del viento entre 15 y 17 horas son mayores y más constantes que las registradas entre 0 y 2 horas, indicando con ello una variabilidad diaria en la intensidad de los vientos y también en la turbulencia asociada a ella y que afecta la capa superficial de la columna de agua.

En un sentido latitudinal los vientos medidos en los diferentes horarios no mostraron claramente mayores intensidades en Antofagasta respecto a los vientos de Iquique y Arica como se sugiere en Castillo *et al.*, 1999, sin embargo, la baja cantidad de datos y la falta de simultaneidad de ellos sólo permite una observación y no una conclusión al respecto.

En la zona sur desde Pta Amarilla, el IS presentó valores negativos con valores de hasta -1000 ($m^3/s/1000$ m de costa) lo que significa que el evento registrado, de al menos dos días de duración, no sólo evitó la surgencia costera sino que también pudo transportar agua desde el oeste hacia la costa, siendo este el origen de las anomalías positivas de temperatura en ese sector, sin embargo en salinidad las anomalías se mantuvieron negativas dentro del rango de 0 a $-0,1$ psu.

La delgada capa de mezcla en la zona de estudio (promedio 3 m), corresponde a una situación similar a la encontrada en los dos cruceros RECLAN del año 2000 (Castillo *et al.*, 2000, Castillo *et al.*, 2001). El mínimo de oxígeno se localizó menos profundo en la columna de agua en las áreas con surgencia, situación normal e



indicativa de la participación más intensa de AESS, y los máximos gradientes de la termoclina estuvieron más profundos en estos mismos sectores.

La temperatura superficial muestra la existencia de tres focos principales de surgencia costera, proceso definido como habitual en la zona y que aumenta su intensidad durante el período de verano (Fuenzalida, 1990) y es causa también de la existencia de áreas costeras de menor temperatura. De norte a sur los centros de afloramiento Arica a Pta Argolla, Iquique a Pta. Lobos y Pta. Arenas hasta los 23°30'S son los habitualmente encontrados de la zona, principalmente aquella de Iquique a Pta. Lobos que tuvo valores de hasta -3°C de anomalía térmica superficial en este crucero. Del crucero MOBIO 0112, simultaneo al RECLAN 0111 y que cubrió hasta las 100 mn, se observó que la zona Iquique-Tocopilla fue un foco de surgencia con importante transporte hacia el oeste, originando anomalías de temperatura y salinidad hasta las 70 mn de la costa (Braun *et al.*, 2002a).

En el área de Antofagasta (transecta 64) se detectaron posibles procesos de hundimiento (downwelling) debido al viento norte que se registró durante los días de muestreo, lo que se manifiesta por el hundimiento de las isolíneas de las variables en ese sector, sin embargo la presencia de agua más cálida en la costa puede ser causa también de otros procesos, como remolinos, que acumularon agua de mayor temperatura ($>19^{\circ}\text{C}$) en el sector, proceso que no puede descartarse.

El levantamiento de la isoterma de 15°C en unos 10 m en la estación de 5 mn de la transecta 19 ($19^{\circ}55'\text{S}$) puede ser causa del paso de una onda interna o bien a agua ecuatorial subsuperficial (AESS) ubicada más arriba en la vertical, sin embargo esto último no es mostrado claramente por los datos de oxígeno, por lo tanto el paso de una onda interna es la causa más probable. En las transectas 22, 34 y 70 el hundimiento de la isoterma de 15°C hacia la estación de 1 mn, puede ser efecto de la falta de surgencia que no aporta agua más fría en la costa o bien el paso de una onda interna hacia la costa.



La estrecha franja de muestreo tiene valores de temperatura y salinidad típicos para la época y las anomalías de estas variables se encuentran dentro de los rangos normales ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ y ± 0.2 psu respectivamente). Valores de anomalía térmica más negativos, como -3° en Iquique a Pta Lobos, indican una mayor intensidad de la surgencia, sin embargo en este caso la salinidad en la costa puede aumentar ya que la participación de AESS es más importante, pero producirán anomalías negativas significativas de estas dos variables hacia el sector oceánico, tal como se observa frente a Iquique.

Igual situación de normalidad se encontró en la zona según la información obtenida por el crucero MOBIO 0112 (Braun *et al.*, 2002a), realizado por IFOP entre Arica y Antofagasta en el mes de diciembre del 2001 y que cubrió hasta las 100 mn de la costa. En el informe técnico de MOBIO 0202 (Braun *et al.* 2002b) se puede encontrar información de carácter global y regional actualizada al mes de marzo del año 2002.

Las zonas sin surgencia presentan valores de salinidad altos producto de agua subtropical (AST) que alcanzó la costa, tal como ocurre en las transectas 13 y 34, situación que se observa claramente en las tres transectas paralelas a la costa. El núcleo AESS, con valores mayores a 34,8 psu, se aprecia también claramente en estas tres transectas y se ubicó bajo los 50 m de profundidad centrado en los 150 metros.

Los valores de anomalía de profundidad de la isoterma de 15°C muestran un predominio de valores negativos con sólo dos valores positivos en toda la zona. De lo anterior se desprende que la isoterma de 15°C se encuentra más arriba que el promedio estacional, lo que es producto de la surgencia costera, la que ha levantado las isotermas en toda la estrecha zona de estudio. No obstante lo anterior, y dada la fuerte variabilidad de la zona, el valor de anomalía de profundidad no puede considerarse significativo y sólo responde a los procesos locales. En este sentido se indica que la isoterma de 15° responde notablemente a



los procesos de calentamiento anómalo originados por El Niño, en donde se han presentado en la zona valores de anomalía de +50 y hasta +200 m (hundimientos) por sobre el valor normal (Blanco *et al.*, 2002).

La profundidad de la capa de mezcla depende de la intensidad del viento y del grado de estratificación de la columna de agua. Por lo tanto, la delgada capa de mezcla encontrada responde de acuerdo a lo esperado dadas las bajas intensidades de viento medidas durante el crucero.

Durante la época de verano se presenta en esta zona una termoclina más desarrollada e intensas en comparación con los otros periodos, sin embargo en la zona costera, si bien ésta es intensa, se presentan de menor espesor y menor gradiente promedio que las en el sector oceánico que tiene en superficie aguas más cálidas. La situación encontrada en el crucero se determina como la típica para la época.

La presencia de masa de agua tipo AESS en la zona costera indujo la disminución del OD en la zona superficial, no obstante esto significaría la entrada a la zona eufótica de cantidades considerables de nutrientes inorgánicos los que permitirían el crecimiento exponencial del fitoplancton. Asociada a esta misma situación de afloramiento, la formación de frentes costeros permitió la agregación de cloa, asociándose este aumentó a las mayores tensiones de OD medidas en la zona correspondiente a las transecta 1 a la 37.

El aumento sostenido en las tensiones de OD al sur de la transecta 40 estuvo asociada a una mayor influencia de masas de agua tipo ASAA desde la superficie hasta los 50 m. Afectando en forma significativa la estructura trófica de la columna.

En el plano vertical fue posible observar estratificaciones significativas en las tensiones del OD, presentándose masas de aguas típicas del mínimo de OD en las cercanías de la superficie, situación que estuvo asociada a la ausencia de una capa



de mezcla significativa en la zona. Esta distribución en la capa de mezcla influyó significativamente la distribución batimétrica de recursos pelágicos pequeños con altos requerimientos energéticos.

2. Biomasa fitoplanctónica

La distribución cuali y cuantitativa de la cloa en la zona de muestreo indica que esta se encuentra en niveles de concentración que no eran medidos desde principios de la década de los 90, con valores máximos de hasta 7 $\mu\text{g/L}$, y manteniéndose toda la zona bajo una banda continua de alta concentración, es decir mayor de 1 $\mu\text{g/L}$, desde Arica hasta Tocopilla, más hacia el sur la cloa tendió a disminuir en forma significativa, tanto en el plano superficial como en el vertical, siendo ésta más significativa al sur de Antofagasta, configurando una zona con concentraciones de cloa en la costa propias de agua oceánicas. No obstante se observó algunas desviaciones de esta tendencia, como la provocada por la intrusión de masas de agua mayores de 19°C a la altura de Tocopilla, las que al ser de características oligotróficas, provocaron una discontinuidad en este continuo de distribución de alta concentración de cloa.

Los patrones de distribución cuantitativos de los pigmentos de degradación, con máximos de hasta 2 $\mu\text{g/L}$, aún en zonas de altas agregaciones de cloa y de registros de la fluorescencia *in vivo* entre 10 a 75 UR, indican que las poblaciones de fitoplancton estaban creciendo en forma vigorosa, por lo que sería posible indicar que la población está creciendo a tasas de desarrollo adecuadas para el sostenimiento de organismos pastoreadores.

En el plano perpendicular a la costa las mayores agregaciones de cloa estuvieron localizadas entre la costa y las 5 mn, mientras que a 10 mn solamente la zona de Arica e inmediaciones de Iquique continuaron con concentraciones de cloa propias



de sistemas productivos, indicando que esta zona es la que se mantuvo con un régimen propio de un sistema eutrófico en toda la extensión de la transecta.

Es notable el efecto de la alta estratificación termohalina sobre la distribución de la biomasa fitoplanctónica, tanto en el plano vertical como en el horizontal, ya que ésta tendió a agregarse en zonas contiguas a los mayores gradientes, positivos o negativos en el plano horizontal. Mientras que en el plano vertical ésta tendió a situarse en la zona del mayor gradiente. Lo anterior, destaca la diferenciación más amplia que existe entre la zona oceánica y costera, ya que mientras en la zona oceánica la capa de mezcla siempre es considerablemente más profunda que en la zona costera, y esta estructura obliga a que la cloa se ubique en las cercanías del mayor gradiente termohalino, mientras que en la zona costera es todo lo contrario, debido precisamente a la inexistencia de la capa de mezcla.

No obstante que la cloa no se asoció en forma significativa con la salinidad, es posible indicar que en las zonas de mayores agregaciones de la cloa, la salinidad predominante fue característica de masas de agua tipo AESS, las que estratificaron en forma intensa toda la columna de agua. Al sur de la transecta 40, las agregaciones de cloa comenzaron a decrecer en forma sostenida asociadas a la influencia paulatina de masas de agua tipo ASAA. En las transectas finales, en donde las masas de agua fueron completamente oligotróficas, el predominio de las ASAA fue preponderante.

3. Biología pesquera

Los resultados muestran que existe un incremento de las longitudes promedio de las anchovetas, en relación a la latitud. Esta tendencia se observa sólo para el conjunto de anchovetas (adultas y juveniles), es así como la longitud promedio de los ejemplares aumentó a medida que se navegaba hacia el sur. Para los reclutas en particular se observa sólo que la longitud promedio aumenta en la zona de Iquique respecto de la de Arica y luego se mantiene en el mismo rango para la zona



de Antofagasta. Los pesos promedios totales y de los reclutas no evidencian tendencias de estratificación. Estos resultados no concuerdan con lo observado en el Crucero RECLAN 0012, donde se aprecia una estratificación latitudinal respecto del peso y talla de los reclutas de la I y II Regiones.

Opuesto a lo indicado en RECLAN 0012 no se aprecia una estratificación temporal o latitudinal en el proceso de reclutamiento, ya que el número de reclutas encontrado en cada zona de pesca no revela tendencia alguna.

Se observa una notable disminución de los pesos de anchoveta del presente Crucero en comparación de los Cruceros anteriores (Tabla 7). Esta disminución se aprecia también al hacer un análisis paralelo, tanto en los pesos promedios como en los estimados mediante los parámetros del modelo lineal, para el año 2001 respecto de 1999 y 2000 con datos obtenidos del seguimiento de la pesquería pelágica para los mismos períodos, (Tabla 81 y 82). La disminución en los pesos se confirma al estimar los factores de condición de las anchovetas tanto para los datos de la pesquería (Fig. 113) como para los Cruceros RECLAN (Fig. 114), factor que indica la condición fisiológica de los ejemplares por talla; en ambos casos (cruceros y pesquería), se aprecia una disminución del factor de condición para el año 2001, siendo notable la disminución de este factor durante el presente Crucero respecto de los anteriores (Fig. 114). Como una forma de validar el resultado anterior y de descartar diferencias provocadas por peso de gónadas y vísceras, se trabajó con los pesos promedios eviscerados de las anchovetas de los tres últimos Cruceros RECLAN (Fig. 115), donde se observa que dichos pesos han disminuido para cerca de todo el rango de tallas. Ante estos resultados se puede inferir que la disminución en los pesos de anchoveta del año 2001 respecto de los 3 últimos años es debido a una condición biológica disminuida de las anchovetas, por una hipotéticamente menor oferta trófica ambiental.



Respecto a la proporción sexual de las anchovetas es manifiesto el predominio de las hembras a lo largo del rango de tallas, excepto entre las tallas 14,5 y 16,0 cm donde el porcentaje de hembras disminuye para todas las zonas de pesca.

Durante el presente Crucero en las anchovetas se encontraron 5 estados de madurez. Las hembras presentaron gónadas en estado 2, 4, 5 y 6, predominando desde la talla 14 cm el estado 5 y en menor proporción el estado 6, en las tallas menores a 14 cm las gónadas estaban mayormente en estado 2 para todas las zonas de pesca. Los machos presentaron gónadas en los estados 2, 3, 4, 5 y 6, lo mismo que para las hembras los estados predominantes son el 5 y 6 sobre la talla 14 cm, bajo esa talla se presenta también el estado 2. Lo anterior, sugiere que en la época que se realizó el Crucero los ejemplares de tallas pequeñas (entre 12 y 14 cm) ya desovaron y las que finalizan el proceso reproductivo son las anchovetas de mayor tamaño las que se encontraban en desove o con gónadas en máxima maduración.

El proceso de desove de anchoveta presenta una sincronía por tamaño, ya que tanto machos como hembras de igual estrato de talla presentan equivalencias en el proceso de desove y en los estadios de madurez. Además, el proceso de desove se observa estratificado en forma latitudinal manifestándose el mayor porcentaje de ejemplares desovados en Arica (21,9 %), disminuyendo esta proporción hacia el sur encontrando en Antofagasta un 9 % de ejemplares desovados, si bien en la zona de Iquique la cantidad de anchovetas desovadas es el menor, esto se debe a que en esta zona se presentó el mayor número de reclutas (95,9 %) en comparación a las 2 zonas restantes (Arica 89,8 % y Antofagasta 79,6 %) (ver Tabla 4).

Los IGS de anchoveta desde 1996 al 2001 se han mantenido dentro de un rango similar, excepto el año 1997 que si bien presenta la sincronía temporal los valores de IGS se ven disminuidos en forma consistente en todos los meses (Fig. 51 a). Los valores promedios de IGS para el año 2001 en la zona norte del país (I y II



Regiones), se han mantenido respecto de los IGS observados desde 1998 a la fecha (Fig. 51 b). Respecto del IGS durante la época en que se realizó el presente Crucero (mes de diciembre) se tiene que los valores se mantienen dentro de un rango similar desde el año 1999 hasta la fecha (Fig. 51 c), se incluyen las estimaciones de IGS de los 2 últimos Cruceros RECLAN (0012 y 0111), donde se observa que este se mantiene dentro de los valores esperados para la época. A través de estimaciones de IGS por zona de pesca durante el mes de diciembre desde el año 1999 a la fecha incluyendo los 2 últimos Cruceros RECLAN no se observa algún tipo de estratificación latitudinal (Fig. 51 d)

Las capturas totales por zona de pesca presentan un incremento latitudinal del mismo modo que lo advertido en RECLAN 0012, en este caso apreciándose una relación inversa entre las capturas de anchoveta y medusa, el pasado Crucero no evidencia relación entre las capturas de anchoveta y medusa apareciendo esta última con volúmenes muy bajos, siempre menores al 13 % del total capturado. El volumen de las capturas observadas el presente Crucero son menores en un 64 % a las encontradas durante RECLAN 0012 (Fig. 52 y 116).

Las capturas de anchoveta en forma mensual durante el año 2001 presentaron variaciones desde 0 a 60.000 t. Las mayores capturas se concentraron en la zona de Iquique con 289.679 t, la mayor presencia de reclutas en las capturas, sin embargo, se observó en la zona de Antofagasta con 5.760 t (52 % de las capturas), (Fig. 117). Los mayores pulsos de reclutamiento se observan durante los meses de enero, febrero, marzo, julio y diciembre; el pulso de reclutas de los tres primeros meses se debe a un desove del mes de agosto del año 2000, los reclutas del mes de julio provienen de un desove de finales del 2000 y principio del 2001, el último pick de reclutas se produjo por desoves durante julio y agosto de mismo año (Fig. 51 a y 117).



Actualmente, el stock de anchoveta se encuentra en sobre-explotación y se ha evidenciado un descenso importante del reclutamiento (Barría y Serra, 2001; Barría & Castillo, 1997). Estos antecedentes se han confirmado durante 1996 por una reducción significativa de un 50 % de las capturas de anchoveta en la Zona norte de Chile y desde 1994 a 1998 a disminuido por un factor de seis el desembarque total anual del recurso. Durante los años 1999 y 2000 los volúmenes de las capturas de la pesquería de anchoveta aumentó a niveles cercanos a los observados durante 1996; para el año 2001 las capturas de anchoveta se vieron disminuidas nuevamente respecto del año 2000 en un 70 % aproximadamente pero el porcentaje de reclutas aumentó desde un 32 % registrado en el 2000 a un 39 % para el 2001 (Fig. 118). En general los porcentajes de reclutas a través del tiempo y por zona de pesca se han mantenido, existiendo diferencias en las épocas que se producen los mayores pulsos. Durante los años 1996 y 1997 existen pulsos durante los tres primeros y los tres últimos meses del año, en mayo de 1996 se produjo un pulso que no se repitió en 1997 el que probablemente produjo un aumento de los reclutas durante el mes de marzo. El año 1998 y producto de las variaciones climáticas producidas por el ENSO se produjeron continuos reclutamientos. Para 1999 tiende a regularizarse el patrón apareciendo reclutas en las capturas de los meses de enero a marzo, junio-julio y octubre, esta tendencia se repite para el año 2000 y 2001, aunque en este último año se aprecia un desplazamiento del último pulso hacia los meses de noviembre y diciembre (Fig. 119).

4. Items Alimentarios de la anchoveta

Engraulis ringens al igual que otras especies similares de engraulidos tiene un comportamiento planctívoro, con predominancia del zooplancton en su dieta. Si bien se observa fitoplancton y zooplancton en los contenidos estomacales, las diferencias de tamaño en ordenes de magnitud del alimento animal dominante, copépodos, sobre el fitoplancton, diatomeas, dan cuenta de la importancia del zooplancton en su alimentación.



Engraulis japonica (Anchoveta japonesa) tienen como el principal ítem alimenticio a los copépodos; aunque en sus estómagos se observa diatomeas, varios tipos de crustáceos pequeños, larvas de mollusca, Chaetognatha, etc, El tamaño del alimento en la especie está linealmente correlacionado con el tamaño del pez (Hayasi, 1966). Kubo (1961) reconoce que los juveniles se alimentan de zooplancton, mientras que Yamashita (1957) menciona que los adultos se alimentan de fitoplancton.

Engraulis mitchilli se alimenta principalmente de copépodos calanoideos; sin embargo, existe acceso a alimento de fondo dada las características de su hábitat en las aguas costeras del norte del golfo de México (Bin Din y Hunter, 1986).

Engraulis anchoita (Anchoveta argentina) da cuenta de copépodos, en todos sus estados de desarrollo, como el principal ítem alimenticio, aunque también se observan diatomeas y dinoflagelados en sus contenidos estomacales (Ciechomski, 1966). Sin embargo, Fuster de Plaza y Boschi (1958), Angelescu y Fuster de Plaza (1962) y Fuster de Plaza (1964) sostienen que el alimento en juveniles es fitoplancton, principalmente diatomeas, para luego en el estado adulto hacerse zooplanctófaga.

Blaxter (1966) postuló que la anchoveta ***Engraulis mordax*** sería un “filter feeder” no discriminante. Además, Blaxter y Hunter (1982) señalan que en clupeidos los juveniles son fitoplanctófagos, variando a una dieta fito-zooplanctofaga a medida que crecen, para transformarse los adultos en zooplanctófagos.

Rojas de Mendiola (1980) señala que los adultos de ***Engraulis ringens***, con más de un año de vida y longitud estándar sobre 100 mm, son fitófagos, con preferencia por diatomeas; advirtiendo que la dominancia de dinoflagelados y zooplancton en sus contenidos estomacales deben ser relacionados con condiciones ambientales anómalas. Pero, la misma autora, advierte el reconocimiento de dos grupos en



aguas del Perú, un grupo norte que se alimenta primariamente sobre fitoplancton y un grupo sur que se alimenta principalmente de zooplancton.

En el norte el fitoplancton en la dieta está dominado por diatomeas, principalmente ***Skeletonema costatum***, ***Detonula pumila***, pequeñas especies de ***Chaetoceros*** con cambios a través del año, ***Nitzschia pungens***, ***Lithodesmiun undulatum***, ***Rhisosolenia delicatula***, ***Thalassiosira subtilis***, ***Thalassionema nitschioides***; y con baja contribución de dinoflagelados. En el sur los adultos comen ***Nyctiphanes simplex***, ***Euphausia simplex***, ***Euphausia mucronata***, ***Calanus chilensis***, ***Centropages brachiatus*** y diferentes especies de ***Oncaea***.

Rojas de Mendiola (1980) describe que los juveniles, mayores a 50 mm de longitud total, consumen zooplancton y el fitoplancton no es significativo. Sin embargo, la cantidad de fitoplancton se hace importante en anchovetas sobre 80 mm de longitud. En ellas los ítemes más importantes son copépodos: ***Calanus australis***, ***Centropages brachiatus***, ***Paracalanus parvus***, diferentes especies de ***Oncaea***, ocasionalmente Euphausidos, especialmente estados juveniles, Appendicularias y huevos de invertebrados.

Por otra parte, Alamo (1981) en un estudio de dos años sobre anchovetas de 8 a 18 mm encuentra que el zooplancton es el alimento más importante en primavera, pero no en las restantes estaciones del año, no pudiendo precisar un ritmo horario de alimentación.

De igual modo, la evidencia de un comportamiento zooplanctófago en la alimentación de engraulidos se observa ya en las fases tempranas de desarrollo. Larvas de ***Anchoa mitchilli*** y ***Anchoa lamprotaenia*** consumen fito y zooplancton (Chitty, 1981); comportamiento también observado en ***Engraulis japonica***, donde las post larvas, < 5 mm, consumen nauplii y huevos de copépodos, y secundariamente protozoa, mollusca y diatomeas, para luego, post larvas de 5 – 10 mm, alimentarse de copepoditos (Hayasi, 1966).



Ciechomski (1966) da cuenta que *Engraulis anchoita* a nivel larval (3-5 mm) se alimenta de huevos y nauplii de copepoda, para luego establecer que en individuos de 35-80 mm los copépodos son el alimento básico en todos sus estados de desarrollo, aunque también es observable diatomeas y dinoflagelados en sus estómagos.

Las larvas de *Engraulis mordax* se caracterizan por requerir en su primera alimentación altas densidades de partículas del orden de 30 - 50 μm , las que suelen estar representadas por dinoflagelados en los campos de desove de la especie (Lasker, 1978). Sobre 6 mm de tamaño las larvas requieren de partículas mayores (microzooplancton). De igual forma larvas de *Sardinops sagax* evidencian la presencia de dinoflagelados y microzooplancton en sus contenidos estomacales (Herrera y Balbontin, 1983).

Rojas de Mendiola (1980) considerando la condición del alimento en los estómagos en relación al tiempo de captura, sugiere que la anchoveta *Engraulis ringens* se alimenta en la noche, alrededor de media noche, una vez en la mañana alrededor de las 09 horas y nuevamente entre las 18:0 a 20:00 horas, definiendo actividad alimentaria tres veces en 24 horas. Bin Din y Hunter (1986) reconocen en *Anchoa mitchilli* dos períodos de actividad alimentaria, en la mañana temprana, y un segundo “peak” menor antes de media noche. Por su parte Blaxter (1966) señala que la actividad alimentaria de *Engraulis mordax* es diurna.

La actividad trófica diurna se ha sugerido en diferentes especies de anchovetas (Darnell, 1958; Muzinic, 1960, Laukashkin, 1965), postulando que la visión esta involucrada en el encuentro de alimento, pero no está claro por igual razón el “peak” de actividad nocturna .

El canibalismo por huevos y larvas es usual en peces clupeiformes. Lo que ha sido observado en *Engraulis japonica* (Hayasi, 1966), *Engraulis mordax* (Hunter y Kimbrell, 1980; MacCall, 1980), *Engraulis ringens* (Rojas de Mendiola y Ochoa,



1973; Rojas de Mendiola, 1980; Santander *et al.*, 1983). Hunter y Krimbell (1980) estimaron que en *E. mordax* los estómagos contienen hasta 5,1 huevos por animal, pudiendo observarse hasta un consumo diario de 85,8 huevos por pez, alrededor del 17% de la producción diaria de huevos. A su vez, Santander *et al.*, (1983) observa en promedio 5,5 huevos de anchoveta en sus estómagos, con un consumo diario mayor, del orden del 92,5%. El canibalismo por huevos esta condicionado a la presencia de huevos en la columna de agua, siendo más alta la tasa de consumo en áreas y épocas de desove.

El análisis de la literatura, en conjunto con los resultados obtenidos en este estudio, dan cuenta que la anchoveta tendría un comportamiento trófico relativo a la oferta ambiental de alimento, donde los componentes tróficos principales del zooplancton se corresponden a las especies más importantes en el área de surgencia del norte de Chile (Oliva, 1997a, 1998). Las diferencias regionales en la alimentación observada para la especie en Perú estarían determinadas por la oferta de alimento.

De igual modo el componente fitoplanctónico dominante concuerda con lo observado por Rojas de Mendiola (1980) y Alamo (1981) en Perú; siendo éstas especies dominantes también en las aguas del ecosistema de surgencia del norte de Chile (Merino *et al.*, 1990).

La anchoveta exhibe diferencias tróficas en función de su tamaño, lo cual concuerda con lo observado en otras especies de engraulidos y clupeidos, definiendo que el tamaño del alimento estaría linealmente correlacionado con el tamaño del pez. En efecto, las tres clases de tamaño examinadas difieren en los componentes tróficos específicos de copepoda, basados en los tamaños de estos.

La actividad trófica horaria de la anchoveta en aguas del norte de Chile debería ser símil a lo observado por Rojas de Mendiola (1980) en Perú, pero las características del material examinado, número de peces por hora de lance no comparables, no permiten corroborar dicho comportamiento.



En el área de estudio no se observan diferencias tróficas en función de las zonas, ni de la distancia a la costa. El material examinado, se obtuvo a una distancia a la costa menor a 10 millas, dentro del área sujeta a transporte advectivo por efecto de surgencia, por lo que se explica la similitud observada a dicho nivel, en un área donde característicamente la surgencia es activa toda el año, con una señal anual caracterizada por la disminución del transporte Ekman en invierno y su maximización en el verano (Oliva, 1997a y b).

En la zona de surgencia del norte de Chile el zooplancton enseña diferencias longitudinales cualitativas y cuantitativas, entre una zona oceánica y una costera, pero muestra una gran homogeneidad interanual en sus componentes y especies dominantes, por lo que el comportamiento de los peces planctívoros se ajustaría a la disponibilidad ambiental del alimento. Situación, también observada en *Sardinops sagax*, especie también con un espectro trófico amplio, pero con mayor participación del fitoplancton en su alimentación (Oliva *et al.*, 1987)

5. Relación TS-L de anchoveta

La relación TS/L ajustada en el presente caso representa los mayores valores de la serie de mediciones realizadas en la zona norte sobre anchoveta (RECLAN 9601, 9611, 9801, 9811, 0001 y 0012) siendo entre $-0,13$ y $0,6$ db diferente a los ajustes obtenidos anteriormente (Fig. 120).

Las mayores diferencias se presentan respecto al crucero RECLAN 9811, con valores de $0,3$ dB para la talla de 16 cm y $0,6$ dB para 7 cm. Esta diferencia se reduce en el crucero RECLAN 9801, con valores entre $0,14$ y $0,42$ dB para 10 y $16,5$ cm, respectivamente y diferencias inferiores a $0,1$ dB en las ecuaciones ajustadas en los RECLAN 9601 y 9611.



Las diferencias entre las relaciones ajustadas, reflejan distintas condiciones biológicas de la especie, influyendo factores como el estado de madurez, factor de condición ó estructura de tallas de las anchovetas que se consideraron en los distintos experimentos.

El factor de condición de los peces constituye otro elemento que debe ser considerado para explicar las diferencias entre las ecuaciones ajustadas, factor que aparentemente influye en las respuestas sónicas de los peces. En este sentido los resultados sugieren que ante una pérdida de contenido graso la característica sónica aumenta, registrando un mayor eco a la misma talla, factor que debe ser analizado en mayor profundidad en futuras mediciones, puesto que las evidencias a nivel mundial en este sentido son escasas para contrastar este tipo de observaciones.

Por otra parte, las diferencias entre años se reducen al comparar las ecuaciones estandarizadas, siendo de 0,305 y 0,17 dB mayor que RECLAN 9811 y 9801 y comparable con las registradas en RECLAN 0101 y 9601 con diferencias positivas de 0,065 y 0,045 dB; mientras que estas diferencias son negativas respecto a RECLA 9611 (-0,065 dB) y RECLAN 0012 (-0,045 dB).

Al comparar la ecuación estandarizada ajustada en el presente experimento con los resultados disponibles de otros autores, se observa que es alrededor de 1,5 dB menor respecto a la ecuación para fisóstomos o clupeidos $TS = 20 \text{ LOG } L - 71,9$ ajustada por Foote (1986). Barange (1994) informa para la anchoveta del Cabo (*Engraulis capensis*) un TS de -57,84 y -57,73 dB para peces de tallas 7,5 y 7,34 cm, respectivamente, valores que son alrededor de 1,6 y 1,9 dB inferiores a los obtenidos con la ecuación determinada en el presente trabajo para las mismas tallas. Barange *et al.* (1996) informa para la misma especie un $b_{20} = -76,1$ valor que es alrededor de 2,7 dB menor al alcanzado en el presente estudio.



De acuerdo a lo anterior, las ecuaciones TS-L ajustadas para la anchoveta en Chile, incluida la alcanzada en el presente estudio, se ubican en un valor intermedio entre las obtenidas para el arenque en el mar del norte y la anchoveta del Cabo en sudáfrica, con diferencias que se explican debido a las distintas características biológicas entre las especies.

6. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

La biomasa de anchoveta obtenida en el presente crucero en la zona Arica-Antofagasta con el método Hansen-Wolter fue inferior en un 12,4% respecto al alcanzado en diciembre del 2000 (Reclan 0012) (356.773 t), siendo comparable al alcanzado en enero del 2000 (RECLAN 0001) (306.655 t) y noviembre de 1998 (RECLAN 9811) (310.108 t), siendo inferior en 51,7 y 33,9% respecto al verano de 1998 (RECLAN 9801) (647.760 t) y a la primavera de 1996 (RECLAN 9611) (472.822 t), respectivamente. En relación al verano de 1996 (RECLAN 9601), en que se registraron 102.010 t, el presente estimado representa un incremento cercano al 206 %.

La fracción reclutas en peso del presente crucero (174.155 t) es comparable al obtenido en el RECLAN 0012 para la zona Arica-Taltal (179.217 t), representando un incremento del orden del 462% respecto al valor alcanzado en aquel periodo en la zona Arica-Antofagasta, puesto que en aquella oportunidad el 85,3% de los reclutas se ubicaron entre Antofagasta y Taltal.

Del mismo modo, el presente estimado de los reclutas en peso representan un incremento del 62,4% (107.268 t); 19% (146.394 t) y 76,3% (98.785 t) respecto a enero del 2001 (RECLAN 0001), enero de 1998 (RECLAN 9801) y noviembre de 1996 (RECLAN 9611), respectivamente y una reducción del 14,3% respecto a diciembre de 1998 (RECLAN 9812).(Fig. 121).



En el presente caso, la ampliación de la zona de estudio hacia el sur del límite programado no representó aportes notables, a diferencia de lo ocurrido en la primavera del 2000, en que la mayor fracción de reclutas estuvo localizada entre Antofagasta y Taltal.

La metodología de muestreo acústico, se diseñó considerando aspectos de comportamiento y distribución del recurso, así es como dado el comportamiento migratorio nictimeral y en el sentido este-oeste entre el día y la noche, la prospección acústica se planificó a ser realizada durante la noche con fases en luna creciente a menguante, centrada en la luna llena, lo que permite incluir una mayor fracción del recurso en la evaluación aprovechando que la anchoveta se desplaza hacia el oeste en la noche y por efecto de la luna se ubica en profundidades accesibles al ecosonda, reduciendo de ese modo el sesgo de orilla y de zona muerta superficial. Sin embargo, en el presente caso los indicadores de captura de octubre y noviembre registraron escasa presencia de reclutas, con una tendencia al aumento en la segunda semana de noviembre, motivo por el cual y en beneficio de permitir que la mayor fracción de la población de reclutas fuera incluida en la evaluación, el crucero se desplazó 5 días, por lo que el sector al sur de los 21° 20,17'S fue prospectada en fase nueva de la luna. Esta modificación de la metodología afecta fundamentalmente con un eventual aumento del sesgo de superficie por zona muerta, el que no se evalúa, pero que dados los resultados de la componente de caracterización de cardúmenes del presente informe, aparecen como irrelevantes.

Los estimados de abundancia de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta, para el periodo 1995-2001 (Fig. 121), han fluctuado entre 2.160 y 44.065 millones de ejemplares obteniéndose el valor mayor en enero de 1998 (RECLAN 9801), correspondiente a la temporada 1997 y el menor en enero de 1996 (RECLAN 9601), asociado a la temporada 1995. El estimado alcanzado en el presente caso (38.500 millones de ejemplares) representó un incremento del 9,1 % respecto a diciembre



del 2000 (RECLAN 0012) para la zona Arica-Antofagasta, siendo un 9,4% inferior al valor obtenido en aquella oportunidad en la zona Arica-Taltal. Al contrastar el presente crucero con enero del año 2000 (RECLAN 0001) (11.785,4 millones de ejemplares) se observa un aumento de 4,2 veces y una reducción entre 15,3 y 73,7%, respecto a diciembre de 1998 (RECLAN 9812) y noviembre de 1996 (RECLAN 9611) .

Los aportes de los reclutas a la abundancia han sido variables, fluctuando entre un 21 % en el verano de 1996 (RECLAN 9601) a un 87% en diciembre de 1998 (RECLAN 9812). En el presente caso, el aporte de los juveniles entre Arica y Antofagasta es comparable al valor registrado en primavera de 1998, con un 87,3%.

7. Precisión de los estimados de biomasa

En el presente trabajo, la variabilidad del estimado de abundancia y biomasa, incluye además de la correspondiente al muestreo acústico, aquella proveniente del coeficiente de ecointegración, peso promedio y estructura de tallas. Es así como en la cadena de varianzas se produce una compensación que resultan en un CV inferior a los que regularmente se alcanzaban en ocasiones anteriores y que superaban el 0,25, cuando el coeficiente de ecointegración se consideraba como una constante y afectaba al estimado como un factor al cuadrado.

El mayor aporte a la variabilidad total proviene del muestreo acústico, el que a su vez es reflejo del patrón de distribución de los recursos. De allí entonces que en general el método de las variables regionalizadas, entrega indicadores de la variabilidad menor que en los otros métodos, puesto que incorpora el factor espacial de la distribución de los recursos. Los métodos de los Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los indicadores de la precisión (Coeficientes de error y de Variación) obtenidos con el método de los Conglomerados son menores cuando presentan una



menor variabilidad dentro de las transectas. Esto se debe a que el método de Conglomerados (Hansen *et al.*, 1954) es el único de los propuestos que considera la variabilidad dentro de las transectas mide la variabilidad que se registra entre ellas y que es atribuible a la distancia entre las transectas.

En el presente caso se alcanzaron Coeficientes de Variación de la biomasa entre 0,03 y 0,08, dependiendo del método aplicado, con errores entre 6 y 14,5%, alcanzándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas. Los CV calculados para la abundancia variaron entre 0,03 y 0,08, siendo también el más bajo aquel obtenido con el método de las variables regionalizadas.

Dado lo anterior, el método de las variables regionalizadas se presenta como el más eficiente para calcular las varianzas, considerando la información de cada ESDU como independientes, evitando así tratar la información como proveniente de transectas.

8 Estimación de los errores de la captura total y composición por especie.

Las capturas obtenidas en las pescas de reconocimiento permiten complementar la identificación de especies que se efectúa con el método acústico (Guzmán et al, 1983) y que se describe en la metodología del Pre Informe Final, mediante el establecimiento de los patrones específicos en el ecograma, con lo cual se separan los coregistros por especie, no aplicándose para estos efectos las proporciones específicas obtenidas en los lances.

Lo anterior puede provocar diferencias entre las proporciones de especies capturadas con la red de mediana, con las asignaciones en la prospección acústica, esta situación se debe a factores asociados a las características de reflexión del sonido de algunos blancos, a la profundidad de distribución de los



animales ó a la distribución espacial de los peces en el trayecto en que se efectúa la pesca.

Específicamente, en el presente crucero el 96,7% de las capturas estuvieron compuestas por anchoveta (53,03%), medusa (40,52%), jibia (1,93%) y agujilla (1,22%), mientras que el 3,3% restante correspondió a especies como calamar (0,68%), bacaladillo (0,93%), pejerrey (0,53%, 4 lances), langostino (0,37%), jurel (0,26%), raya (0,17%, 3 lances), sardina común (0,14%, 3 lances), pampanito (0,09%), eufáusidos (0,08%) y otros (0,055%).

La distribución cercana a la superficie de la medusa, jibia y calamar los hace particularmente accesibles a la red de media agua utilizada, con capturas, que en el caso de la medusa, dada su baja capacidad de escape, son relativamente importantes al total de los lances de reconocimiento. Sin embargo las características de reflexión acústica de la medusa, con un bajo eco (<60 dB) (Colombo A et al, 2002)., lo sitúa en un rango cercano al ruido, haciéndola virtualmente invisible a la frecuencia de trabajo del equipo acústico utilizado. Esta característica determina que no sea incluida en la señal procesada para estimar la biomasa de anchoveta.

Del mismo modo, la agujilla presenta una distribución superficial cercana a la superficie, en la zona muerta del ecosonda, por lo que no es insonificada, pero que también es capturada por la red. Las especies restantes, especialmente el bacaladillo, pejerrey, langostino y jurel presentan patrones acústicos en el ecograma claramente identificables, por lo que sus señales remitidas se pueden separar en la prospección acústica. Un caso especial lo constituye la sardina común, puesto que puede ser confundida con la anchoveta, para lo que es fundamental disponer de información pesquera para discriminarlas. En este caso, debido a su escasa presencia, el eventual error puede ser soslayado.



Un factor especialmente favorable para la discriminación de especies, corresponde al hecho que los cardúmenes en la zona norte son generalmente monoespecíficos y presentan características notoriamente identificables en el ecograma para aplicar el método acústico de identificación de especies en la prospección.

Dado lo anterior las varianzas asociadas a la determinación de las capturas y de la composición específica en los lances no afectan a los estimados de biomasa ni a sus precisiones, motivo por el cual no fueron incluidos en la Propuesta Técnica y en la Metodología de los Informes del proyecto.

Es importante señalar que para realizar el cálculo de los errores en la determinación de las capturas totales y por especie se requieren diseños de muestreo previamente establecidos, con los que se controlen y registren los pesos individuales de las cajas utilizadas para transformar la captura a peso ó en la estimación de la composición específica por caja, los que en este caso no fueron considerados al momento de realizarse los trabajos a bordo, por lo que los datos disponibles impiden rehacer los cálculos requeridos.

9. Modelo predictivo de las capturas en base a los estimados de biomasa

La serie de prospecciones acústicas estacionales realizadas en la zona norte mediante las cuales se registró la reaparición de la anchoveta en 1985, han permitido ajustar un modelo predictivo de las capturas en base a los estimados de la biomasa de primavera. El modelo entre la biomasa y la captura ajustada con los datos hasta el crucero RECLAN 0012 (Castillo *et al.* 2001) fue $C=773,708 \text{ Log(BIO)}-725,85$, representando adecuadamente a los datos considerados al 95% de confianza (Fig. 122).



Lo anterior, indica que las capturas y la biomasa de la especie en el periodo de reclutamiento se correlacionaron adecuadamente hasta el periodo 2000, presentándose fuera de tendencia el par 2000/2001, no siendo posible actualizar la ecuación con estos datos. También se manifiesta el importante efecto de alteraciones ambientales en las variables analizadas, como es el caso de las capturas de 1987 y 1998 ó en las biomاسas como lo ocurrido en los años 1985 y 1998, datos que fueron soslayados de los ajustes realizados. De este modelo también se puede deducir que la biomasa de primavera en la zona norte puede dar cuenta adecuadamente de las capturas de anchoveta en la zona norte.

El modelo logaritmico se explica dado que la captura ha sido controlada mediante el mecanismo de periodos de veda durante el reclutamiento y el desove, por lo que aumentos en la biomasa no se explican linealmente en las capturas. La variabilidad en los estimados son provocados por un efecto combinado entre las alteraciones ambientales; una posible extemporaneidad en las evaluaciones acústicas y un aporte migratorio que permita obtener capturas diferentes a las presentadas en las tendencias.

La variabilidad presentada en la fracción reclutas impide obtener un modelo predictivo de las capturas no visualizándose tendencias claras entre ambas.

El modelo predictivo ($C=773,708 \text{ Log}(\text{BIO})-725,85$) presenta sobrestimaciones en la captura para el 2000 cercana al 14%, lo que se puede deber a que en el modelo se utilizaron las capturas de la flota semi-industrial y en la comparación final sólo se consideran los registros de la flota industrial, por lo que al incluir la fracción restante, la diferencia entre ambos valores deberá ser menor. Sin embargo la aplicación para estimar las capturas para el 2001 registró una falla del 54,4% respecto al total, prediciendo capturas cercanas a 1,2 millones de toneladas, capturándose 570.119 toneladas.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



IX. CONCLUSIONES

En base a los resultados y sus correspondientes análisis, las conclusiones son:

- La abundancia total de anchoveta, incluyendo la corrección por sesgo de orilla, varió entre 39.202,43 (CV 0,084) y 39.916,41 millones de ejemplares (CV 0,0564), según el método de estimación utilizado.
- La abundancia de los ejemplares inferiores a 12 cm, considerados como reclutas, varió entre 33.649,23 (CV 0,095) y 34.286,34 millones de ejemplares ((CV 0,064), según el método de estimación utilizado.
- La mayor concentración de la abundancia de anchoveta se presentó en el sur del área de estudio, entre los paralelos 23° 55,0´S y 25° 05,0´S, con alrededor del 50 % del total y sobre el 53% de los juveniles. Las tallas modales se ubicaron en 8, 10 y 17 centímetros.
- La biomasa de anchoveta en toda la zona de estudio, incluyendo la corrección por sesgo de orilla, varió entre 322.977 (CV 0,0726) y 328.349,42 t (CV 0,0443), según el método utilizado.
- La biomasa correspondiente a los reclutas varió entre 174.155 (CV 0,088) y 177.677 t (CV 0,0615), concentrándose el 55,8% al sur del paralelo 23° 55´S.
- Los Coeficientes de Variación (CV) de la biomasa variaron entre 0,03 y 0,08, dependiendo del método aplicado, con errores entre 6 y 14,5%, alcanzándose la mayor precisión con el método de las variables regionalizadas. Los CV calculados para la abundancia variaron entre 0,03 y 0,08, siendo también el más bajo aquel obtenido con el método de las variables regionalizadas.
- El método de las variables regionalizadas se presenta como el más eficiente para calcular las varianzas.



- La estructura de edad se caracterizó por ser prácticamente “monoetaria” para el período del crucero, el grupo de edad dominante correspondió al 0 (clase anual 2000) con valores superiores al 83% del número de ejemplares.
- El análisis multitemporal de las áreas de distribución de la anchoveta adulta y los reclutas de los cruceros realizados entre 1996 y el año 2000 muestra que éstos comparten el 50% del área, porcentaje que aumenta al 56% en la primavera del año 2001. Una excepción se presentó en enero del año 2000 donde el 87% del área se reportaron ejemplares adultos. En los años “normales” y cálidos los ejemplares adultos y los reclutas presentan una leve diferenciación espacial, estos últimos tienden a ocupar áreas más al norte.
- Los descriptores geométricos de las agregaciones presentaron notables diferencias entre el día y la noche siendo en la noche mayor la longitud, el área y la elongación, reflejando con esto una tendencia nocturna a formas agregaciones más elongadas y menos compactas que durante el día. La Dimensión fractal, descriptor que representa el grado de cohesión de los peces que conforman el cardumen, alcanzó valores promedio de 1,31 y 1,49 para las agregaciones diurnas y nocturnas respectivamente. Los descriptores batimétricos de las agregaciones son similares entre el día y la noche, siendo de 8,5 m de profundidad (con un máximo de 49,7 m) en el día y de 8,2 m con un máximo de 32,7 m durante la noche. El descriptor Índice de Altura permite confirmar la distribución de la anchoveta cercana a la superficie, siendo similar entre el día y la noche
- La luna afecta a las formas geométricas de las agregaciones nocturnas de anchoveta, siendo de mayor longitud en noches oscuras (máximo de 8.201 m, con promedio en 166,6 metros) respecto a las con luna (máximo de 5.909 m, promedio en 232,8 m). Las áreas también fueron menores en noches con luna, con un promedio de 998 m² (máximo de 22.586 m² y mínimo de 5,8 m²), mientras que en las noches sin luna el área promedio alcanzó los 1.037 m² (máximo de 128.525 m² y mínimo de 7,7 m²). La mayor altura de las agregaciones nocturnas sin luna (7,8 m) respecto a la situación con luna (5,9



m) explica la mayor área, a pesar de presentar menor longitud que en las noches con luna. La Dimensión Fractal en las noches con y sin luna alcanzaron valores promedio de 1,44 y 1,51, respectivamente, reflejando una tendencia general a formar agregaciones más cohesionadas en noche con luna que sin luna.

- La anchoveta se distribuye asociado a zonas de bajos gradientes longitudinales de temperatura, salinidad y altos valores de clorofila integrada. Las condiciones oceanográficas superficiales que limitaron la distribución de anchoveta variaron entre 14°C y 20°C, con preferencias de aguas entre 16°C y 18°C; salinidad superficial entre 34,4 psu y 35,0 psu, con máximos en los 34,8 psu. En la capa de 11 m las temperaturas límites variaron entre 12°C y 18°C, con preferencias entre 14°C y 15°C; salinidades entre 34,4 psu y 34,8 psu y niveles entre 15 a 60 mgm/L de clorofila "a" integrada.
- Los coeficientes de Cramer indican en general una mejor asociación entre distribución de reclutas de anchoveta con la salinidad, tanto superficial como a 11 metros.
- Los vientos medidos durante el crucero mostraron el patrón estacional típico, con predominio de dirección del tercer y cuarto cuadrante, favorable a la surgencia.
- La zona de estudio presentó valores de temperatura y salinidad superficial típicos para la época, caracterizándose las áreas de surgencia con intensos gradientes horizontales de temperatura y salinidad.
- Se determinaron tres focos importantes de surgencia activa: Arica a Pta Argolla; Iquique a Pta. Lobos; y, Pta. Arenas hasta los 23°30' S, siendo la segunda indicada la de mayor intensidad.
- La profundidad de la isoterma de 15°C se presentó en 10 a 20 m, más somera que promedio histórico mensual. La capa de mezcla alcanzó sólo a 2,5 m promedio, situación normal originada por la baja intensidad de los vientos. En



general los focos de afloramiento presentaron las máximas profundidades de la termoclina hacia el oeste, con aumento brusco de su espesor. Los focos de surgencia tienen un valor típico de 0 a 10 m, valor que aumentó gradualmente hacia el oeste.

- La distribución de tallas de anchoveta durante el presente Crucero se mostró multimodal, observándose tres grupos principales, dos de ellos ubicados en el grupo de los reclutas y uno en el grupo de los adultos, el aporte de los reclutas a las capturas en número fue de un 84 %. En la zona de Arica se presentó una distribución de tallas multimodal con modas tanto en el grupo de reclutas como en el adulto (7,5 - 10,5 y 16 cm), la aporte de los reclutas en número llegó a un 89,8 % del total. Para Iquique se presentó un grupo principal a la talla 10 cm, estimándose que el 95,9 % de los individuos capturados fueron reclutas. En Antofagasta, la distribución de las tallas fue multimodal con moda principal en 10 cm y secundarias en 8 y 17 cm. El aporte en número de los reclutas fue de un 79,6 %.
- La estimación de pesos de anchoveta mediante modelos lineales y no lineales presentó leves diferencias que van de los 0,2 a 0,5 g.
- Los pesos promedios de anchoveta disminuyeron para todo el rango de tallas muestreado, respecto de los Cruceros anteriores (RECLAN 0012 - 0001 y 9811).
- El proceso de desove presenta una sincronía temporal, por tamaño y por sexo. La proporción sexual estuvo dominada por las hembras con un 70,6 % a lo largo de todo el rango de tallas y el estado de madurez que predominó fue el 5 (82 %).
- En el período noviembre – diciembre de 2001, la anchoveta, *Engraulis ringens*, en aguas del norte de Chile se comporta como un pez planctófago, con predominancia del componente zooplanctónico en la dieta.
- Los componentes tróficos principales del zooplancton y fitoplancton corresponden a las especies dominantes características de las aguas del ecosistema de surgencia del norte de Chile. En la componente zooplanctónica destacan los



copépodos *Paracalanus parvus*, *Acartia tonsa*, *Centropages brachiatus*, *Oncaea sp.*, *Calanus chilensis* y *Corycaeus sp.*; en la componente fitoplanctónica lo hacen las diatomeas: *Thalassiosira subtilis*, *Detonula pumila*, *Coscinodiscus sp.*, *Proboscia alata* y *Biddulphia longicruris*.

- La anchoveta exhibe diferencias tróficas en función de su tamaño, las que están ampliamente determinadas por la contribución diferencial de las especies dominantes de copepoda en sus contenidos estomacales. En prerreclutas *Paracalanus parvus* y *Acartia tonsa* serán los componentes tróficos principales, para aumentar las proporciones cuantitativas de *Centropages brachiatus*, *Calanus chilensis*, *Oncaea sp.* y *Corycaeus sp.* a nivel de reclutas y de *Centropages brachiatus* y *Calanus chilensis* en adultos.
- La anchoveta en el área de estudio no evidencia, tanto longitudinal como latitudinalmente, diferencias tróficas relativas a gradientes espaciales.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



X. BIBLIOGRAFÍA

- Alamo, A. 1981.** Estudio sobre la alimentación de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* J. durante los años 1976 y 1977. Instituto del Mar del Perú. Bol. Extraordinario Investigación Cooperativa de la anchoveta y su ecosistema ICANE. 258-263
- Alheit, J. y P. Bernal. 1993.** Effects of physical and biological changes on the biomass yield of the Humboldt Current ecosystem. En: Large marine Ecosystems. Stress mitigation and sustainability. K. Sherman, L. M. Alexander y B.D. Gold (Eds.). AAAS Press. Washington USA. pp 53-68.
- Angelescu, V. and M. Fuster de Plaza. 1962.** El papel de la anchoita en la bioeconomía general del mar Argentino (Sector Bonaerense, resultados preliminares). 1st Reunion Com. Consult. Reg. Pesca Atlant. Sud-occidental. Río de Janeiro, Tema 6/6:1-13
- Arrizaga, A. 1983.** Variación estacional en la alimentación de la sardina común *Clupea (Strangomera) bentincki*, Norman 1936, (Pisces, Clupeidae) en la Región del Bío-Bío, Chile. Bol. Soc. Biol.. Concepción, Chile, 54: 7-26.
- BAC 121 al 123.** Boletín de Alerta Climático. Octubre a diciembre 2000. Comisión Permanente del Pacífico Sur.
- Bakun, A and R.H. Parrish. 1982.** Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current systems. *CaCOFI Rep.* 23: 99-112.



- Bakun, A. and R. Parrish. 1980.** Environmental input to fishery populations models for eastern boundary current regions. IOC Workshops Reports 28:67-104.
- Barange, M. Hampton, I. Pillar, S.C. and Soule, M.A. 1994.** Determination of composition and vertical structure of fish communities using *in situ* measurements of acoustics target strength Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 51:99-109.
- Barange, M., I. Hamton and M. Soule. 1996.** Empirical determination of *in situ* target strengths of three loosely aggregated pelagic fish species. ICES journal of Marine Science, 53:225-232, 1996.
- Barber, T. and L. Smith. 1981.** Coastal Upwelling Ecosystem. In Analysis of Marine Ecosystem. A.R. Longhurst. Academic Press 31-67.
- Barría, P. 1997.** Investigación Evaluación del stock de anchoveta 1996, en la I y II región. Informe de Avance. Convenio Instituto de Fomento Pesquero - Subsecretaría de Pesca. Valparaíso, Chile. 25 pp. 15 Anexos.
- Barría, P. 1991.** Evaluación del stock de anchoveta 1990. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 19 pp.
- Barría, P. y R. Serra. 1991.** Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales. Zona Norte. Evaluación de Stock. SGI-IFOP 92/1. 51 p.
- Berg, J. 1979.** Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiosculus flavescens* (Gobiidae). Mar. Bio., 50:263-273



- Bergh, M.O. and D.S. Butterworth 1987.** Toward rational harvesting of the south african anchovy considering survey imprecision and recruitment variability. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. 5: 937 - 951.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt 1957.** On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Invest. Lond Ser. 2(199), 533 pp.
- Bin Din, Z. and G. Hunter. 1986.** The food and feeding habits of the common Bay Anchovy, *Anchoa mitchilli* (Valenciennes). Pertanika 9(1):99-108.
- Blanco J. L., M. Carr, A. Thomas and P. Strub, 2002.** Hydrographic conditions off northern Chile during the 1996-1998 La Niña and El Niño events. J. Geophics, Res., 107, C3.
- Blaxter, J. 1966.** Summary of biological information on the northern anchovy *Engraulis mordax*. California –cooperative Oceanic fisheries Investigations Reports Volume 11:110-116.
- Blaxter, J. and J. Hunter. 1982.** The Biology of the Clupeoid fishes. Advances in Marine Biology, 20:1-223
- Braun M., J. Castillo; J.L. Blanco; S. Lillo y H. Reyes. 1994.** Monitoreo hidroacústico y oceanográfico de los recursos pelágicos de la I y II Regiones. Cuarto informe de avance. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 104 pp + 72 anexos.



- Braun, M., H. Reyes; J. Osses, J. Castillo, y V. Cataste 2000.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2000. Tercer Informe de avance FIP N°2000-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile).
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo y V. Catasti. 2002a.** Monitoreo de las condiciones Bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2001. Tercer informe de avance Proyecto FIP 2001-01.
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, V. Valenzuela, J. Castillo y V. Catasti. 2002b.** Monitoreo de las condiciones Bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2001. Cuarto informe de avance Proyecto FIP 2001-01.
- Carpenter, J. H. 1965.** The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceanogr.*, 10: 141-143.
- Carvajal, B. 1994.** Transporte y turbulencia y su incidencia en el reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona norte de Chile (20°S). Tesis para optar al título de Biólogo Pesquero. Universidad Arturo Prat. Departamento de Ciencias del Mar. Iquique, Chile 56 p.
- Castillo, J. y P. Briones. 1987.** Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1987. En: Cuantificación de la Biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-Oceanográfica Zona Norte. Julio-Agosto 1987. Informe de Proyecto a Empresa Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Chile, 90 p.



- Castillo, J., M. Braun, J. Blanco. 1993.** Cuantificación Estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte. Informe Final de Proyecto. Inst. Fom. Pesq. (Valparaíso-Chile). 58 p + anexos.
- Castillo, J., M. A. Barbieri, J. Cordova, S. Lillo y U. Parker. 1996.** Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe final Proyecto FIP 95-03. Inst. Fom., Pesq., Valparaíso, Chile. 165 p+anexos.
- Castillo, J., M. Espejo, S. Lillo y J. Córdova. 1997.** Evaluación y distribución espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Estimación del reclutamiento de anchoveta en las Regiones I y II. Informe Final de proyecto FIP 96-02. Inst., Fom., Pesq., (Valparaíso-Chile). 126 p + anexos.
- Castillo, J.. 1998.** Evaluación Acústica. En: Evaluación del stock desovante de anchoveta I y II Región. Informe Final proyecto FIP 97-01. Inst., Fom., Pesq., (Valparaíso-Chile), 125 p + anexos.
- Castillo, J., M. Espejo, M. Barbieri, V. Catasti, J. L. Blanco, J. Osses y P. Barría, 1999.** Evaluación acústica del reclutamiento de Anchoveta en la I y II regiones, 1998. Informe final FIP N° 98-07. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso – Chile).
- Castillo J., Córdova J, Espejo M., Barbieri M, Catasti V., Osses J., Reyes H. y P. Barría. 2000.** Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, 1999. Informe Final FIP N° 99 –11. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile).



- Castillo, J., M. Barbieri, M. Espejo, H. Reyes, P. Barría y G. Arriagada. 2001.** Estimación de la fuerza de reclutamiento de Anchoveta en las I y II regiones. Temporada 2000-2001. Informe Final FIP 2000-07. Instituto de Fomento Pesquero.(Valparaíso, Chile). 148 pp + Tablas y Figuras.
- Colombo, A., H. Mianzan and A. Madirolas. 2002.** Acoustic characterization of gelatinous plankton aggregations:Four study cases from the argentine continental shelf. ICES 6º Symposium on Acoustics Fisheries and Aquatic Ecology, Montpellier-France)
- Córdova, J., J. Castillo, A. Paillamán y S. Lillo. 1995.** Evaluación Hidroacústica y distribución del recurso. En: Estimación del reclutamiento de anchoveta de la zona norte (I y II Regiones). Informe Final de Proyecto FIP 035-94-01. 122 p+71 figs.
- Chitty, N. 1981.** Behavioral observations of feeding larvae of bay anchovy, *Anchoa mitchilli*, and bigeye anchovy, *Anchoa lamprotaenia*. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 178:320-321
- Ciechomski, J. 1966.** Present state of the investigations on the Argentine Anchovy. California –cooperative Oceanic fisheries Investigations ´Reports volume 11:58-66.
- Cruickshank, R.A., 1990.** Anchovy distribution off Namibia deduced from acoustic survey with an interpretation of migration by adults and recruits. S. Afr.J. mar. Sci. 9 : 53 - 67.



- Cruickshank, R.A., I. Hampton and M.J. Armstrong. 1990.** The origen and movements of juvenile anchovy in the orange river region as deduced from acoustic surveys. S. Afr.J. mar. Sci. 9: 101 - 114.
- Cury, F. and C. Roy. 1989.** Optimal environmetral window and pelagic fish recrumment success in upwelling areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46:670-80.
- Cushing, D. 1978.** Upper trophic levels in Upwelling areas. In: Upwelling ecosystems (Boje, R. & M. Tomczak, eds.) Berlin-Heidelberg, 101-110
- Darnell, R. 1958.** Food habits of fishes and larger invertebrates of Lake Pontchartrain, Louisiana, an estuarine community. Publ. Inst. Mar. Sci. 5:535-416
- Dengol, P., H. Lasen and K.J. Staeth. 1985.** *In situ* determination of tanget strenght of Herring and sprat at 38 khz and 120 khz. Dana. 5:45-54.
- Duncombe, C., A. Boyd and R. Crawford. 1992.** "Predation" of anchovy by Agulhas ring: A possible contributory cause of the very poor year-class of 1989. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar Sci. 12: 167 - 173.
- Eastman, J. 1992.** IDRISI versión 4.0. User's Guide. Clark University. Graduate School of Geography. Worcester, Massachussets, 01610, USA.178 p.
- Einarsson, H. y B.Rojas de Mendiola.1966.** 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.
- Fischer, W. 1958.** Huevos, crías y primeras prelarvas de la “anchoveta” (*Engraulis ringens*) Jenyns. Rev. Biol. 8 (1,2 y 3):111-124.
- Foote, K. 1981.** Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. Fisker og Havet Ser, B, 1981 (6): 1 - 107.
- Foote, K. 1987.** Fish target strengths for use in echo integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82 (3) September. 981-987.
- Foote, K., A. Aglen, and O. Nakken. 1986.** Measurements of fish target strength with a split beam echo sounder. J. Acoust. Soc. Am. 80 (2), August 1986. 612-621.
- Foote, K., H. Knudsen, G. Vestnes, D. Mac Lennan and J. Simmonds. 1987.** Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Cooperative Research Report 144, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- Francis, R. 1984.** Variability in hydroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Fréon, P. y E. Yañez. 1995.** Influencia del medio ambiente en evaluación de stock: Una aproximación con modelos globales de producción. Invest. Mar., Valparaíso 23:25-47.



- Fréon, P., F. Gerlotto, and M. Soria. 1996.** Diel Variability of school structure with special reference to transition periods. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 459-464.
- Fuenzalida, R. 1990.** Variabilidad temporal de un índice de surgencia para la zona de Iquique (lat. 20°S). *Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar* 1: 37-47.
- Fuster de Plaza, M. 1964.** Algunos datos sobre la biología de la anchoita del sector bonaerense (resultados preliminares). F.A.O. 2ª Reunión. C.A.R.P.A.S. , 2, Doc. Tech. 12:1-11
- Fuster de Plaza, M. y E. Boschi. 1958.** Estudio biológico pesqueros de la anchoita (*Engraulis anchoita*) del mar del Plata. *Secr. Agric. Ganad., Depto. Invest. Pesquer. Public.* 7:1-19
- Fuster de Plaza, M. y V. Angelescu. 1962.** El papel de la anchoveta en la bioeconomía general del mar argentino (sector bonaerense, resultados preliminares). En: *Primera Reunión Com. Consult. Reg. Pesca Atlant. Sud-Occidental (C.A.R.P.A.S.)*. Río de Janeiro. Tema 6(6): 1-13.
- Gunther, E. R. 1936.** A report on oceanographical investigations in Peru Coastal Current. *Discovery Rep.*, 13: 107-276.
- Guzmán, O., J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez e 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)Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.



- Halldorsson, O. and P. Reyneisson. 1983.** Target Strength measurements of herring and capelin *in situ* at Iceland. In: O. Narkken and S.C. Venema (De), Symposium on fisheries acoustics. Bergen, Norway, 21-24 June 1982. FAO fish. Rep., (300): 78-84.
- Hampton, I. 1987.** Acoustic study on the abundance and distribution of anchovy spawners and recruits in south african waters. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar Sci. 5: 901 - 917.
- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1954.** Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Hayasi, S. 1966.** A note on the Biology and fishery of the Japanese anchovy *Engraulis japonica* (Houttuyn). California –cooperative Oceanic fisheries Investigations Reports volume 11:44-57
- Herrera, G. y F. Balbontin. 1983.** Tasa de evacuación intestinal e incidencia de alimentación en larvas de *Sardinops sagax musica* (Pisces, clupeiformes). Rev. Biol. Mar, 19(2):113-132
- Hilborn, R. and Walters, c. J. 1992.** A quantitative fisheries stock assessment an management: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York, 570 pp
- Hilborn, R., E.K. Pikitch, M. K. McAllister 1994.** A Bayesian estimation and decision analysis for a age-structured model using biomass survey data. Fisheries research 19: 17-30.



- Hunter, J. and C. Kimbrell. 1980.** Egg cannibalism in the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S., 78:811-816
- Huyer A., R.L. Smith & T. Paluszkiwicz (1987).** Coascal upwelling off Peru during normal and el Niño Times, 1981-1984. Journal of Geophysical Research 92: 14297-14307
- Hyslop, E. 1980.** Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17:411-429.
- Jacobson L. y N.C.H. Lo y J.T. Barnes. 1994.** A biomass-based assessment model for northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin 92:711-724.
- King, D. and P. McLeod. 1976.** Comparison of the food and filtering mechanism of pilchard, *Sardinops ocellata* and anchovy *Engraulis capensis*, of the South West Africa, 1971 – 1972. Sea Fish Brand. Invest. Rep., 111:1-29.
- Konchina, Y. 1980.** The Peruvian Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, a facultative predator in the coastal Upwelling ecosystems. Journal of Ichthyology, 20(5):45-59
- Konchina, Y. 1983.** The feeding niche of the Hake *Merluccius gayi* (Merluccidae) and the Jack Mackerel *Trachurus symmetricus* (Carangidae) in the trophic systems of the Peruvian Coastal Upwelling. Journal of Ichthyology, 23(2):87-98
- Larson , O. and W. Mendenhall. 1983.** Statistics: a tool for the social sciencies. Duxbury Press, Boston.



- Lasker, R. 1975.** Field criteria for survival of anchovy larvae: the relationship between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fish. Bull.U.S. 73:453-462.
- Lasker, R. 1978.** The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California Current: Identification of factors contributing to recruitment failure. Rapp. P.v., Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 173:212-213
- Lillo, S. y M. Espejo. 1991.** Distribución y abundancia de sardina, jurel, anchoveta y caballa en primavera de 1991. En: Evaluación directa de recursos pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica. Zona Norte. Informe de Proyecto. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. (pp 57-81).
- Lluch-Belda, D., D. Lluch-Cota, S. Hernandez, C. Salinas y R. Schwartzlose. 1991.** Sardine an anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the california current system. 1991. CalCOFI Rep. 32:105-11.
- Mac Lennan, D. and J. Simmonds. 1992.** Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.
- MacCall, A. 1980.** The consequences of cannibalism in the stock-recruitment relationship of planktivorous pelagic fishes such as *Engraulis*. In: Workshop on the effects of environmental variation in the survival of larval pelagic fishes (G. Sharp, ed.). Intergovernmental Oceanographic Commission, WORKSHOP Report 28. IOC/UNESCO, Paris, 201-220



- Macclerman, D.N, and A. Menz. 1996.** Interpretation of *in situ* target-strenght data. ICES. Journal of Marine Science, 53:233-236. 1996.
- Matheron, G. 1971.** The theory of regionalized variables and their application. Les caheries du Centre de Morphologie Mathematique, Fascicule 5, Ecole des Mines de Paris, Bibliotheque de Fontainebleau.
- Mathur, D. 1977.** Food habits and competitive relationships of the bandfin shiner in Halawakee Creek, Alabama. The american Midland Naturalist, 97:89-100.
- Medwin H., and C. S. Clay. 1998.** Fundamentals of Acoustical Oceanography. Academic Press, 712 p.
- Mendelson, R. 1989.** Reanalysis of Recruiement Estimates of the Peru Anchoveta in Relationship to other population Parameters and the Surrounding Environment. ICLARM Conf. Proc. 18:364-85.
- Mendo, J., L. Pizarro and S. Castillo. 1987.** Monthly turbulence and Ekman transport indexes 1953 to 1985, based on local wind record from Trujillo and Callao, Peru. P. 75 – 88:*In*: D. Pauly and I. Tsukayama (Eds.). The peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem. Three decades of change. ICLARM Studies and Review 15. 351 p. Instituto del Mar del Perú. (IMARPE).



- Merino, C., L. Herrera y E. Santander. 1990.** Oceanografía biológica. Fitoplancton: composición, biomasa y distribución. En: Caracterización Bio-oceanográfica del área frente al Río Loa durante cruceros de reclutamiento. Parte III. Programa INPESCON 1990. Universidad Arturo Prat. Doc. Tec. 44C(4):118-245
- Methot, R. 1990.** Synthesis Model: An Adaptable Framework for Analysis of Diverse Stock Assessment Data. International North Pac. Fish. Comm. Bull N° 50: 259-277.
- Millero, F. and A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.
- Montecinos, A. 1991.** Efecto del Fenómeno El Niño en los vientos favorables a la surgencia costera en la zona norte de Chile. Tesis para optar al título de Oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso. 143 pp.
- Muzinic, R. 1960.** On the schooling and feeding habits of the sardine, *Sardina pilchardus* Walb., in aquarium. Preliminary observations. In: Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and Related species (Rosa, H. and G. Murphy, eds.) Rome, FAO, 3:1119-1123
- NODC. 1991.** Users Guide. National Oceanographic Data Center . N° 14. NOAA.
- Oliva, E. 1997a.** Variabilidad intra e interanual de la estructura comunitaria del zooplancton en el área de surgencia costera del norte de Chile (20,50°S – 22,00°S): 1990-1992. Tesis Magíster Biología Marina. Universidad de Oriente, 220 pp



- Oliva, E. 1997b.** Variabilidad espacio temporal del campo de biomasa zooplanctónica y su relación con el régimen de surgencia costera en el norte de Chile (20,50°S – 22,00°S): 1990-1992. VII COLACMAR, Sao Paulo, Brasil. II: 232-234
- Oliva, E., J. Braun y H. Arancibia. 1987.** Alimentación de la Sardina española, *Sardinops sagax* (Pises: Clupeiformes) en el norte de Chile. 2do. Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. II:323-332.
- Osses, J. 1999.** Distribución de la clorofila a y los feopigmentos. **En:** Monitoreo oceanográfico estacional de los recursos pelágicos en la I y II regiones. Proyecto FIP 97-02.
- Osses, J. 2000.** Análisis de pigmentos vegetales. **En:** Monitoreo bioceanográfico estacional de los recursos pelágicos en la I y II Regiones. pp 70- 76. Informe Final Proyecto FIP 99-11. Fondo de Investigación Pesquera.
- Pallares, R. y M. Hall. 1974.** Análisis bioestadístico – ecológico de la fauna de copépodos asociados a los bosques de *Macrocystis pyrifera*. *Physis*, 33(86):275-319
- Parsons, T., Y. Maita and C. Lalli. 1984.** A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press 173 pp.
- Parrish. R.H. y A.D. Mac Call. 1978.** Climatic variations and exploitation in the pacific mackerel fishery. Calif. Dep. Fish. Game. Fish. Bull. 167:109 p.



- Peterman, R.M., M.J. Bradford, N.C.Lo and R.D. Methot. 1988.** Contribution of early life stages to interannual variability in recruitment of northern anchovy (*Engraulis mordax*). Can. J. Fish. Aquat. Sci.45.8-16.
- Petitgas, P. 1993.** Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. ICES J. mar. Sci., 50: 285-298.
- Pitcher, T. y P.J.B. Hart. 1982.** Fisheries Ecology. The Avi. Publishing Company. I.N.C. Westport; Connecticut. 414 p.
- Robotham, H and 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.
- Rodríguez, L., O. Guzmán y P. Pineda. 1983.** Estudio de recursos pelágicos. Programa de monitoreo de recursos pelágicos. II Prospección zona Constitución - Isla Mocha (35°20'- 38°22' S.). Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo (AP. 83-32). Instituto de Fomento Pesquero Santiago, Chile.
- Rojas de Mendiola B. (1980).** Summary of the studies about food and feeding habits of the anchovy (*Engraulis ringens* J.). IOC workshop Report N°28: 221-231.
- Rojas de Mendiola, B and N. Ochoa. 1973.** Observation on the food and feeding habits of the anchova *Engraulis ringens* (Jenyns) made during cruise 6908-09. In: Oceanography of the South Pacific (R. Frases, ed.). New Zealand Nat. Comm. For UNESCO. Wellington, 457-461.



- Rojas de Mendiola, B. y O. Gómez. 1981.** Primera alimentación, sobrevivencia y tiempo de actividad de larvas de anchoveta (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Mar Perú-Callao. Vol Extr. ICANE, 72-79.
- Rojas de Mendiola, B. 1969.** The food of the Peruvian anchovy. J. Cons. Int. Explor. Mer., 32(3):433-434.
- Rojas de Mendiola, B. 1980.** Summary of the studies about food and feeding habits of the anchovy (*Engraulis ringens* J.). In: Workshop on the effects of environmental variation in the survival of larval pelagic fishes (G. Sharp, ed.). Intergovernmental Oceanographic Commission, WORKSHOP Report 28. IOC/UNESCO, Paris, 221-231
- Rosenberg, A (Edit). 1993.** Defining overfishing- Defining Stock Rebuilding. Report of the Second Annual National Stock Assessment Workshop. NOAA TECH.Memo. NMFS-F/SPO-8. La Jolla Laboratory Southwest Fisheries Science Center National Marine Fisheries Service, NOAA. La Jolla California, March 31- April 2, 1992. 67 p.
- Roy, C., P. Cury and S. Kifani. 1992.** Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. mar. Sci. 12: 135 - 146.
- Ryther, J.H., D.W. Menzel, E.M. Hulburt, C.J. Lorenzen & N. Corwin. (1971).** Production and utilization of organic matter in Perú coastal current. Investigación Pesquera. 35: 43-59.



- Santander, H., J. Alheit, A. MacCall and A. Alamo. 1983.** Egg mortality of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) caused by cannibalism and predation by sardines (*Sardinops sagax*). FAO Fisheries Report 291(3): 1011-1025
- Scalabrin C., 1991.** Recherche d'une méthodologie pour la classification et l'identification automatiques des détections acoustiques des bancs de poissons. Rapp. IFREMER, DITI/NPA 91.23.
- Scalabrin, C. and J. Massé. 1993.** Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 1993, 6, 269-283.
- Schoener, T. 1970.** Non – synchronus spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecology, 51:408-418
- Shaffer G., S. Salinas, O. Pizarro, A. Vega y S. Hormazabal. 1995.** Currents in the deep ocean off Chile (30°S). Deep-Sea Res. Vol 42(4), pp 425-436.
- Shannon, D. 1949.** A mathematical theory of communication. Bell system Tech. J. 27:379-423
- Sharp, G. 1980.** report of the Workshop on effects of enviromental variation on survival of larval pelagic fishes. In: IOC Workshop report N° 28:15-59.
- Shelton, P., L. Hutchings. 1990.** Ocean Stability and Anchovy Spawning in Southern Benguela Current Region. Fishry Bulletin, U. S. 88:323-38.



- Shotton R. y Bazigos G.P. 1984.** Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.
- Silva, N. Y D. Konow H. 1975.** Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4 , julio - agosto 1974. Rev. Com Per. Pacífico Sur, (3) : 63-75.
- Silva, N. Y H. Sievers. 1981.** Masas de agua y circulación en la región de la rama de la Corriente de Humbolt. Latitude 18°S -33°S (Operación Oceanográfica "MARCHILE X ERFEN I). Cienc. y Tec. del Mar. CONA. 5:5-50.
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991.** Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p. (Figures).
- Simpson , J.J. And T.D. Dickey. 1981.** The relationship between downward irradiance and upper ocean structure. J. Phys. Oceanogr 11:309
- Skillman, R. A., & m. Y. Y. Yong. 1974.** Length-weight relationships for six species of billfishes in the central Pacific Ocean. In R.S. Shomura and F. Williams (editor). Proceeding of the international Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and contributed papers, p. 126-137. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675.
- Smith, P.E. 1985.** Year- class strength and survival of 0-group clupeoids. Can J. Fish. Aquat. Sci. 42 (Suppl 1): 69-82.



- Smith, P.E. y S. Richardson. 1979.** Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Documentos Técnicos de Pesca N° 175.
- Strickland, J.D.H y T.R. Parsons. 1968.** A practical handbook for seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 167:311 pp.
- Swartzman, G., W. Stuetzle, W., K. Kulman, and M. Powojowski. 1994.** Relating the Distribution of Pollock schools in the Bering Sea to environmental factors. ICES Journal of Marine Science, 51: 481-492.
- UNESCO. 1981 a.** The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.
- UNESCO. 1981 b.** Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.
- Wallace, R. 1981.** An assesment of the diet – overlap indexes. Trans. A. Fish. Soc., 110(1):72-76
- Walters, C. J. 1981.** Optimum escapements in the face of alternative recruitment hypothesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 678- 689.
- Wolter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 page.
- Yamashita, H. 1957.** Relation of the food of Sardine, Jack Mackerel, and so on, in the waters adjacent to west Kyoshu. Bull. Sekai Reg. Fish. Lab., 11:45-53



Zar, Jerrold H. (1974). Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Clifs, N. J.

Zaret, T. and S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: Support for the competitive exclusion principle. Ecology, 52:336-342.

FIGURAS

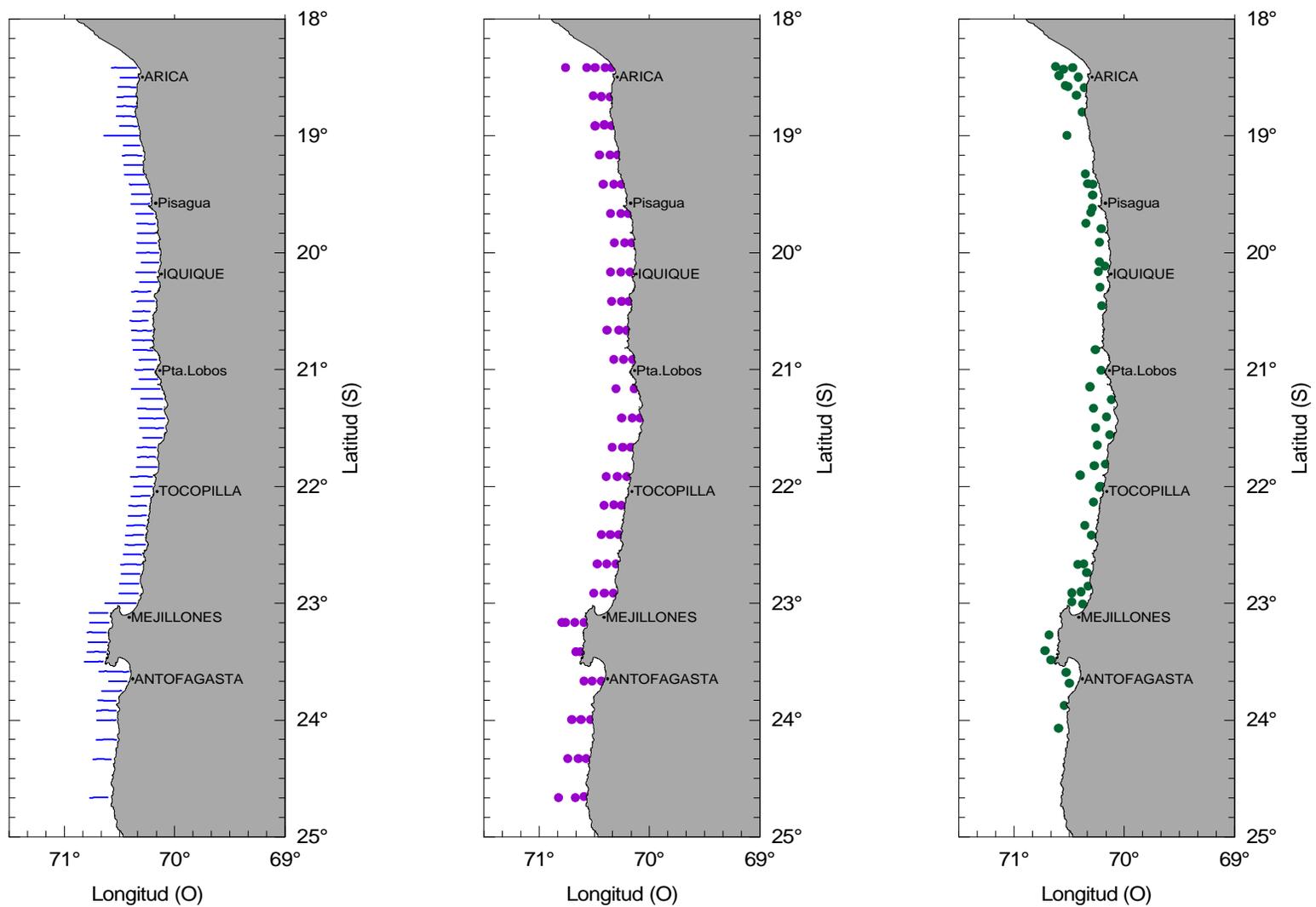


Figura 1. Localización de transectas, estaciones de muestreo bio-oceanográficas y lances de pesca. Crucero RECLAN 0111.

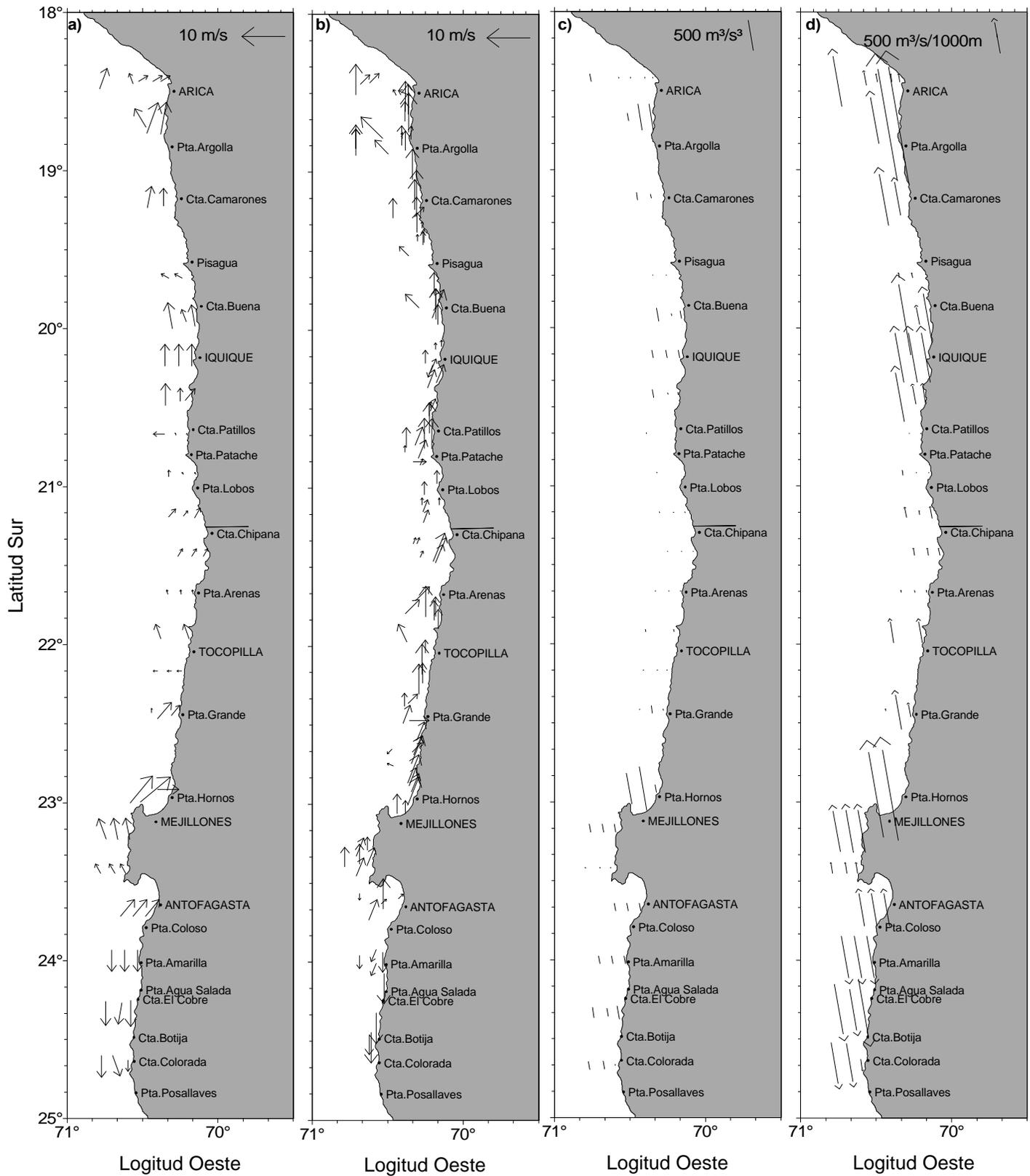


Figura 2. a) Intensidad y dirección del viento en las estaciones oceanográficas, b) Intensidad y dirección del viento de bitácora de puente, c) Turbulencia y d) índice de surgencia (Í positivo). Crucero Reclan 0111.

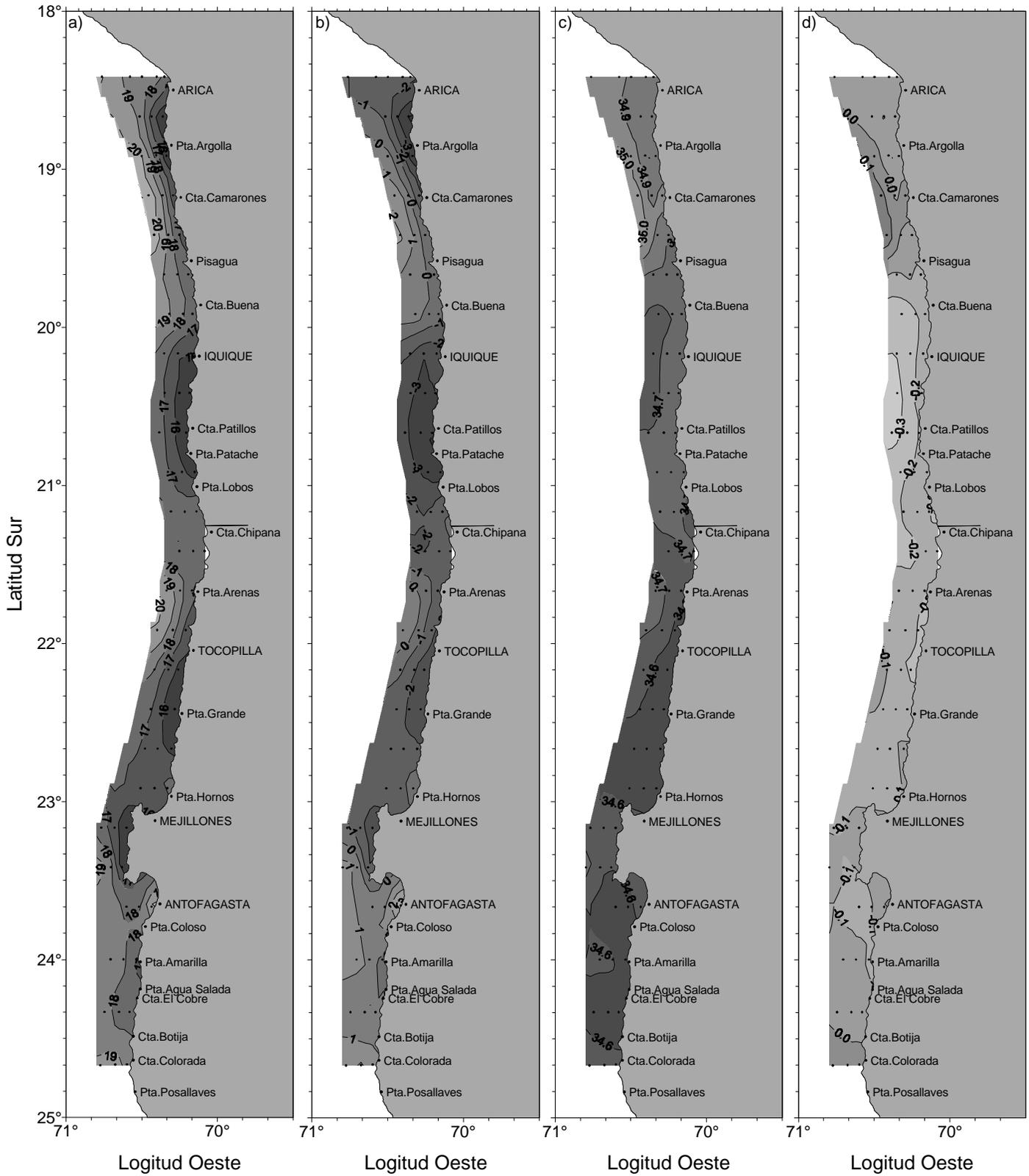


Figura 3. Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (psu), d) Anomalía de salinidad (psu). Crucero RECLAN 0111.

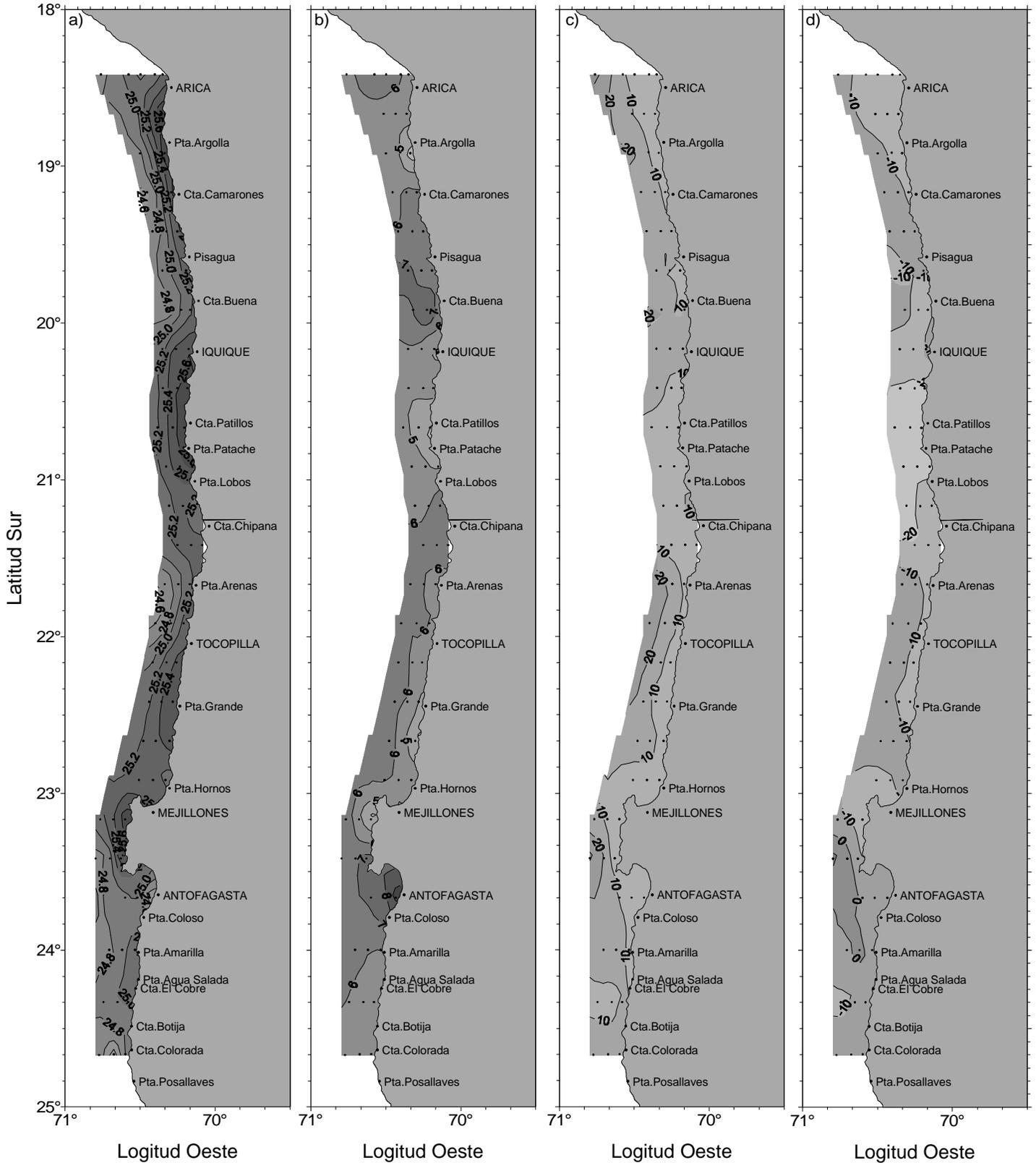


Figura 4. Distribución superficial de a) densidad (σ_t) y b) oxígeno disuelto (mL/L). Ubicación en la vertical de c) profundidad de la isoterma de 15° C (m, y valor de d) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C (m). Crucero RECLAN 0111.

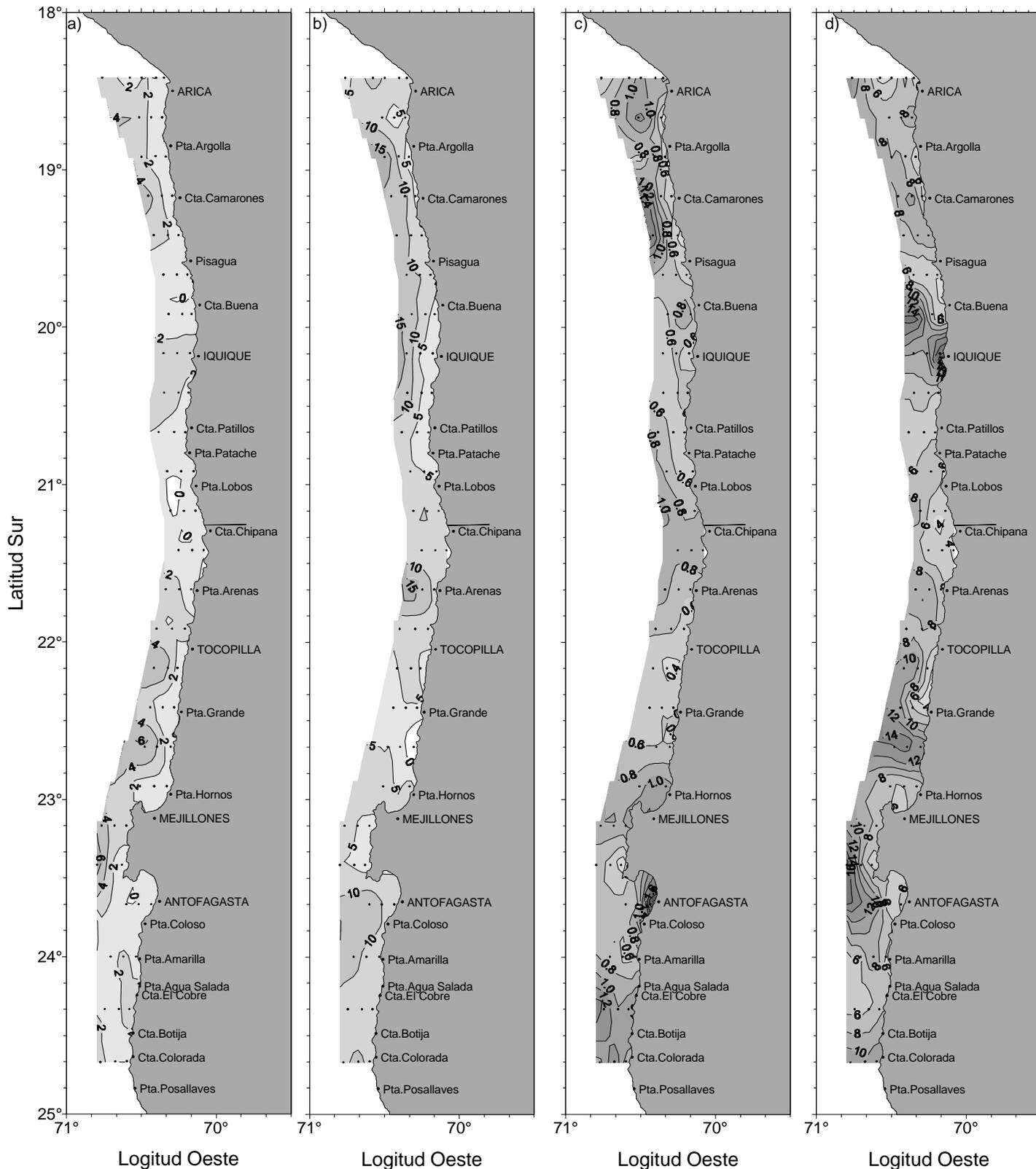


Figura 5. a) Profundidad de la capa de mezcla (m), b) espesor de la termoclina (m), c) máximo gradiente de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) y d) profundidad del máximo gradiente (m). Crucero RECLAN 0111.

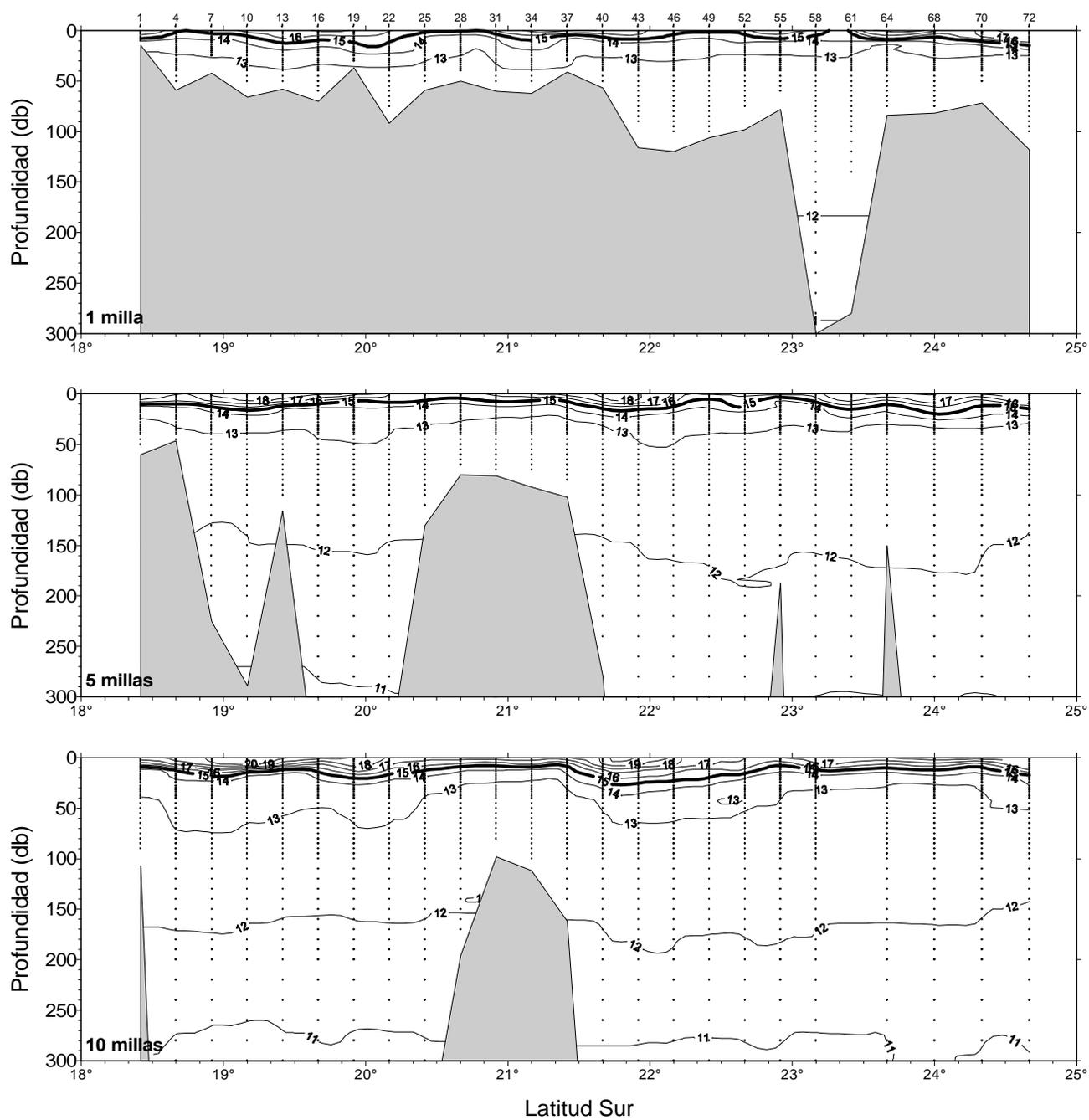


Figura 6. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la temperatura (°C). Crucero RECLAN 0111.

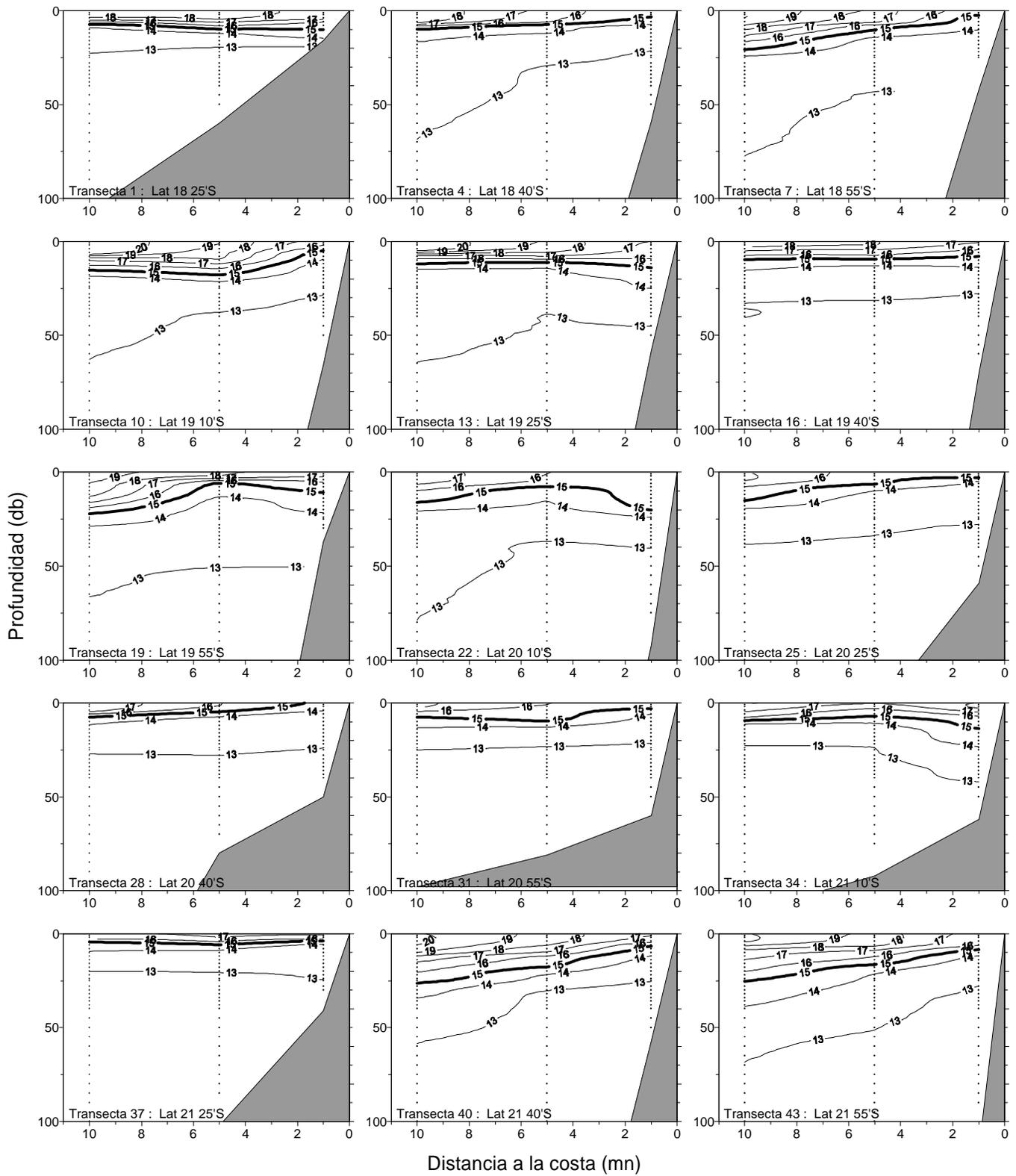


Figura 7. Distribución vertical de la temperatura (°C) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

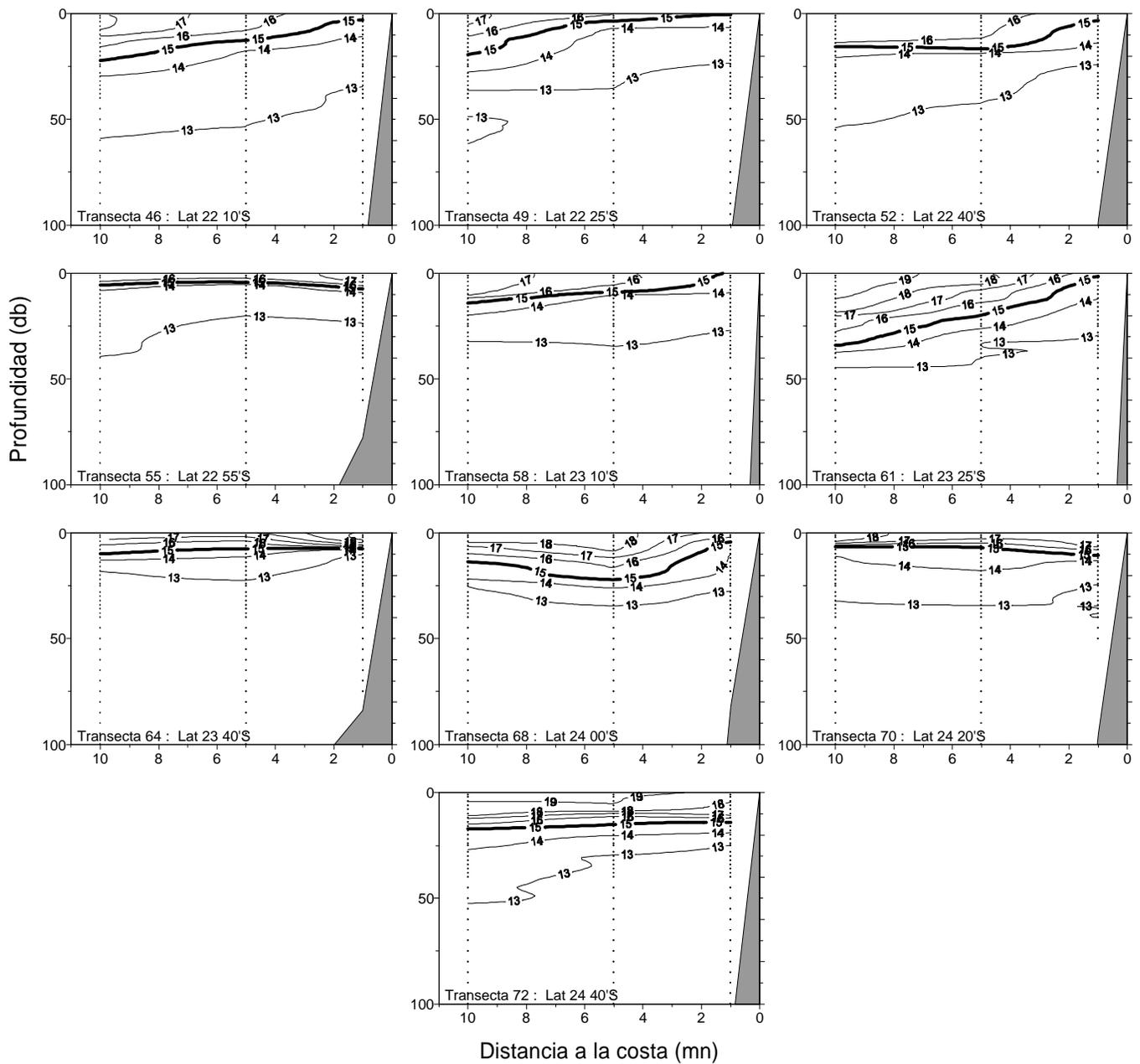


Figura 8. Distribución vertical de la temperatura (°C) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

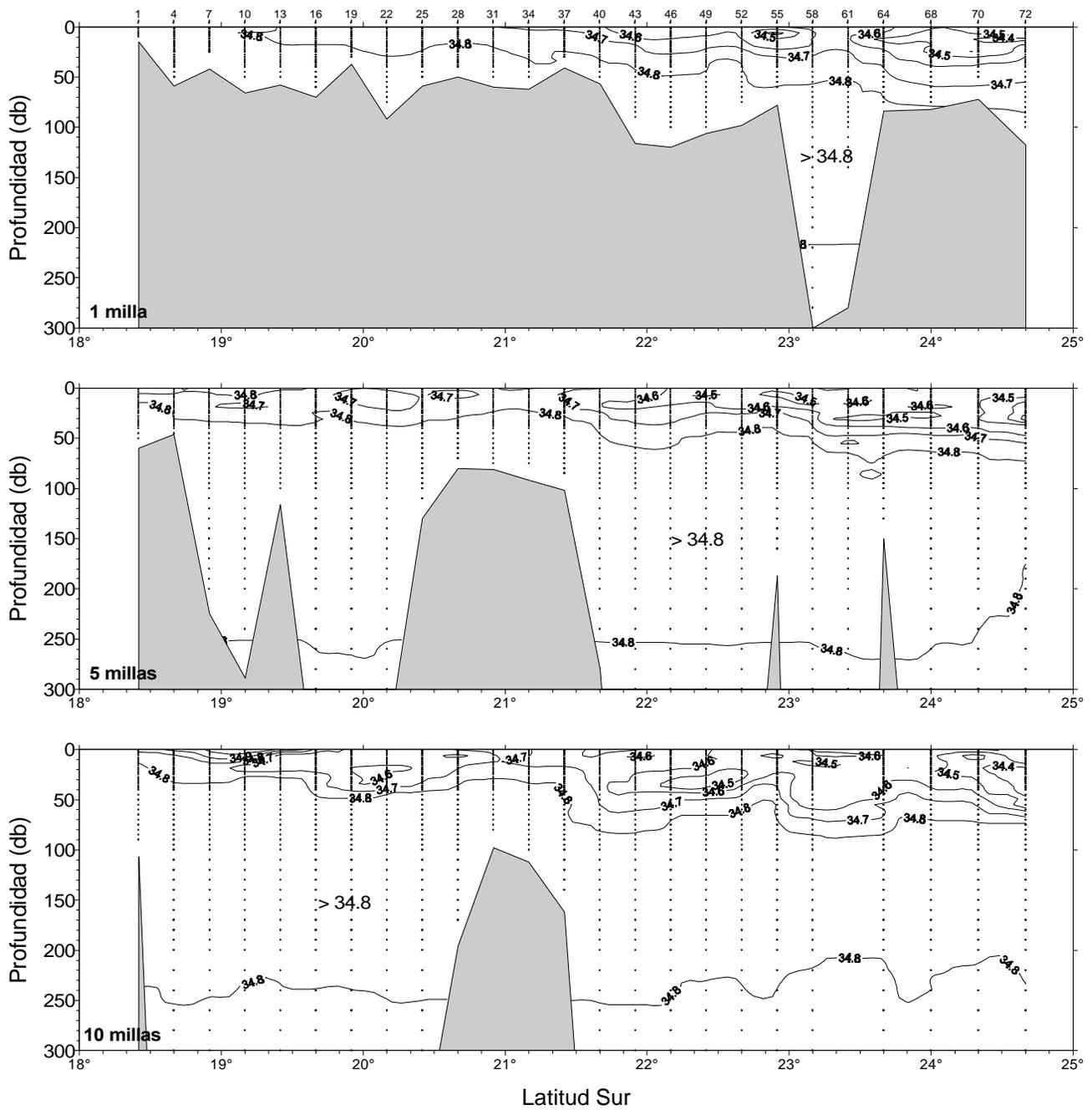


Figura 9. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la salinidad (psu).
Crucero RECLAN 0111.

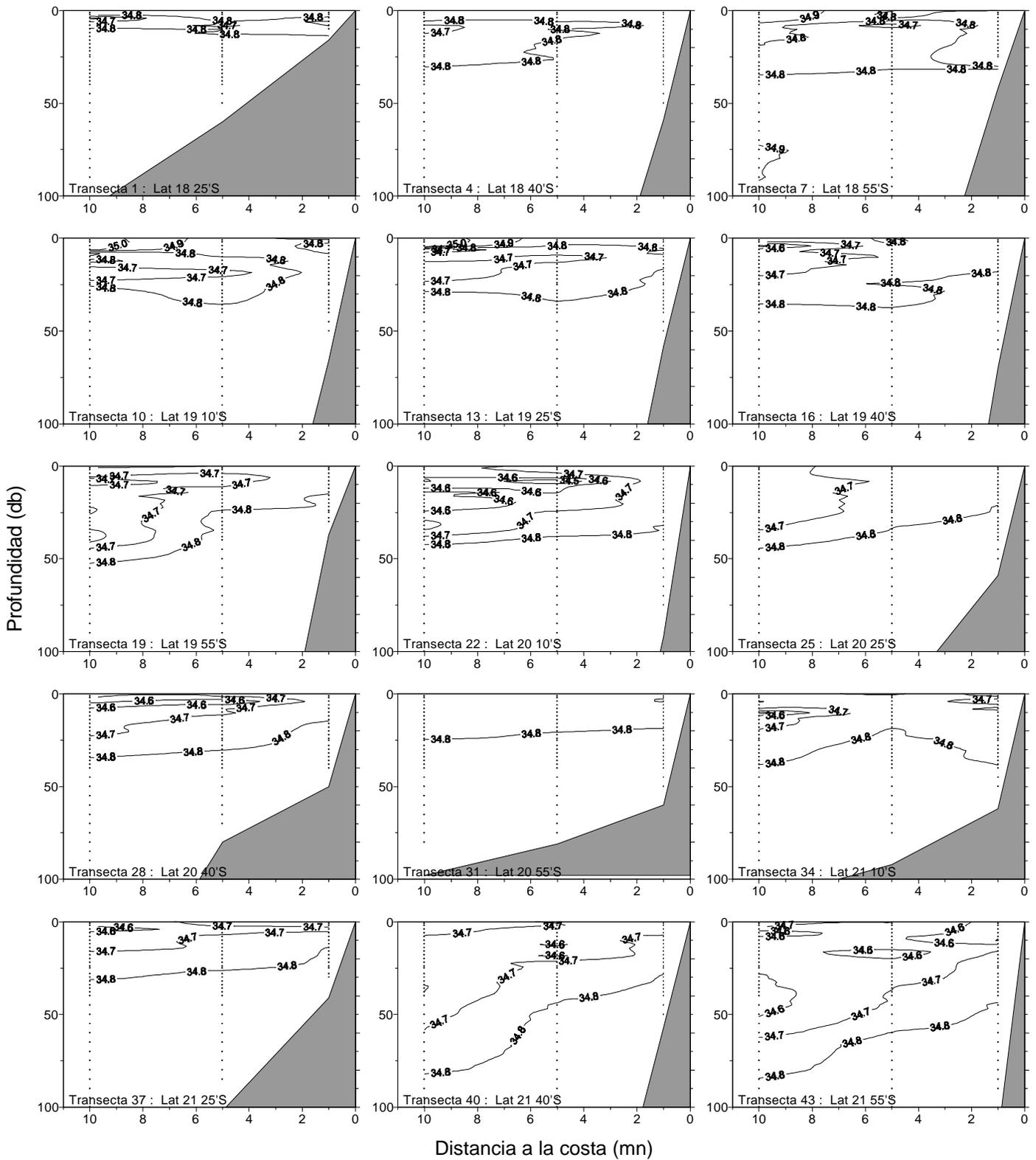


Figura 10. Distribución vertical de la salinidad (psu) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

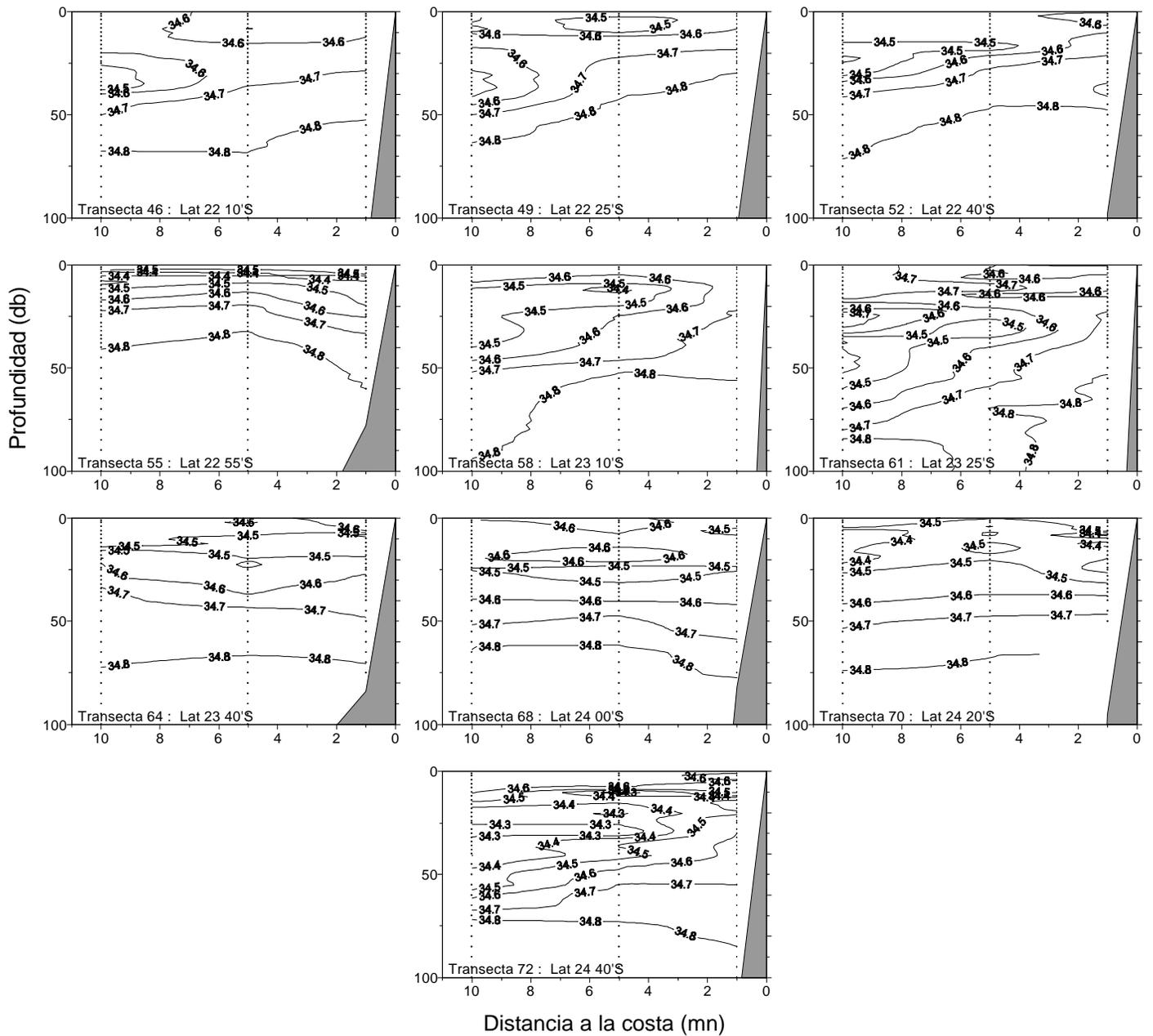


Figura 11. Distribución vertical de la salinidad (psu) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

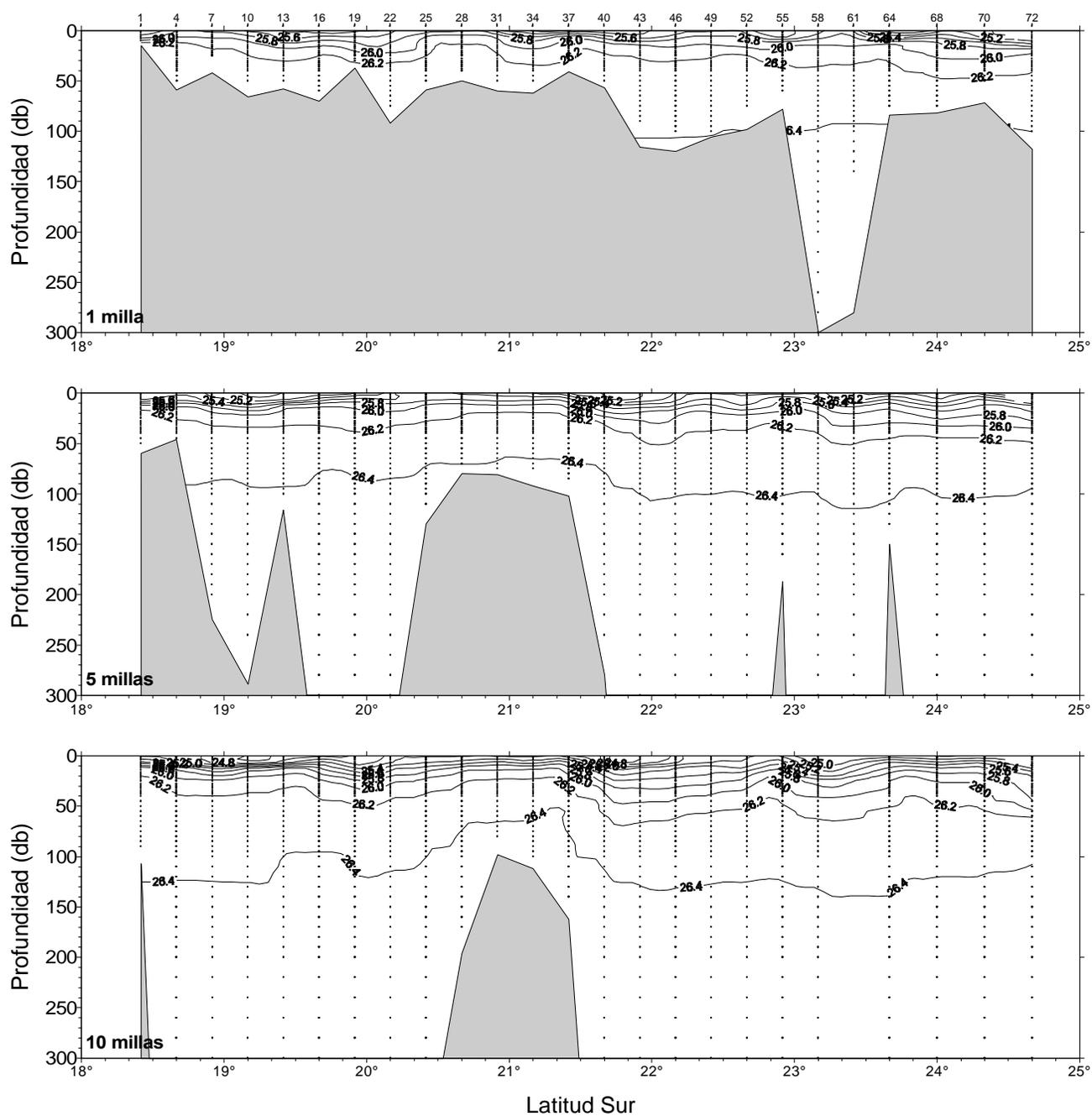


Figura 12. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la densidad (sigma-t).
Crucero RECLAN 0111.

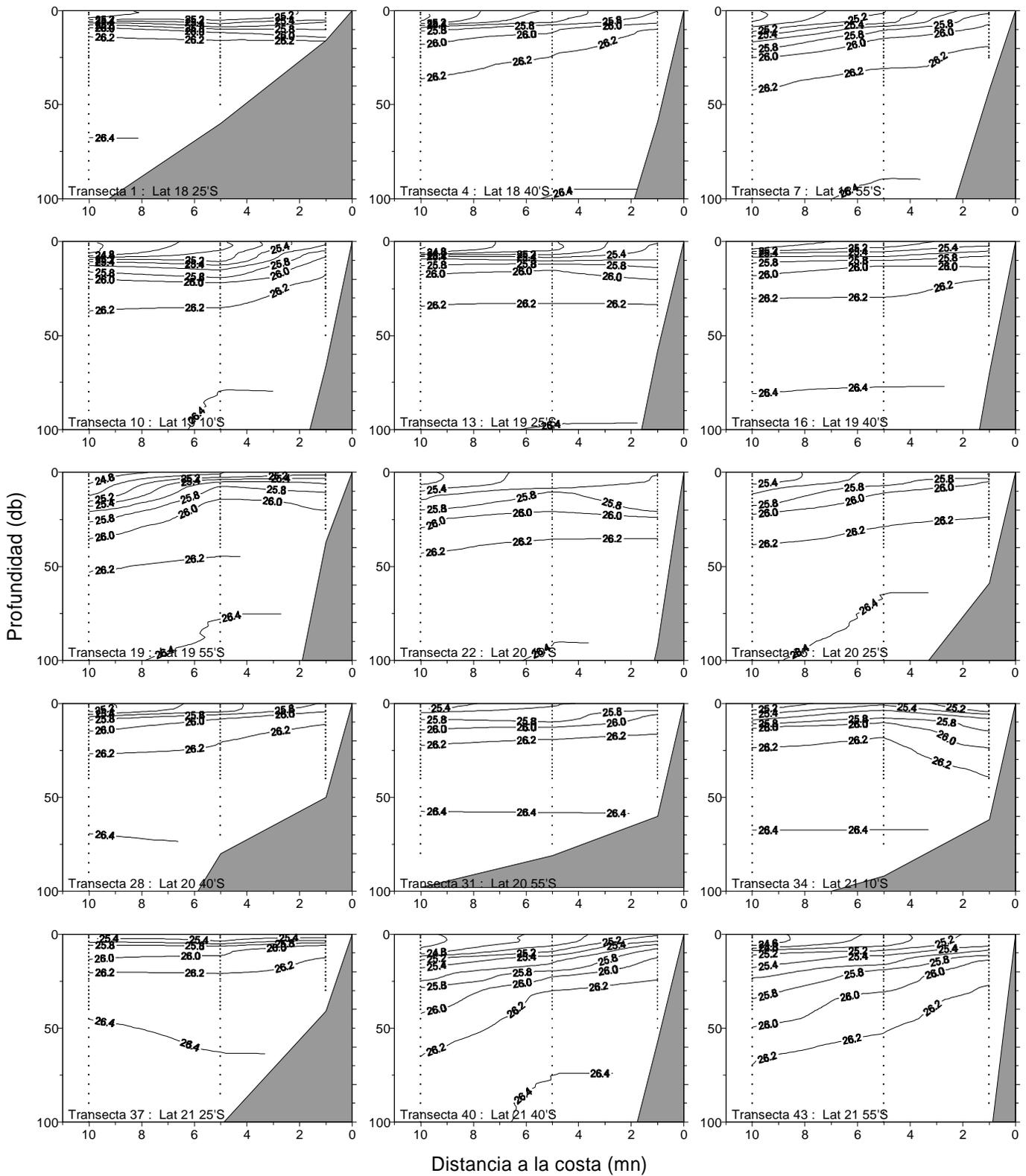


Figura 13. Distribución vertical de densidad (sigma-t) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

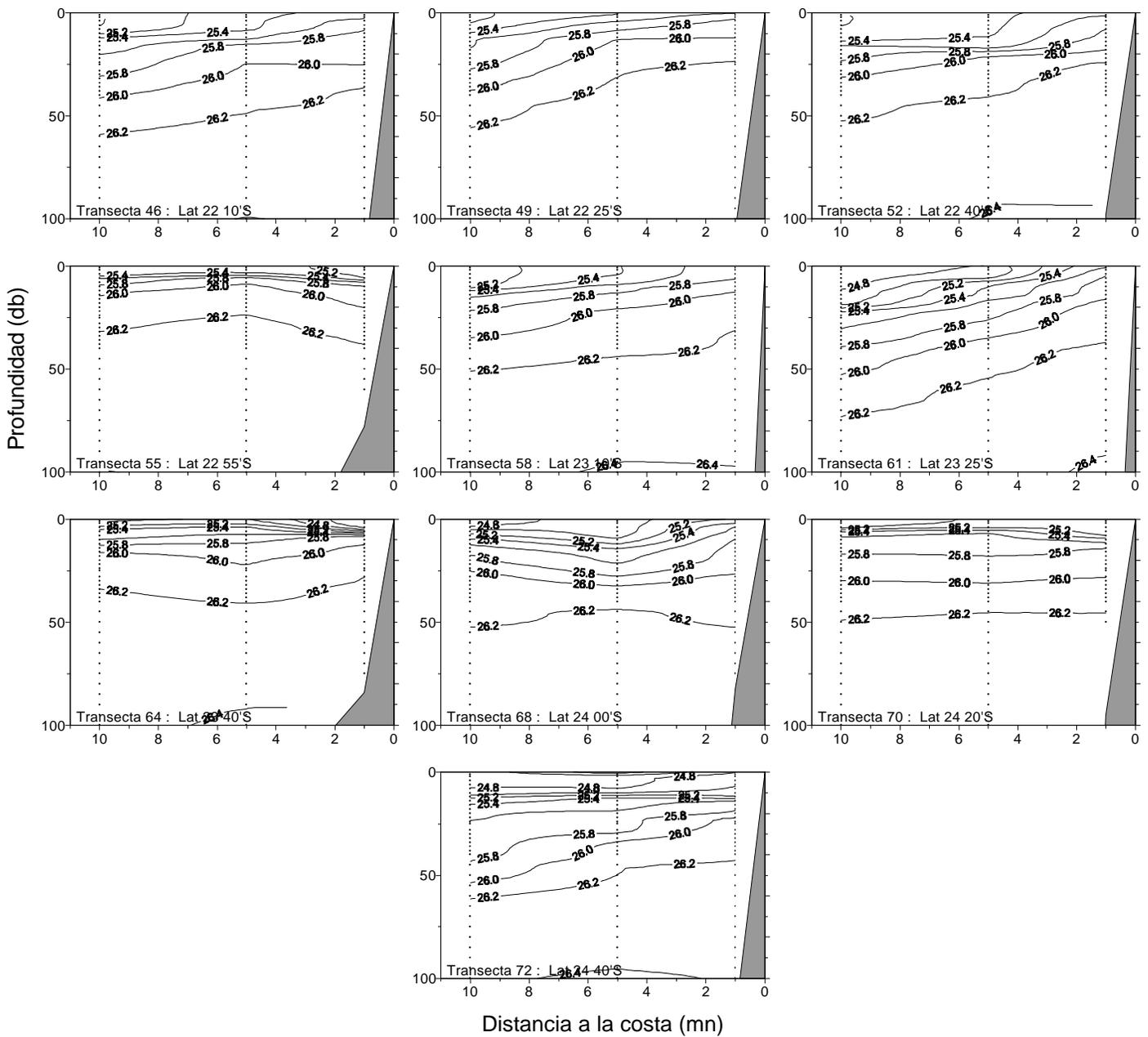


Figura 14. Distribución vertical de densidad (sigma-t) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

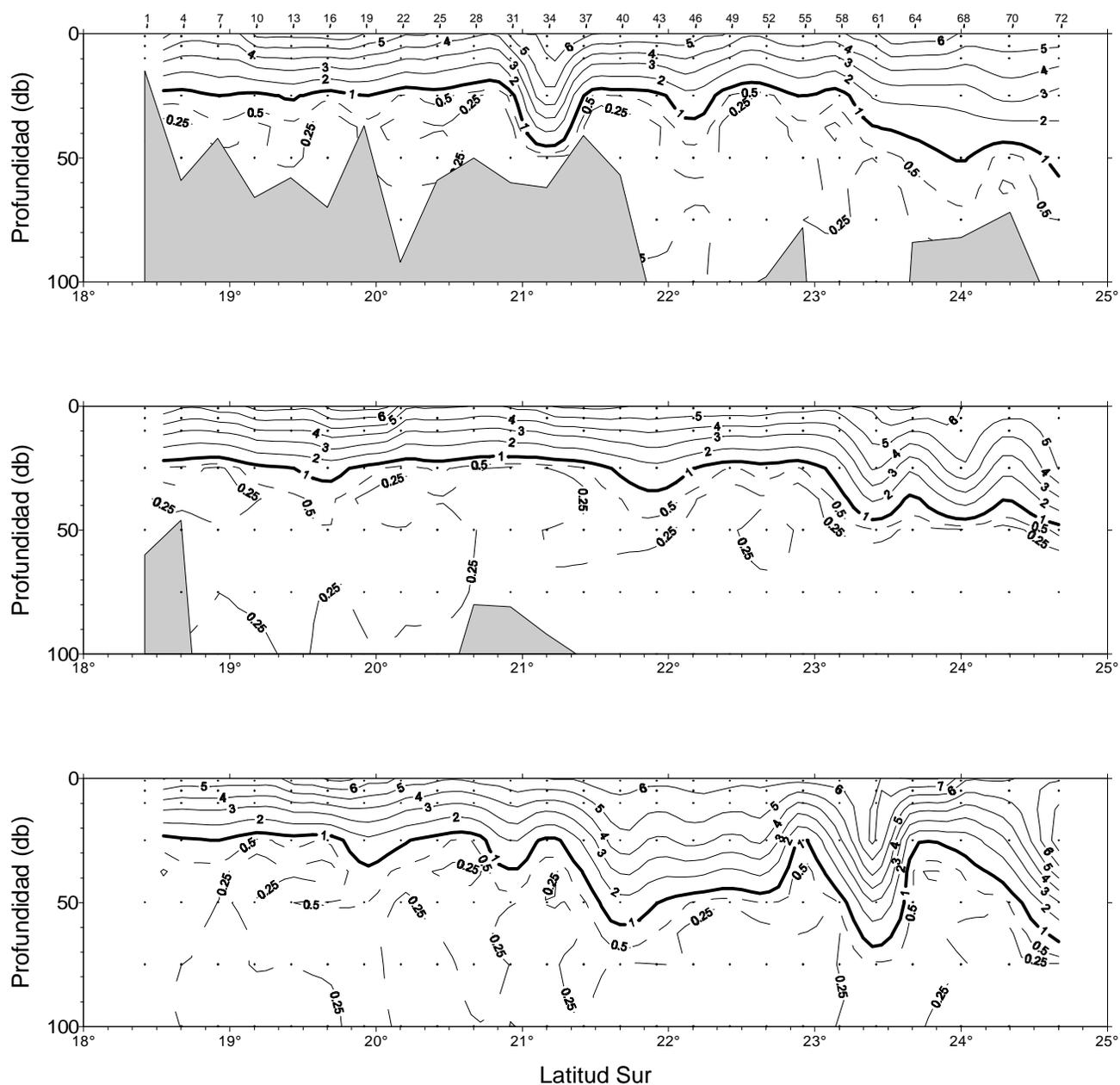


Figura 15. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn del oxígeno disuelto (mL/L). Crucero RECLAN 0111.

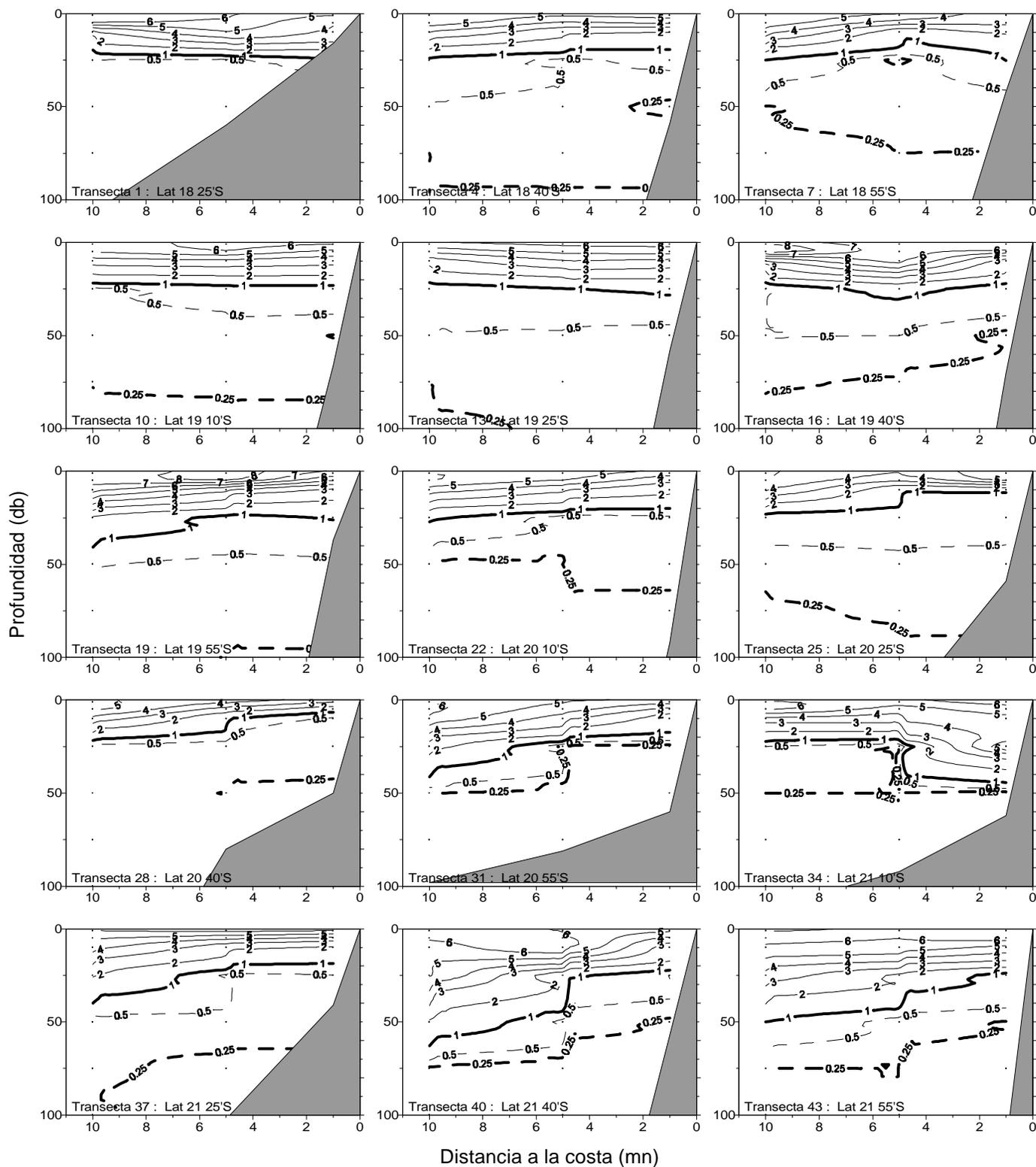


Figura 16. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

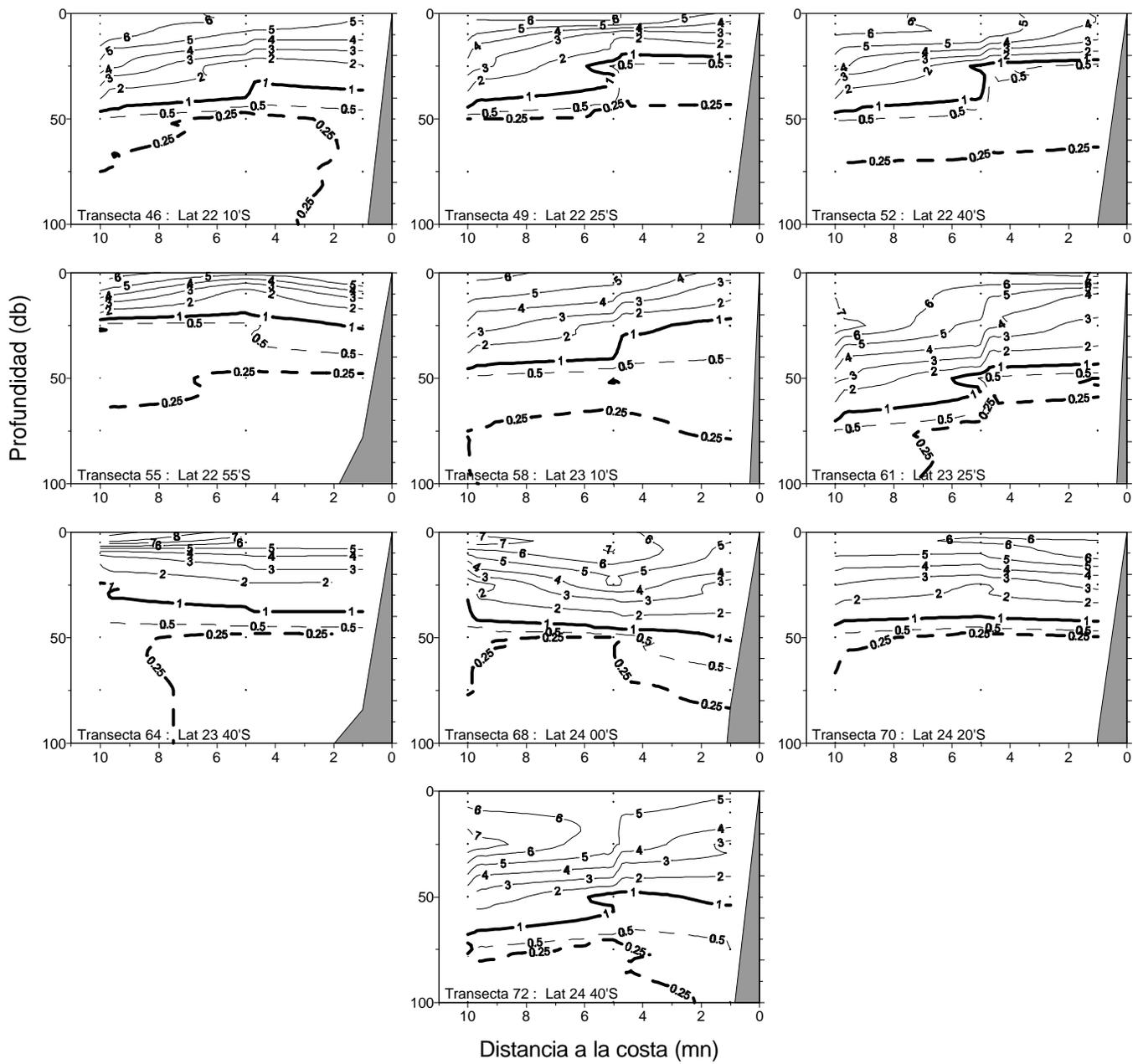


Figura 17. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en transectas perpendiculares a la costa. Crucero RECLAN 0111.

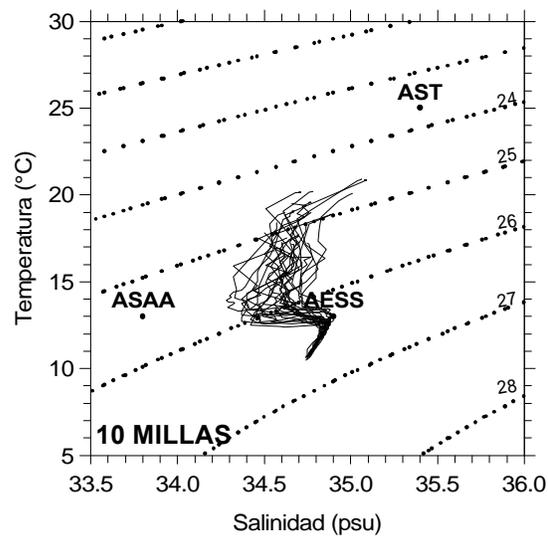
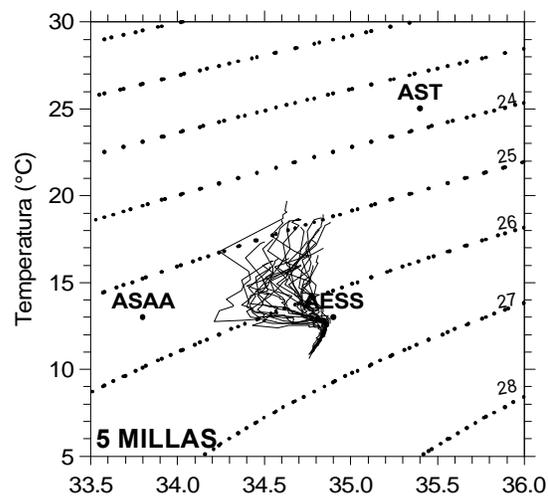
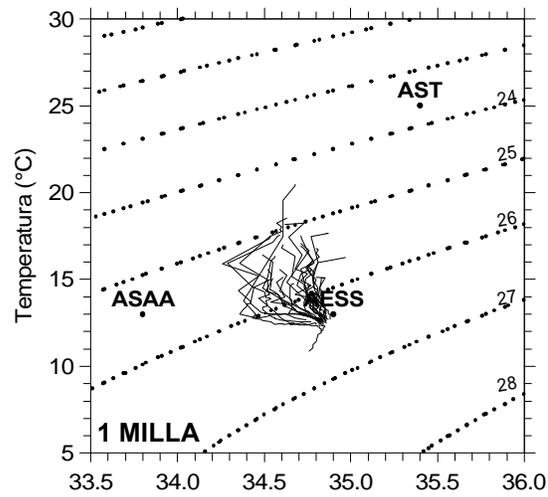


Figura 18. Diagramas t-s de las estaciones agrupadas por distancia a la costa. Crucero RECLAN 0111.

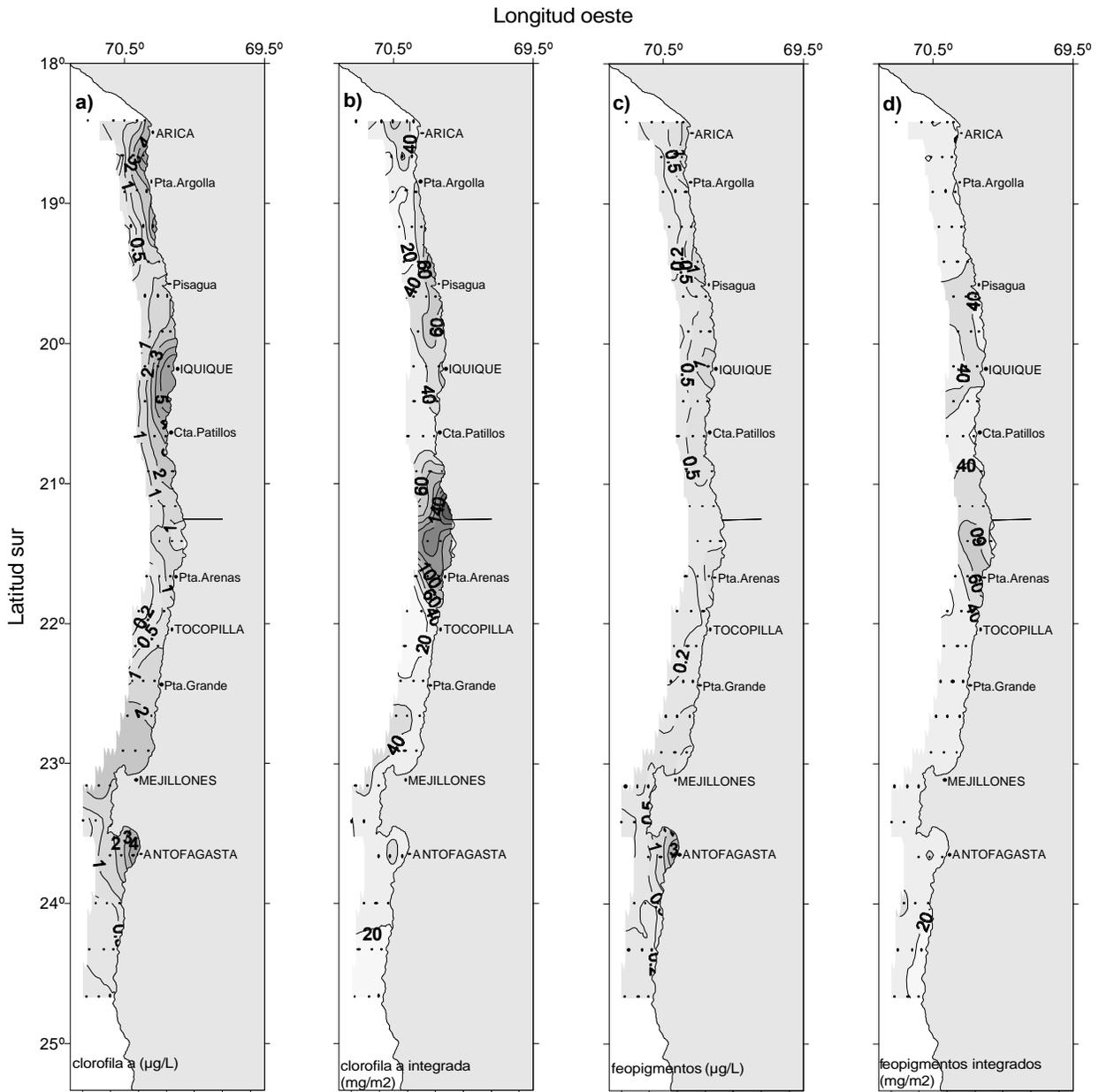


Figura 19. Distribución superficial de: a) clorofila a ($\mu\text{g/L}$), b) clorofila integrada (mg/m^2), c) feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y c) feopigmentos integrados (mg/m^2). Crucero RECLAN 0112.

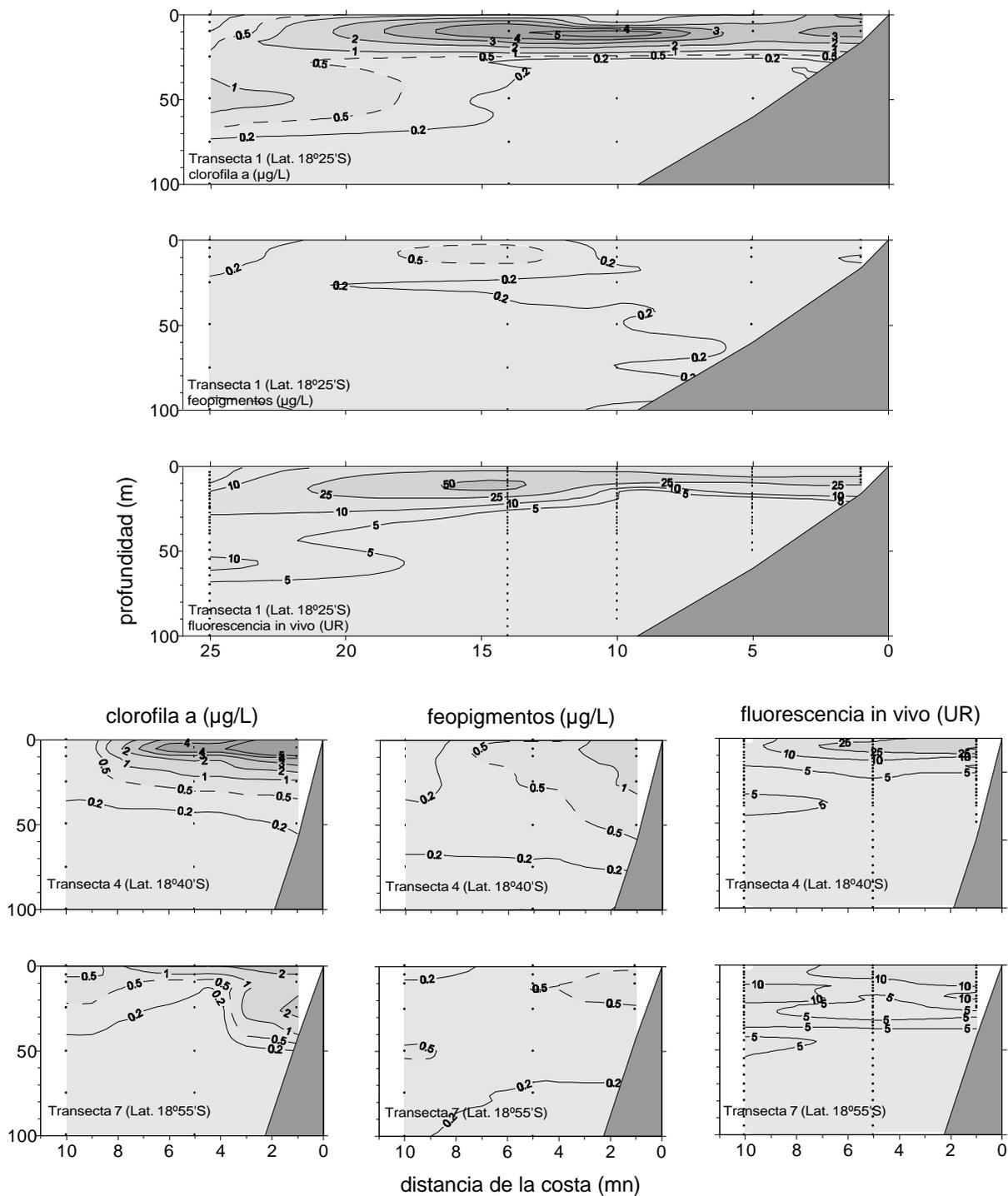


Figura 20. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (UR), transectas 1 a la 7. Crucero RECLAN 0112.

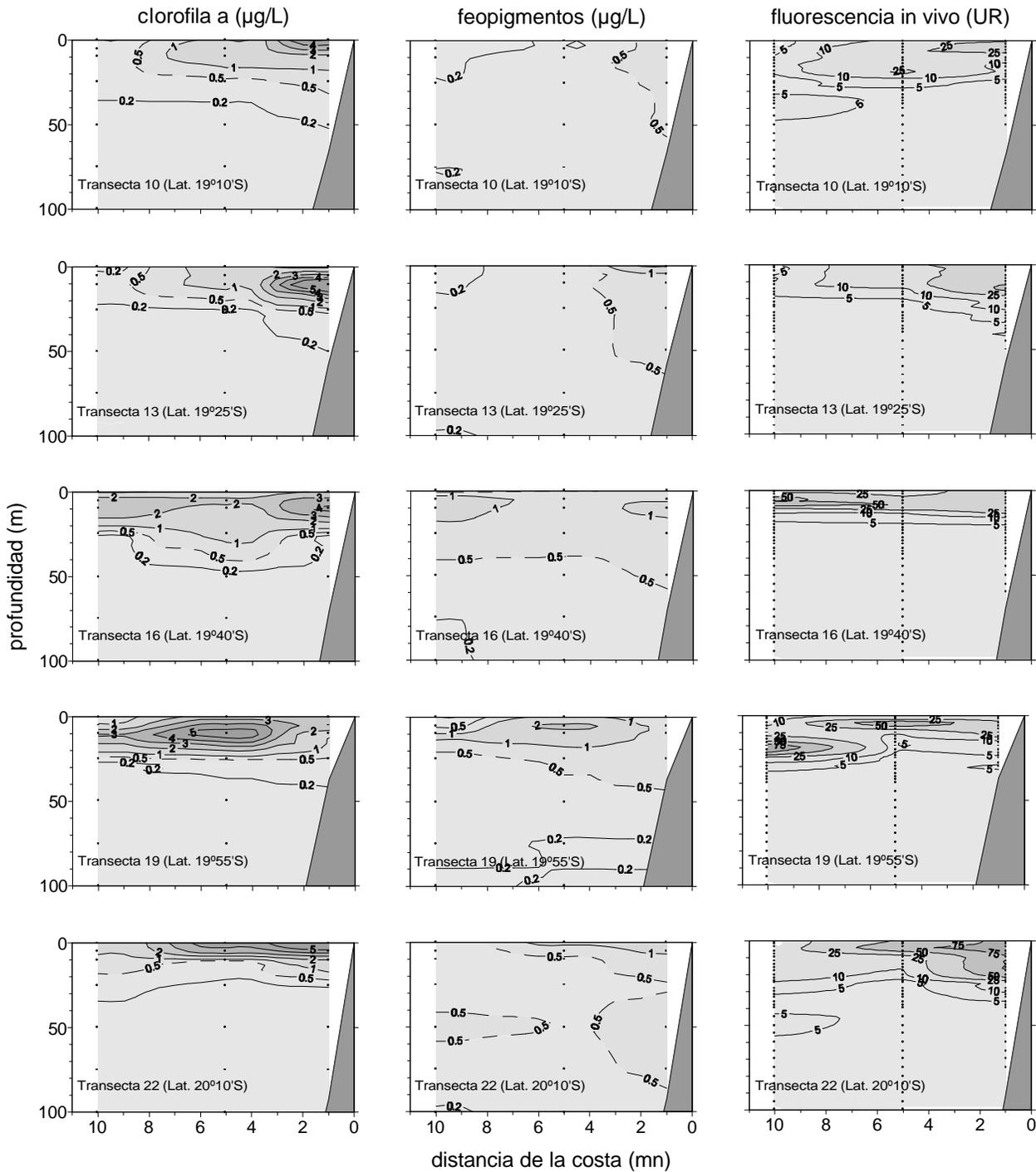


Figura 21. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (UR), transectas 10 a la 22. Crucero RECLAN 0112.

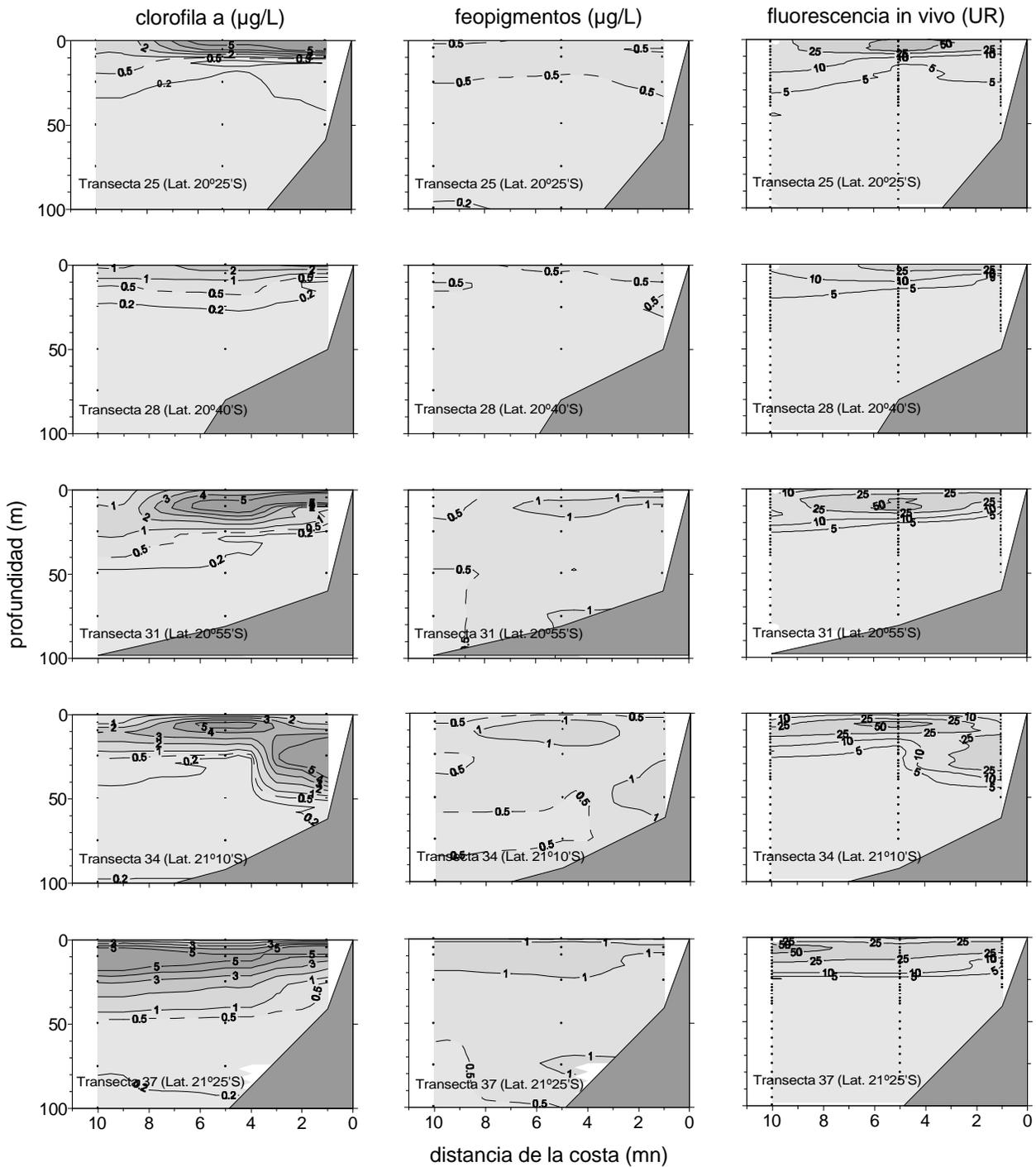


Figura 22. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (UR), transectas 25 a la 37. Crucero RECLAN 0112..

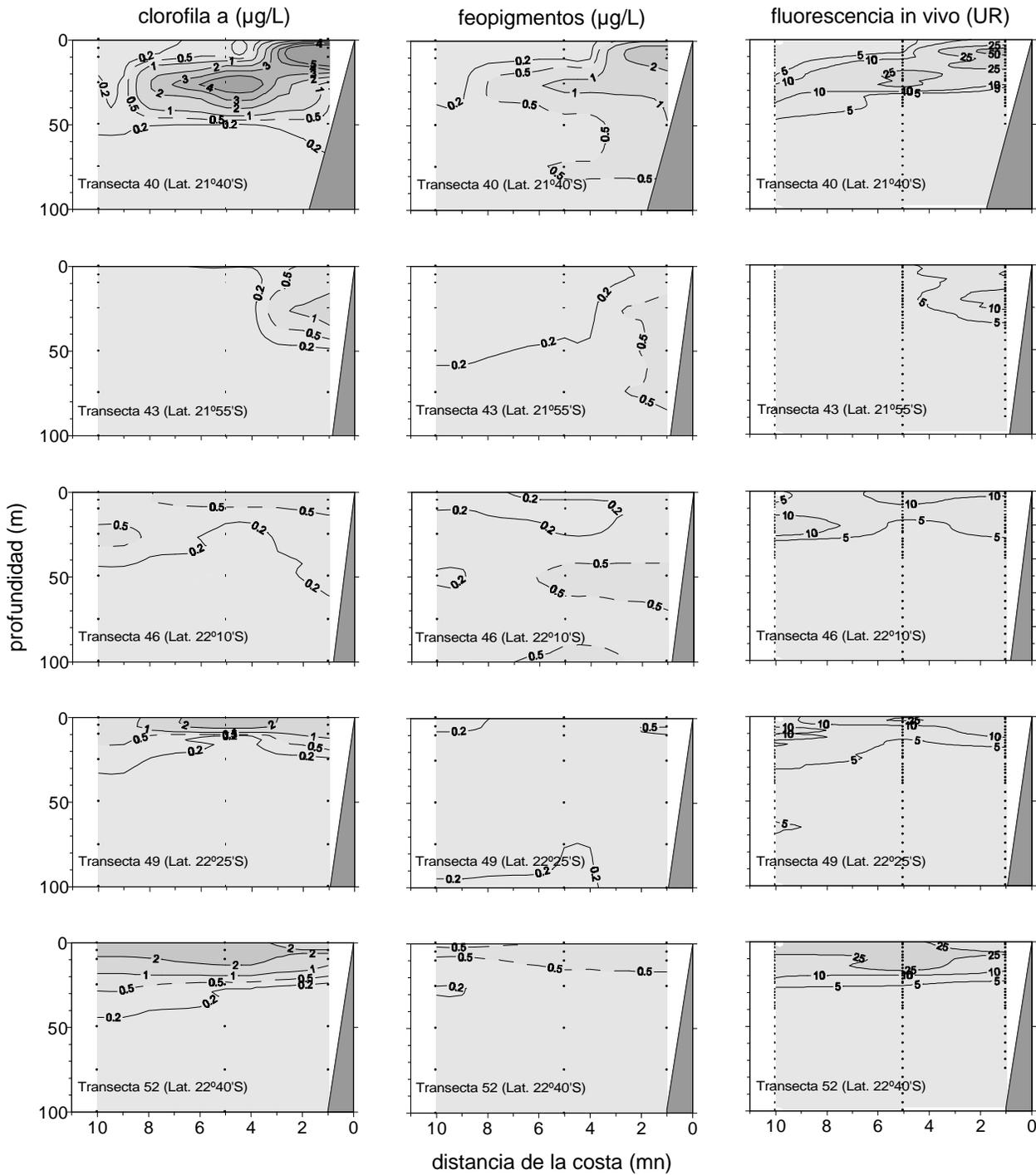


Figura 23. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (UR), transectas 40 a la 52. Crucero RECLAN 0112.

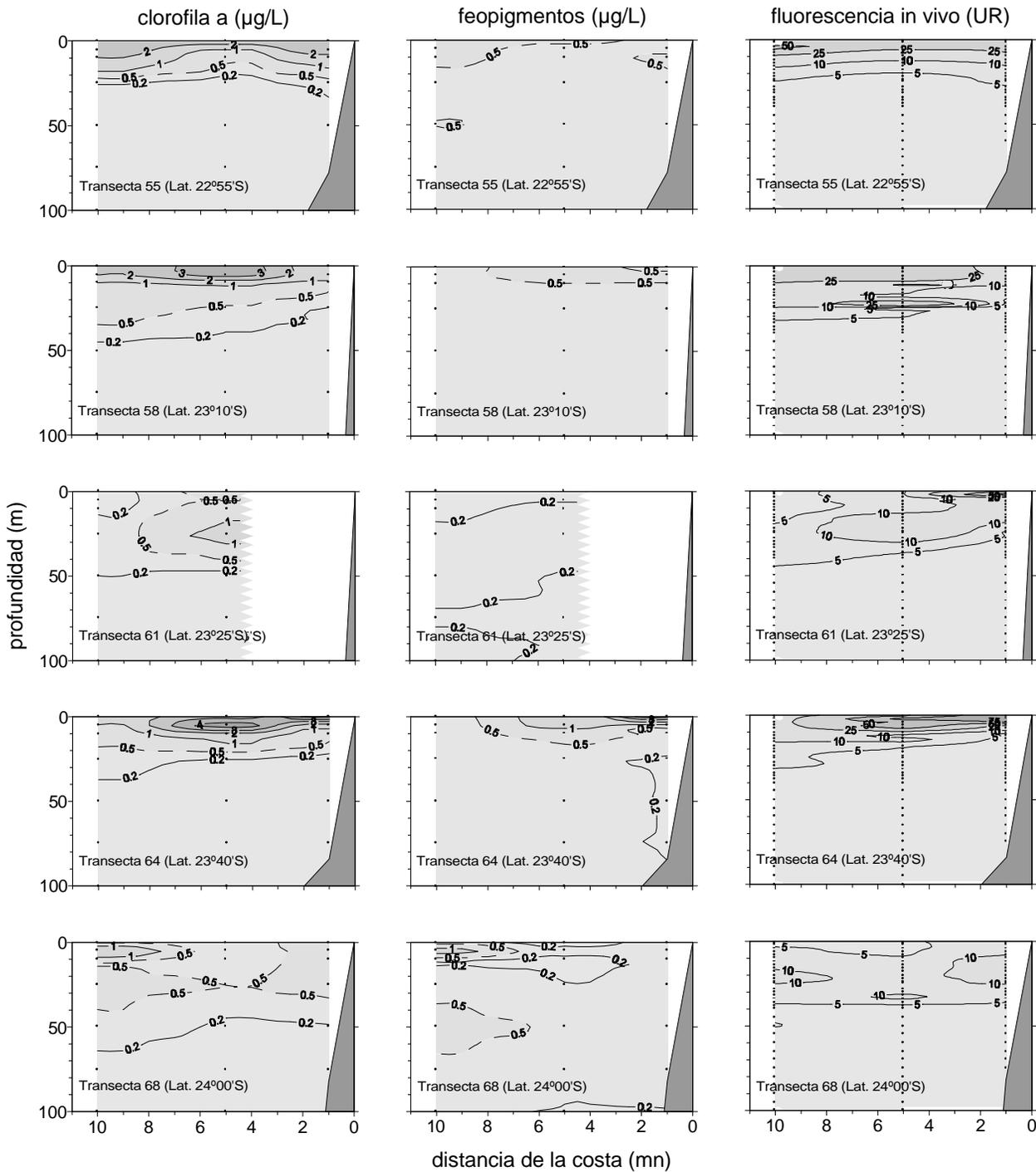


Figura 24. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (UR), transectas 55 a la 68. Crucero RECLAN 0112.

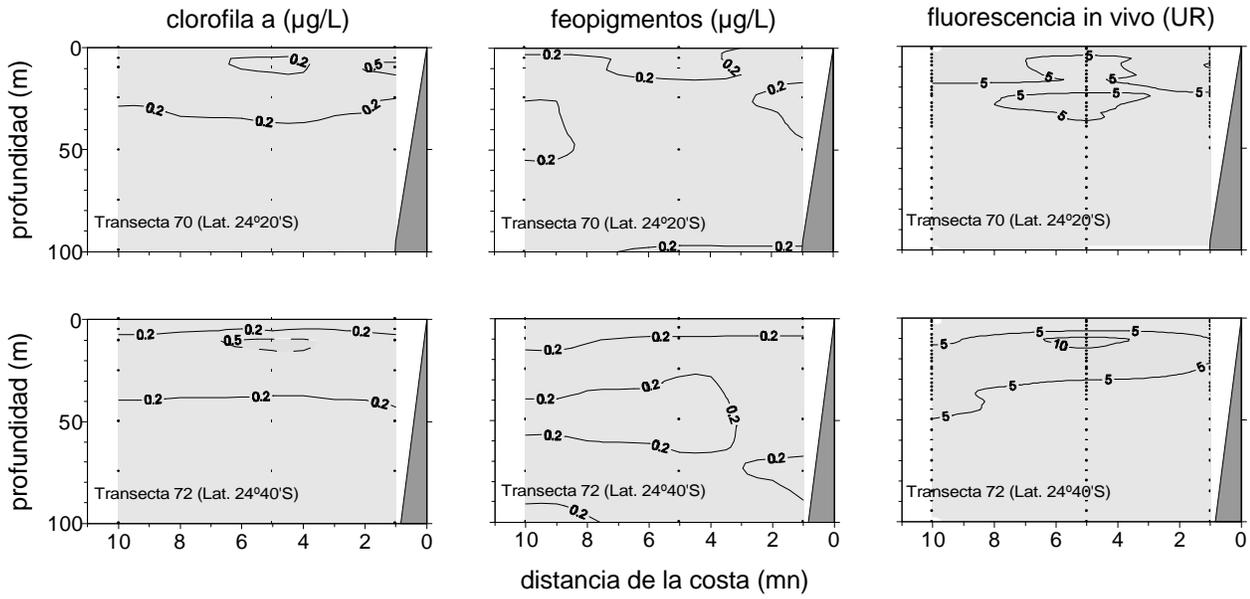


Figura 25. Distribución batimétrica de clorofila a ($\mu\text{g/L}$), feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) y fluorescencia in vivo (UR), transectas 70 y 72. Crucero RECLAN 0112.

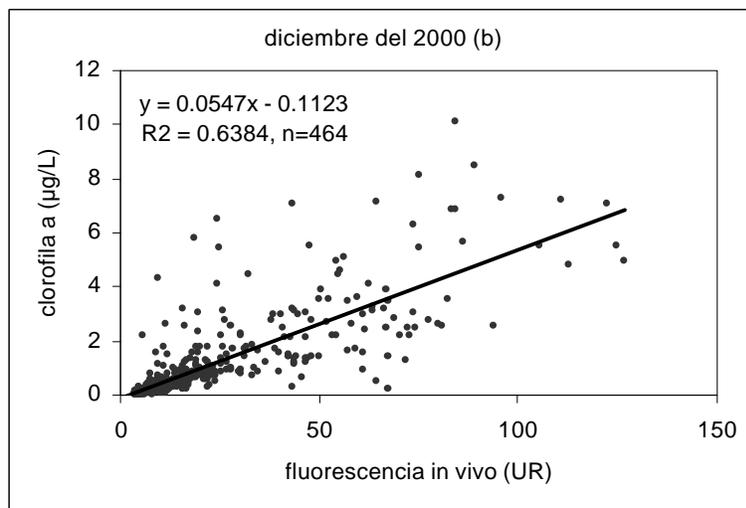
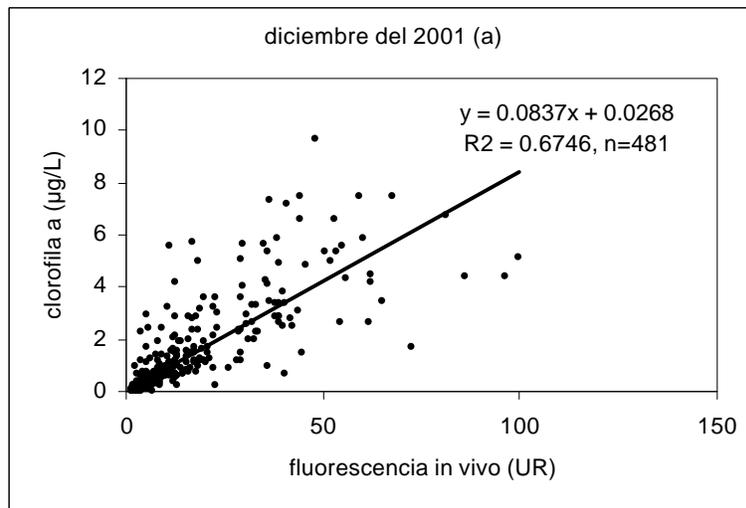


Figura 26. Relaciones funcionales entre la clorofila a versus la clorofila in vivo, en los años 2000 y 2001. Crucero RECLAN 0112.

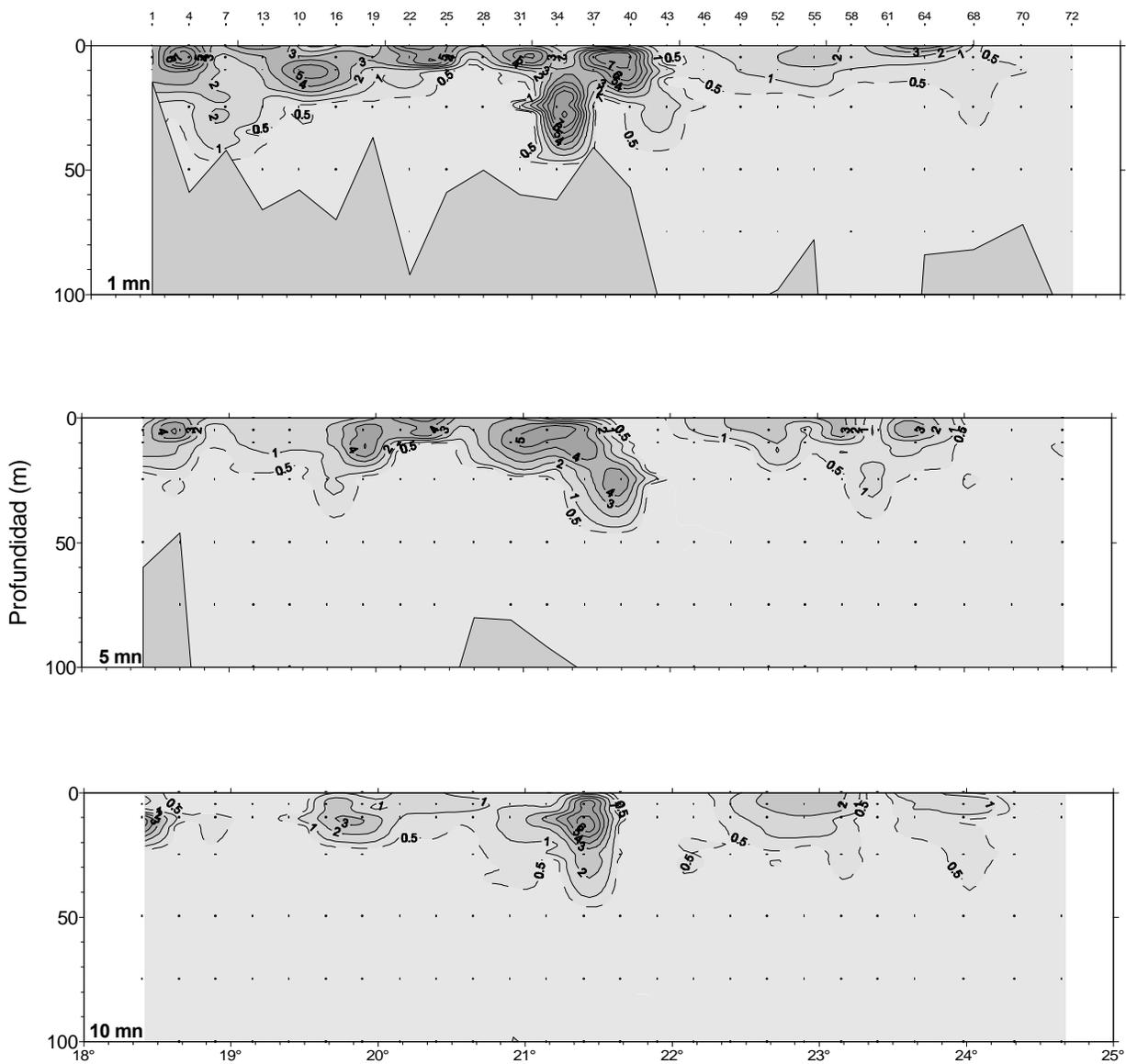


Figura 27. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de la clorofila a ($\mu\text{g/L}$).
Crucero RECLAN 0112.

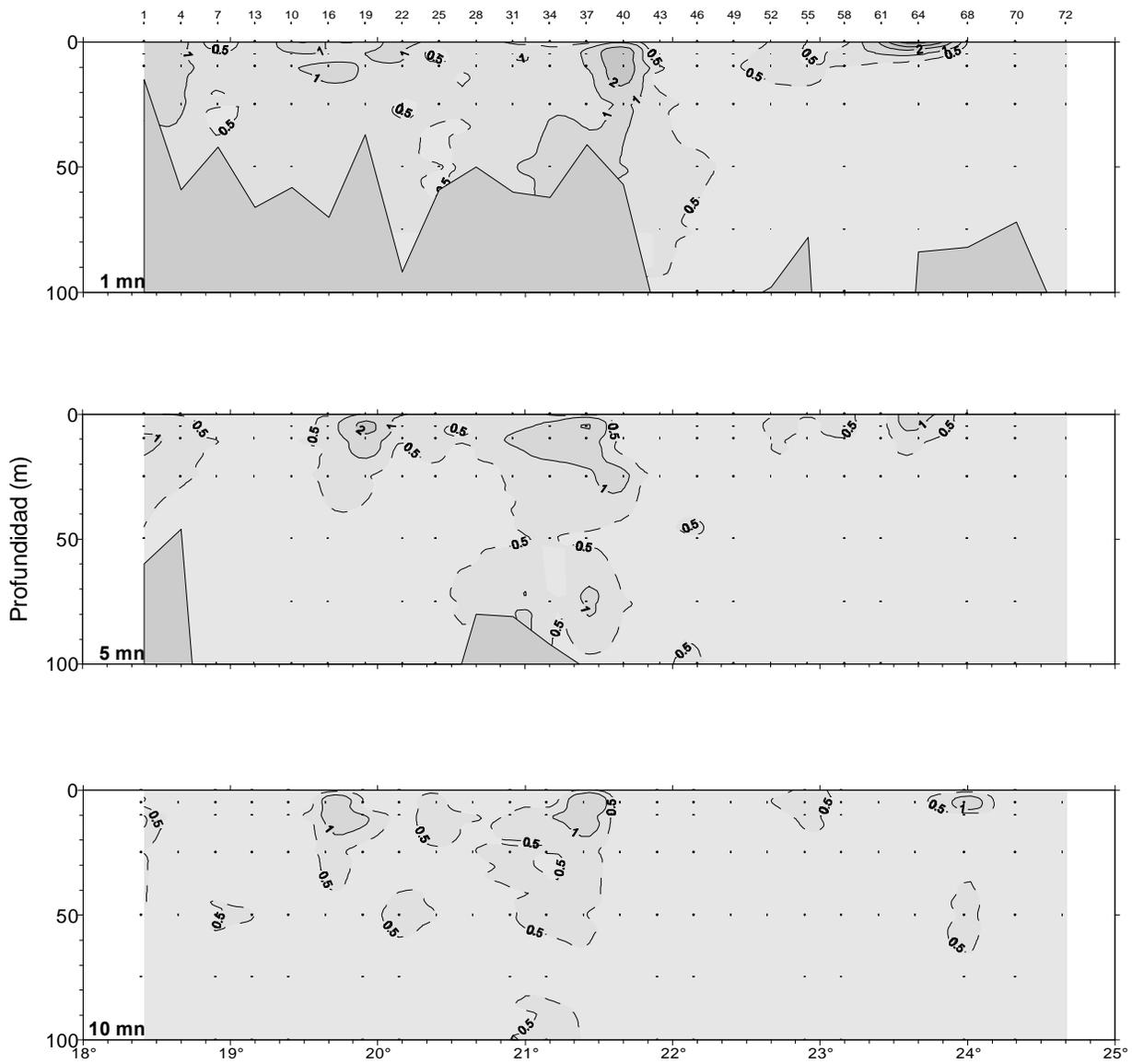


Figura 28. Distribución paralela a la costa a 1, 5 y 10 mn de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$).
 Crucero RECLAN 0112.

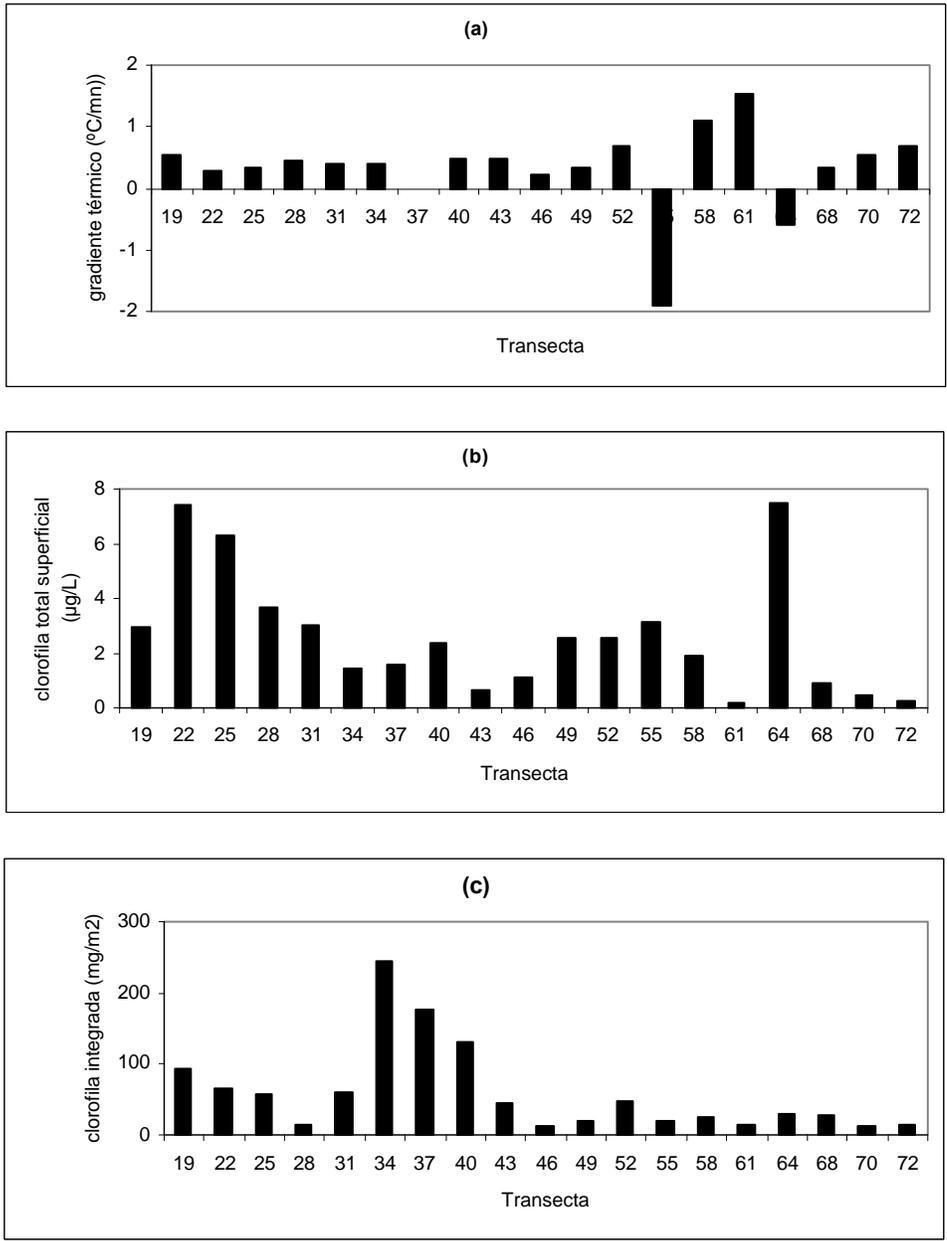


Figura 29. Distribución del gradiente térmico (a), clorofila a superficial (b) e integrada (c) por transectas. Crucero RECLAN 0112.

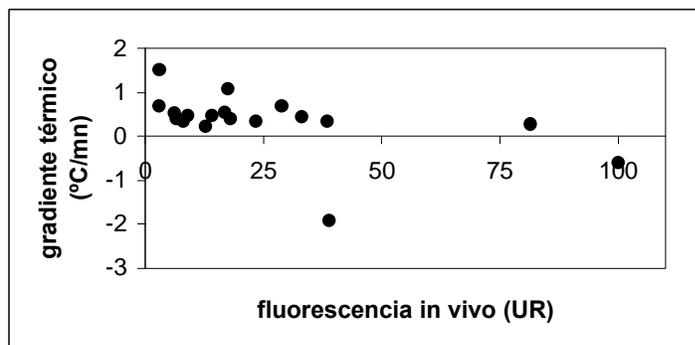
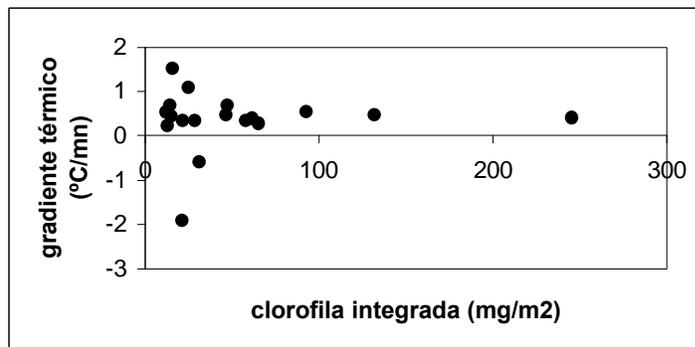
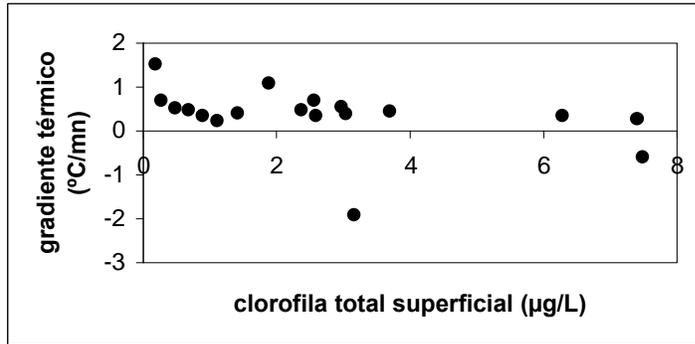


Figura 30. Asociación funcional entre el gradiente térmico y la clorofila a superficial (a), integrada (b) y la fluorescencia in vivo. Crucero RECLAN 0112.

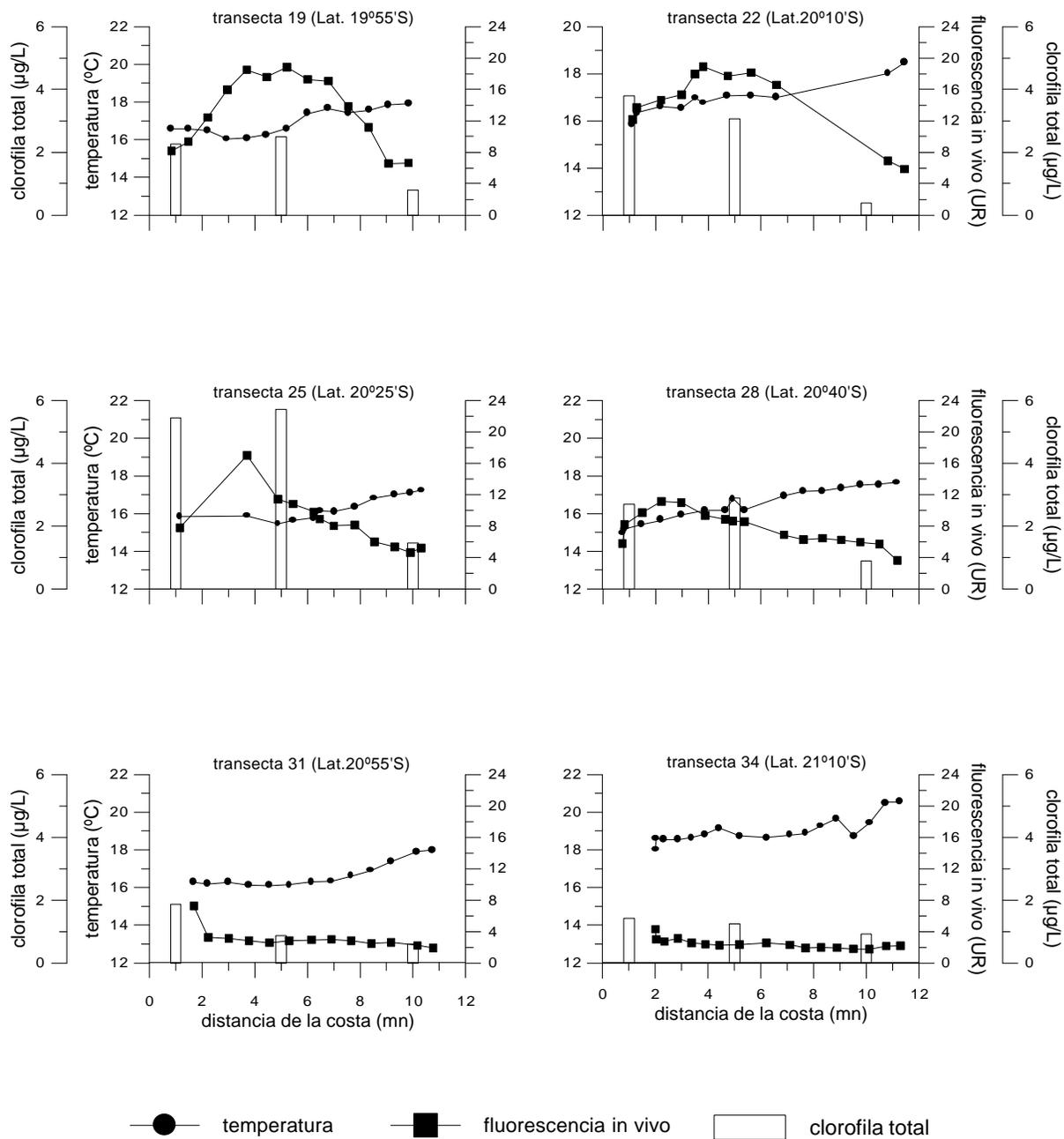


Figura 31. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia in vivo (UR), transectas 19 a la 34. Crucero RECLAN 0112.

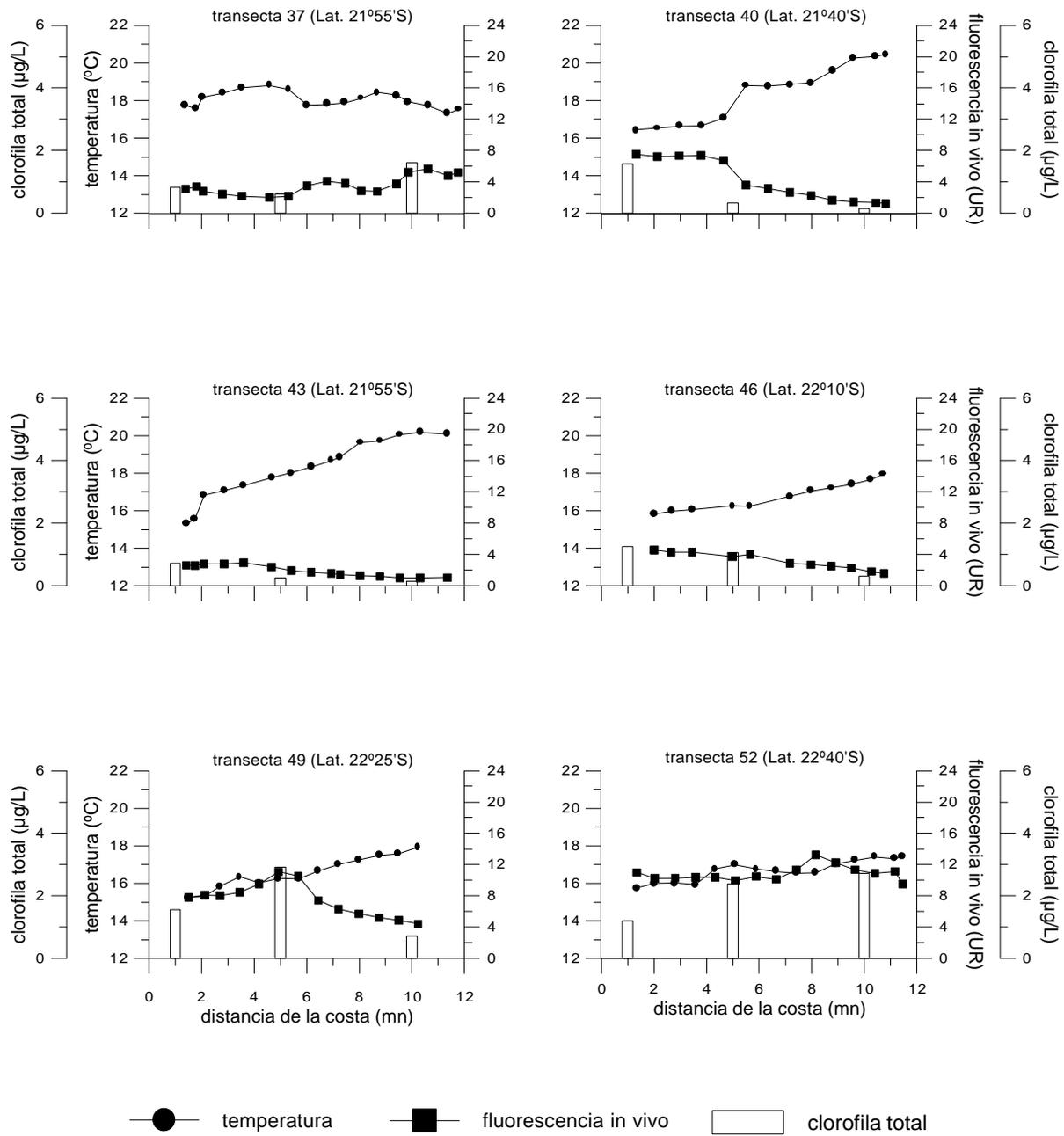


Figura 32. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia in vivo (UR), transectas 37 a la 52. Crucero RECLAN 0112.

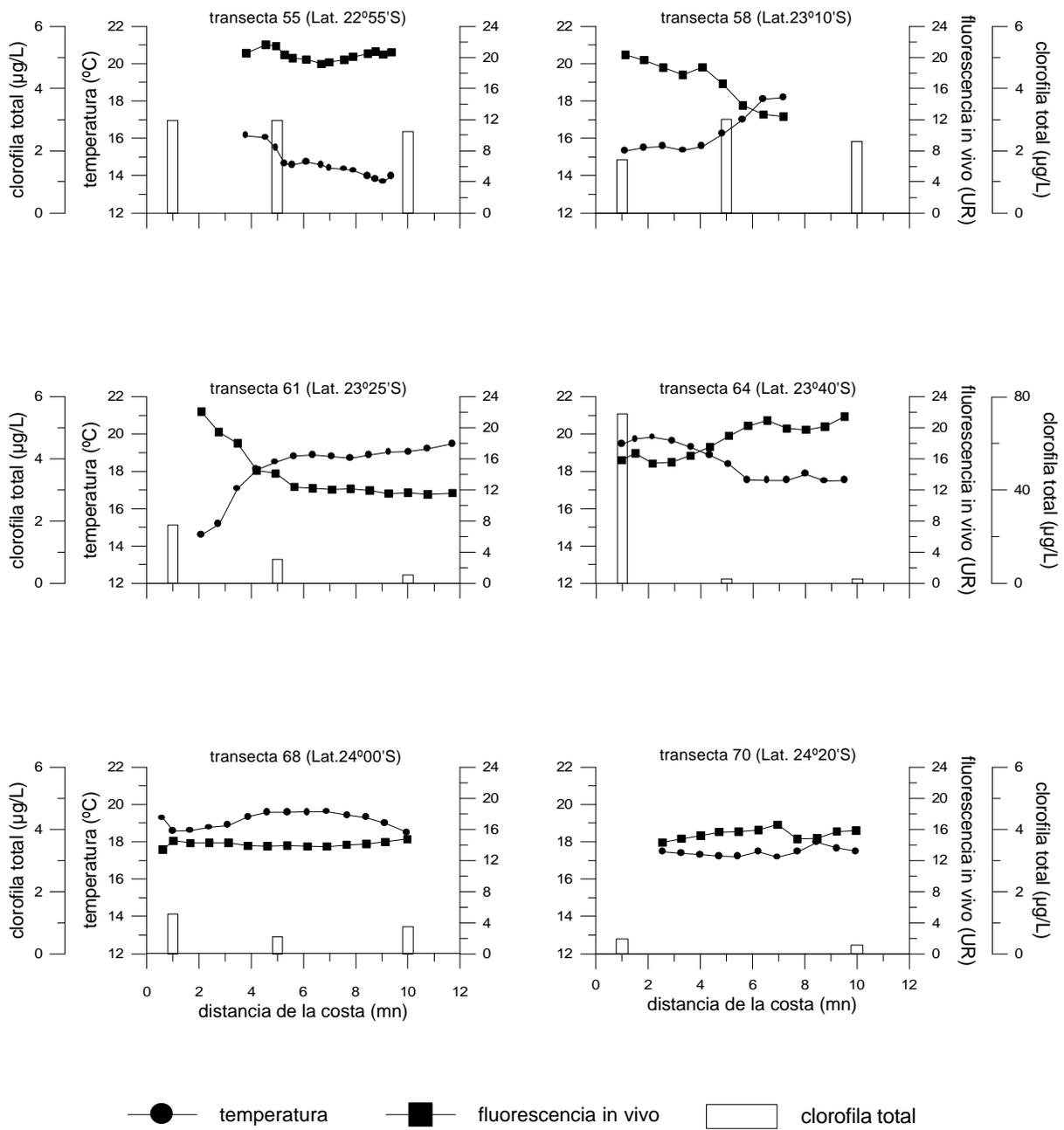


Figura 33. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia in vivo (UR), transectas 55 a la 70. Crucero RECLAN 0112.

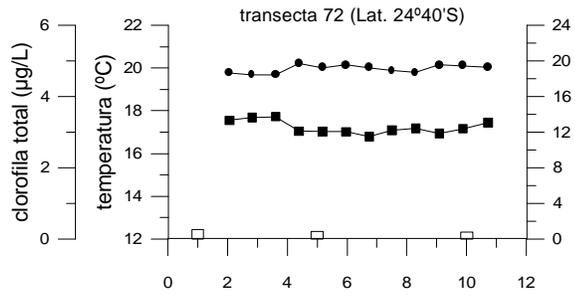


Figura 34. Distribución horizontal de la temperatura (°C) y la fluorescencia in vivo (UR), transecta 34. Crucero RECLAN 0112.

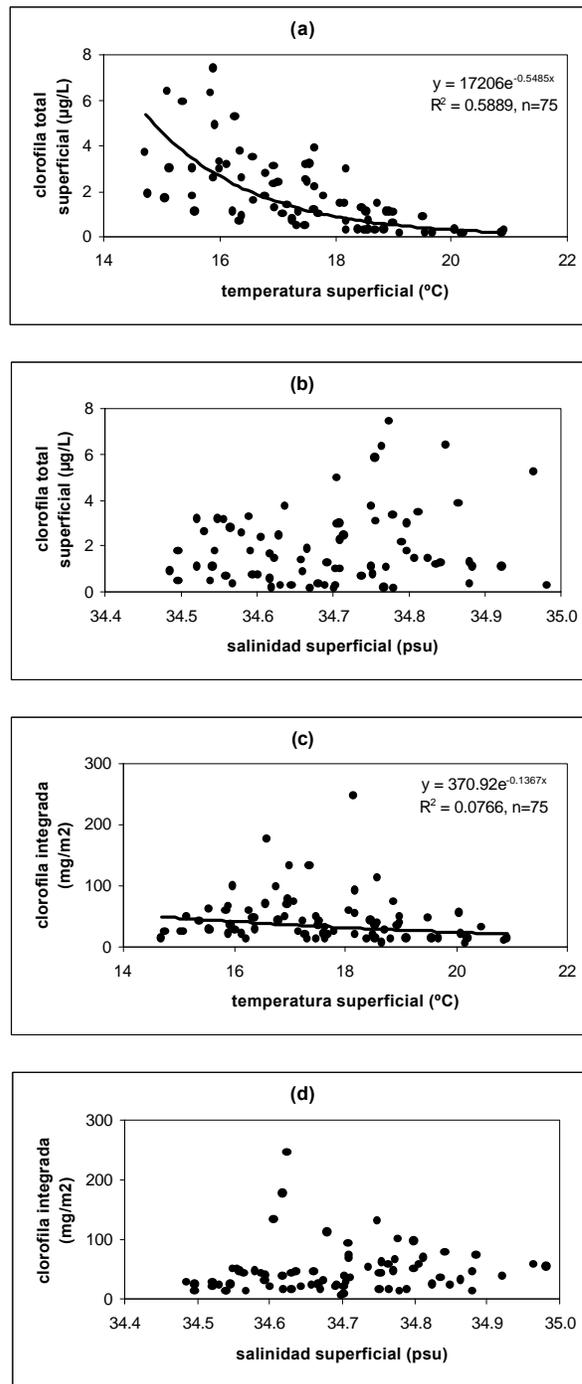


Figura 35. Gráficos de las asociaciones funcionales entre la clorofila a versus la temperatura (a) y la salinidad superficial (b) y la clorofila integrada versus la temperatura (c) y salinidad superficial (d). Crucero RECLAN 0112.

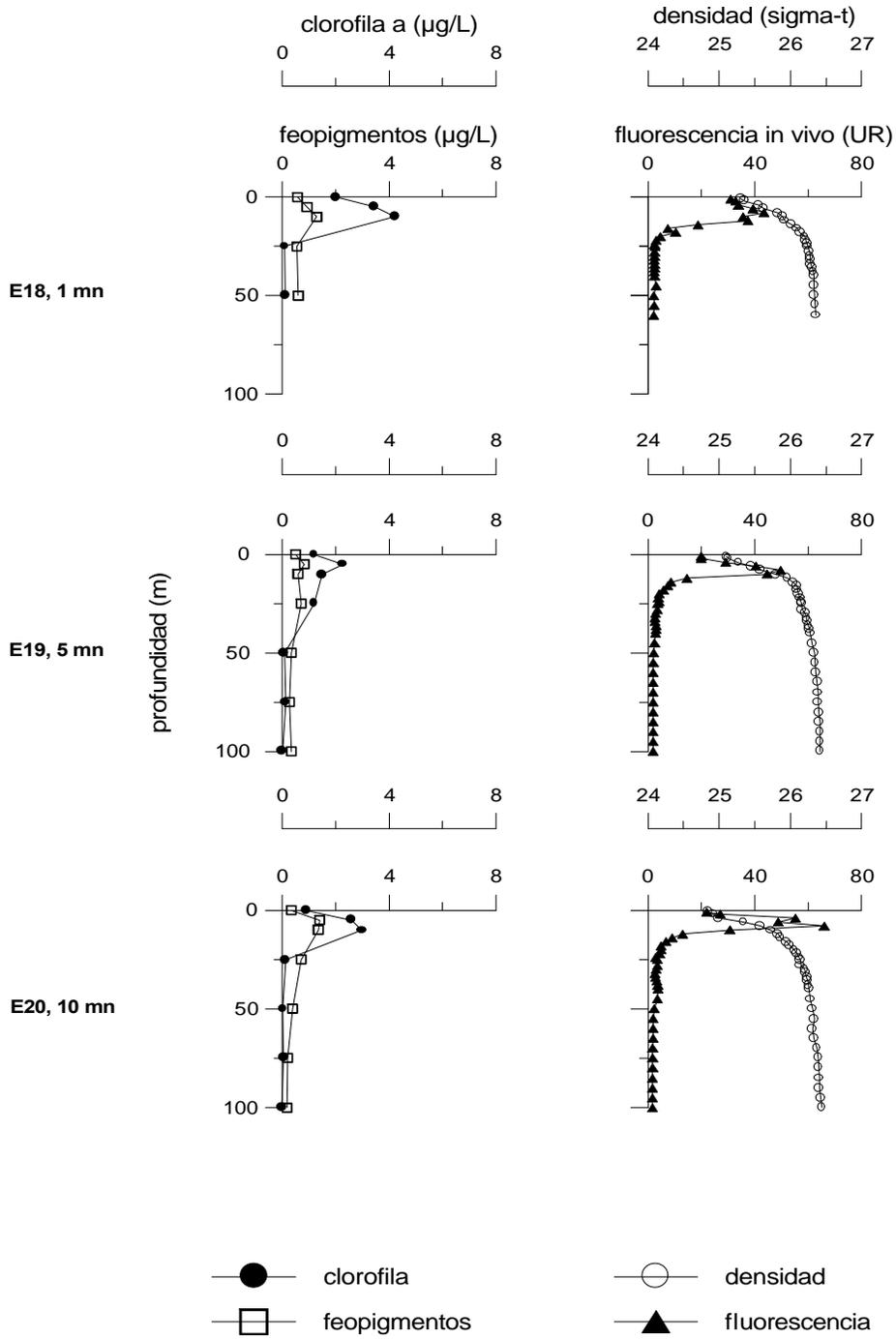


Figura 36. Distribución vertical de clorofila, feopigmentos, fluorescencia in vivo y densidad en las estaciones 18, 19 y 20 de la transecta 16. Crucero RECLAN 0112.

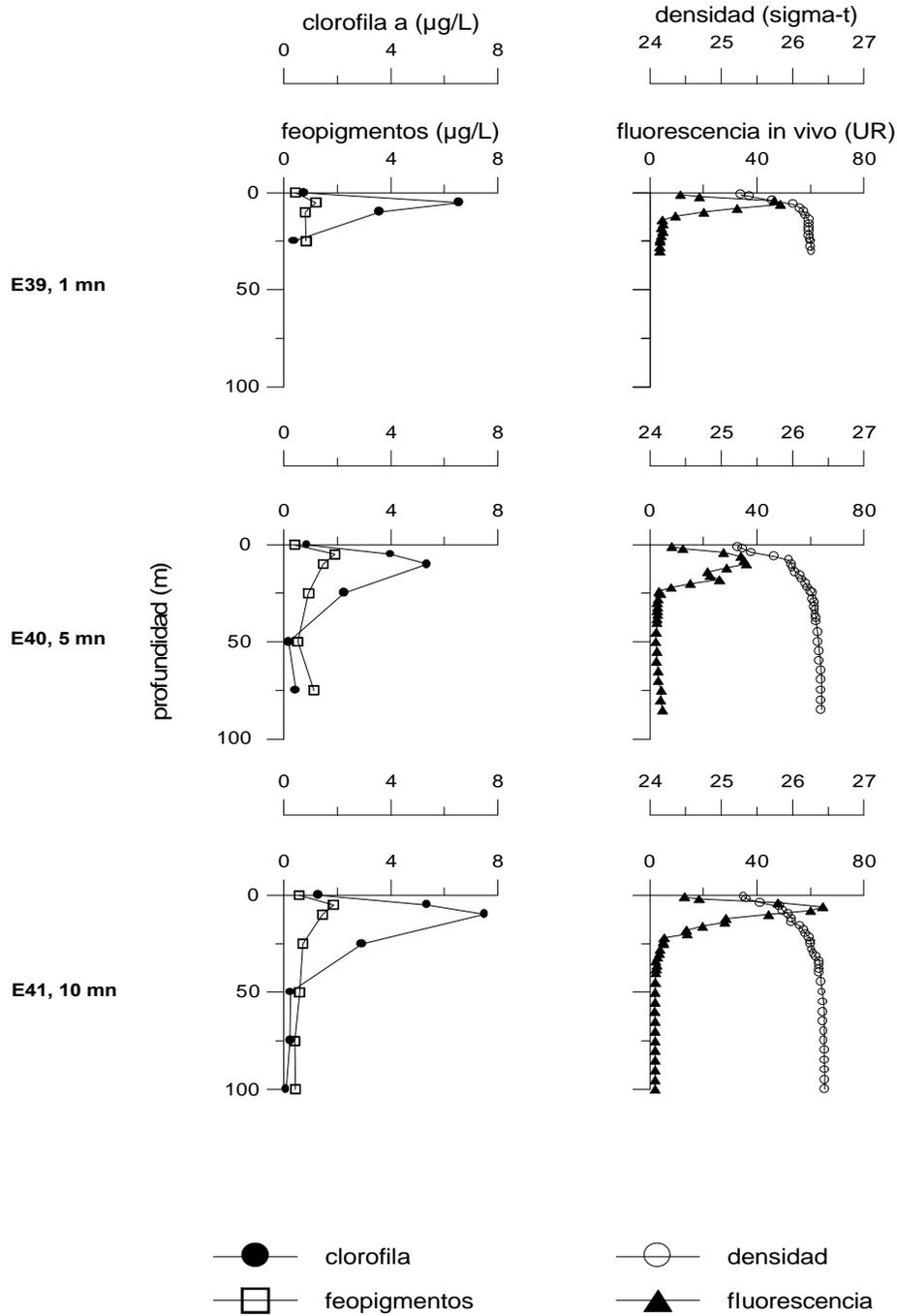


Figura 37. Distribución vertical de clorofila, feopigmentos, fluorescencia in vivo y densidad en las estaciones 39, 40 y 41 de la transecta 37. Crucero RECLAN 0112.

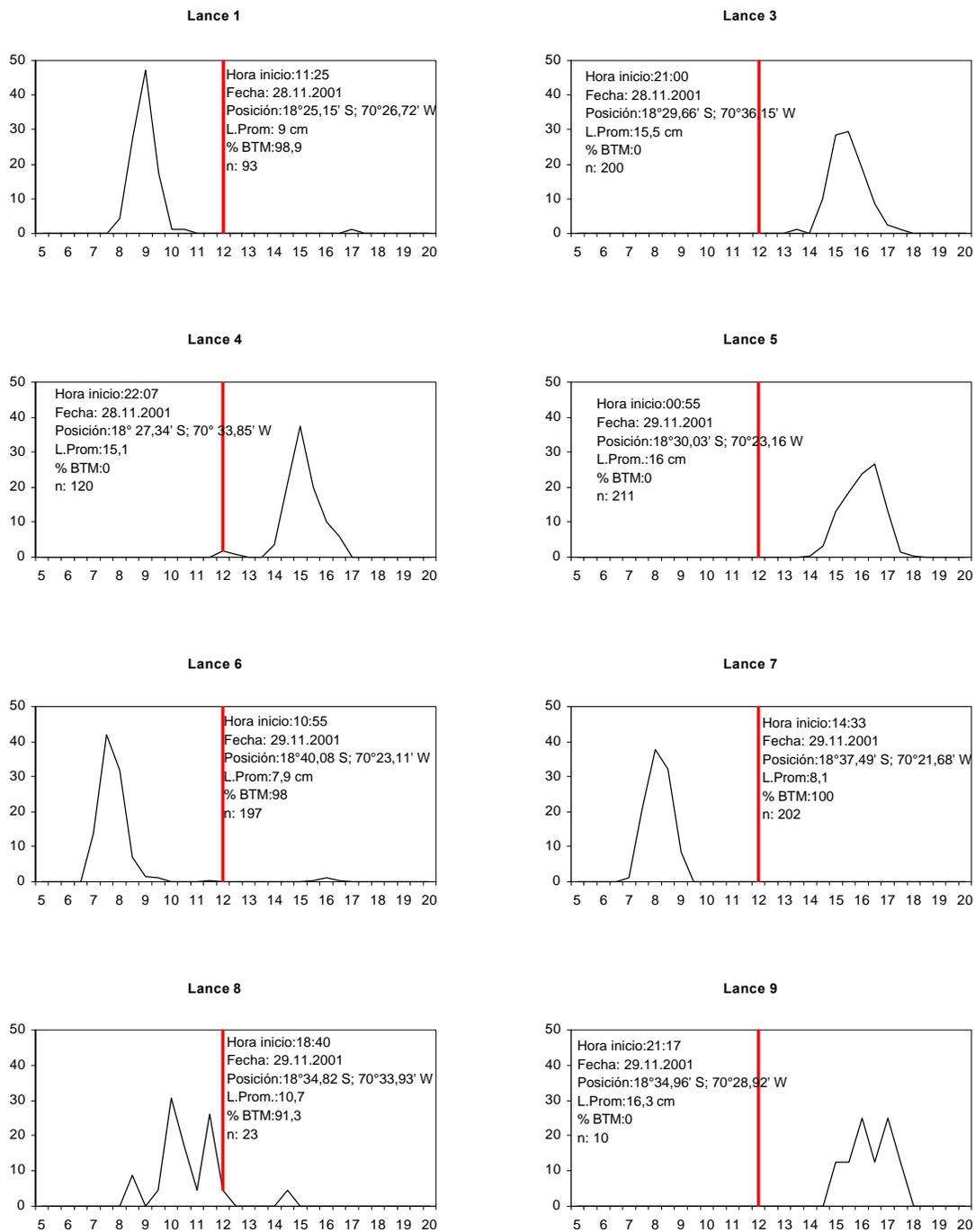


Figura 38. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta \leq 12 cm). Lances 1 al 9, lance 2 sin captura.

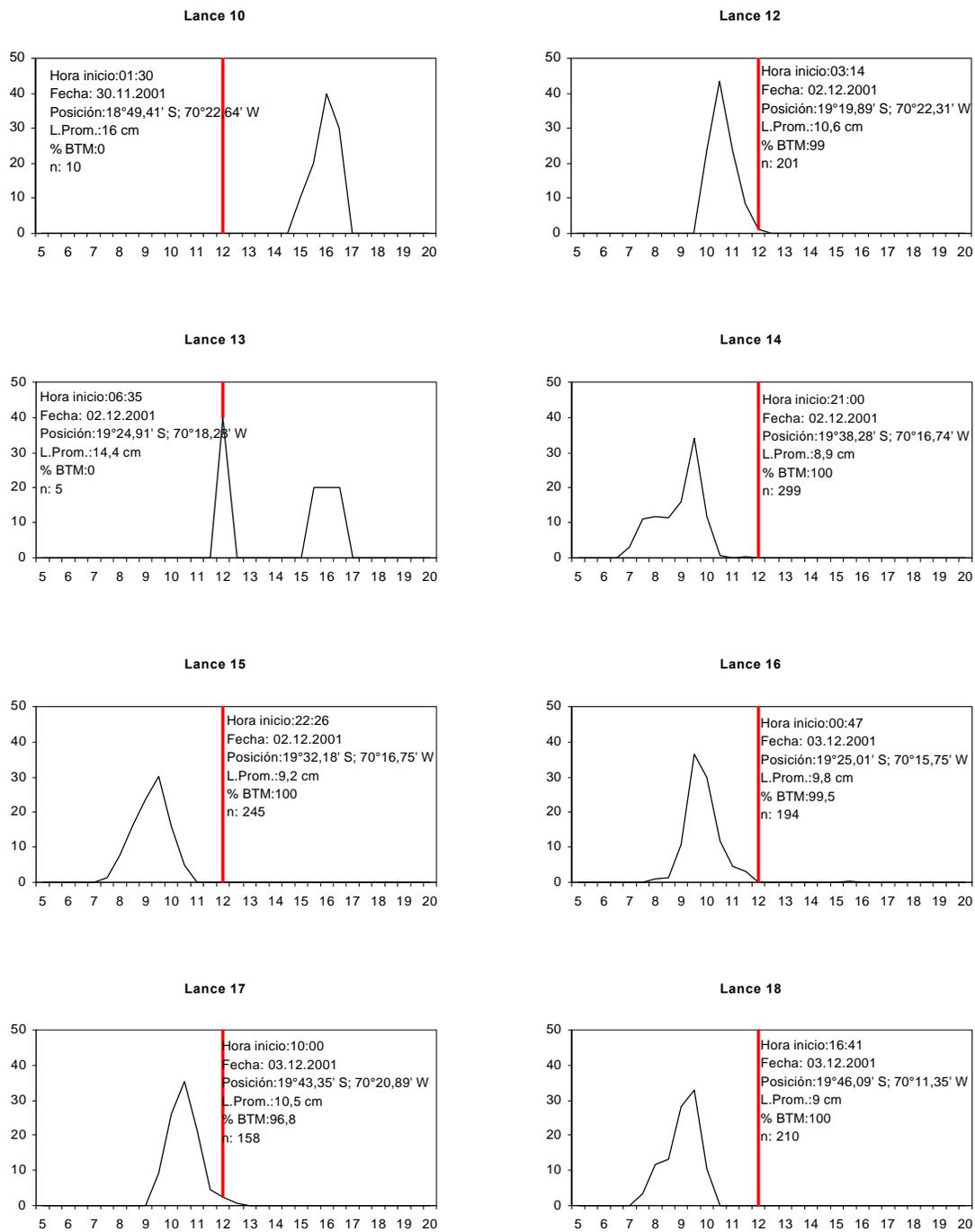


Figura 39. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 10 al 18, lance 11 sin captura.

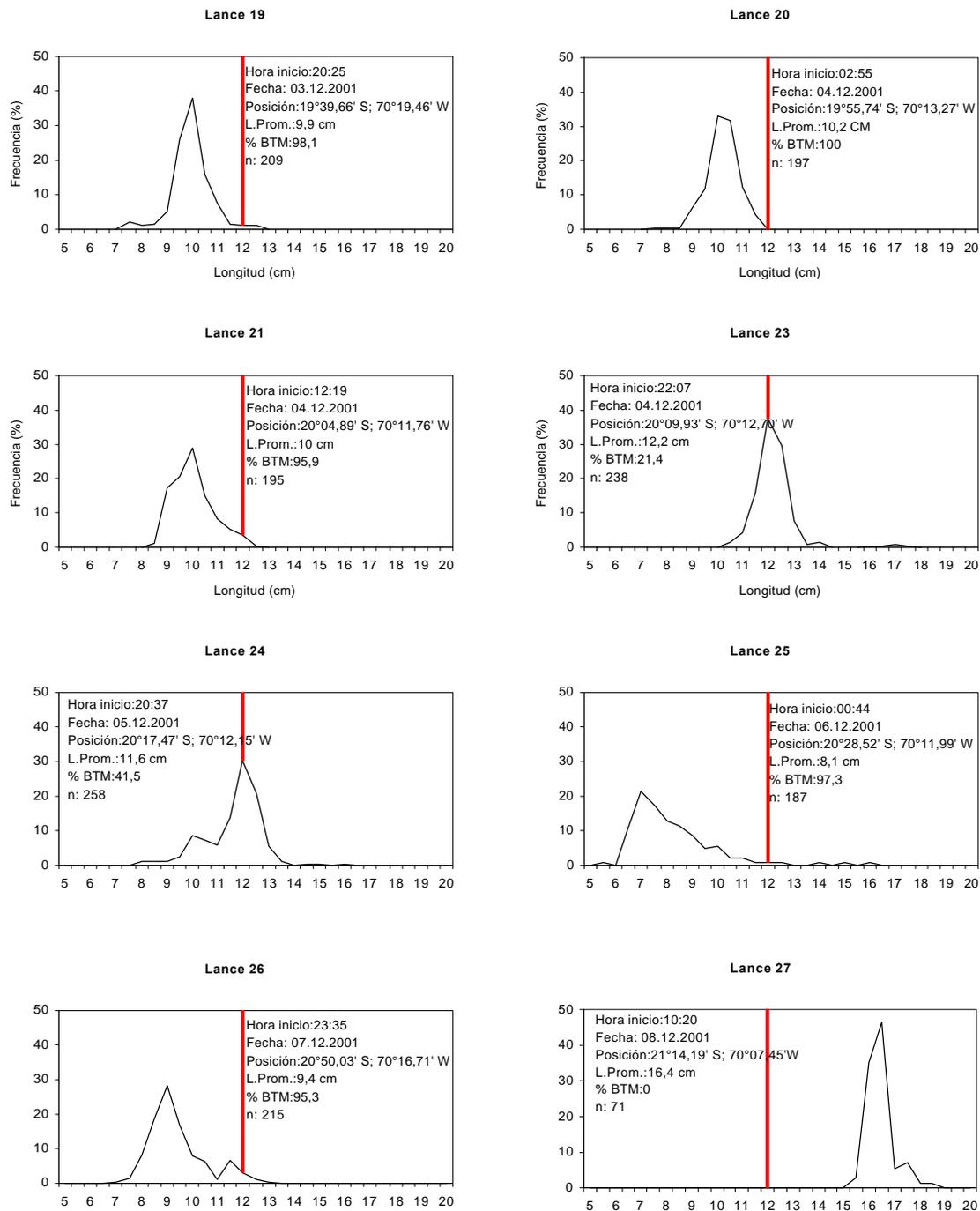


Figura 40. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta \leq 12 cm). Lances 19 al 27, lance 22 sin captura.

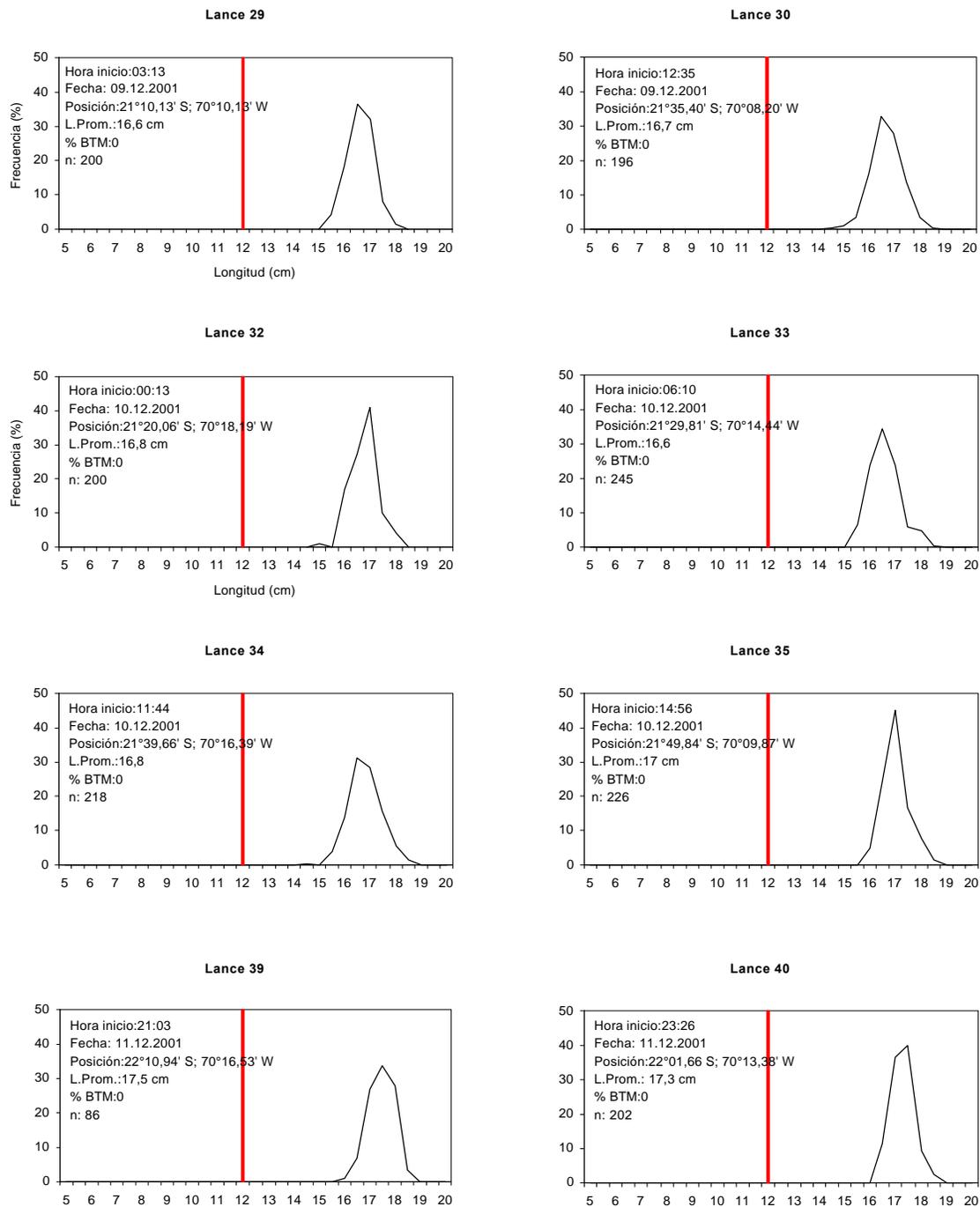


Figura 41. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 29 al 40, lances 28, 31, 36, 37 y 38 sin captura.

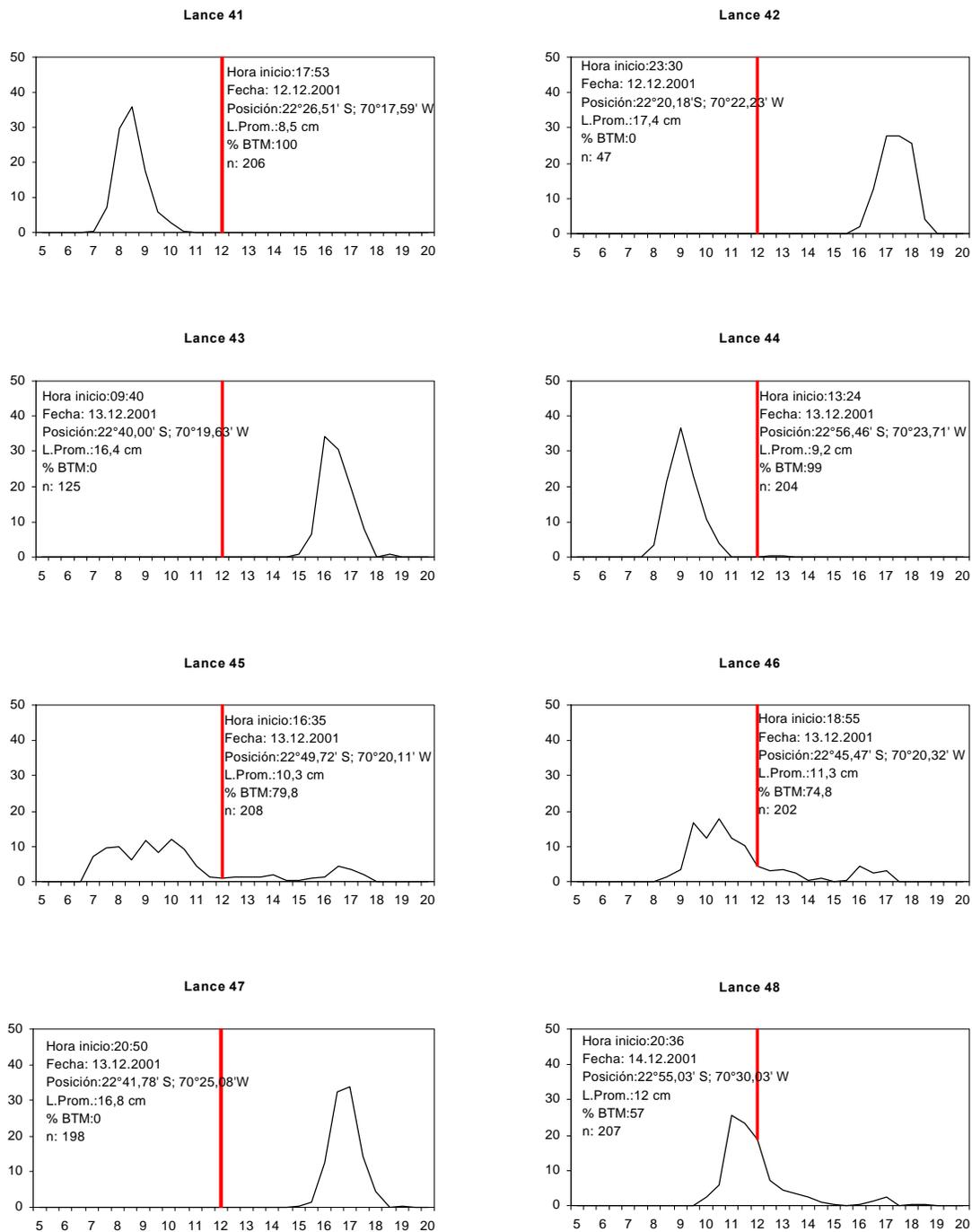


Figura 42. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 41 al 48.

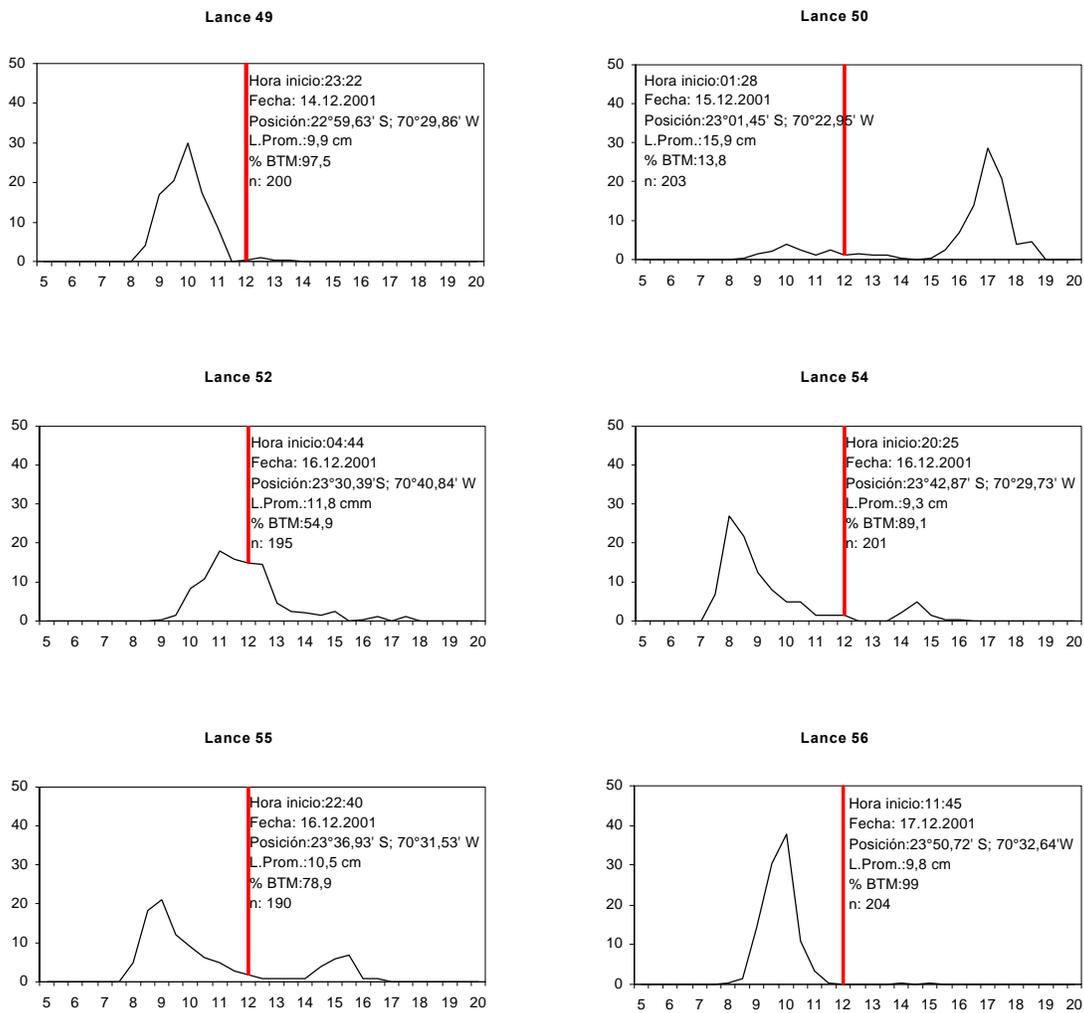


Figura 43. Distribución de frecuencia de longitud (%) de anchoveta, capturada con red de media-agua durante el crucero RECLAN 0111 (BTM o fracción recluta ≤ 12 cm). Lances 49 al 56, lances 51, 53 y 57 sin captura.

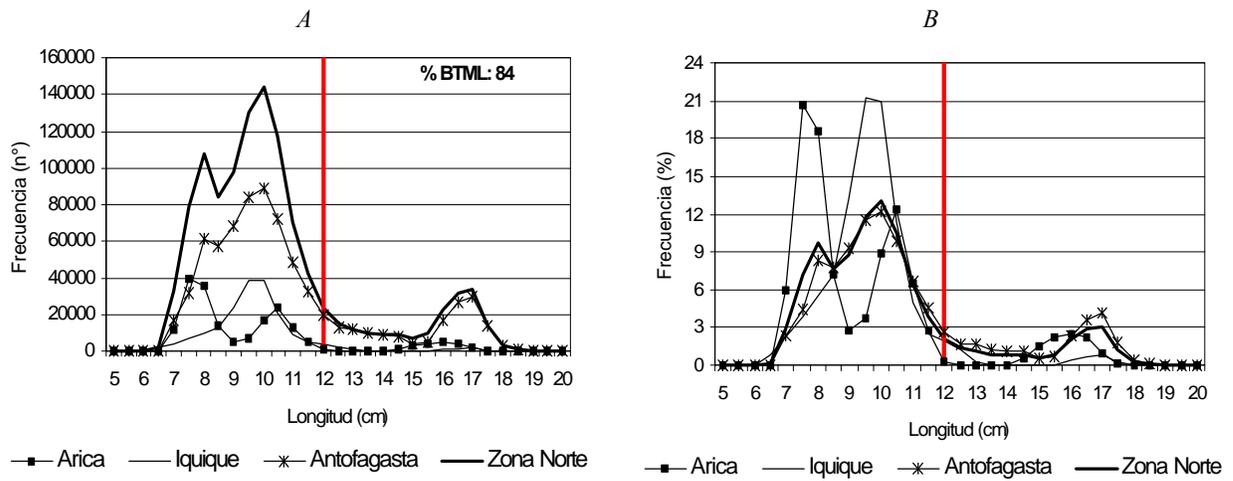


Figura 44. Frecuencia de longitudes en las capturas de anchoveta en A) número y B) %.

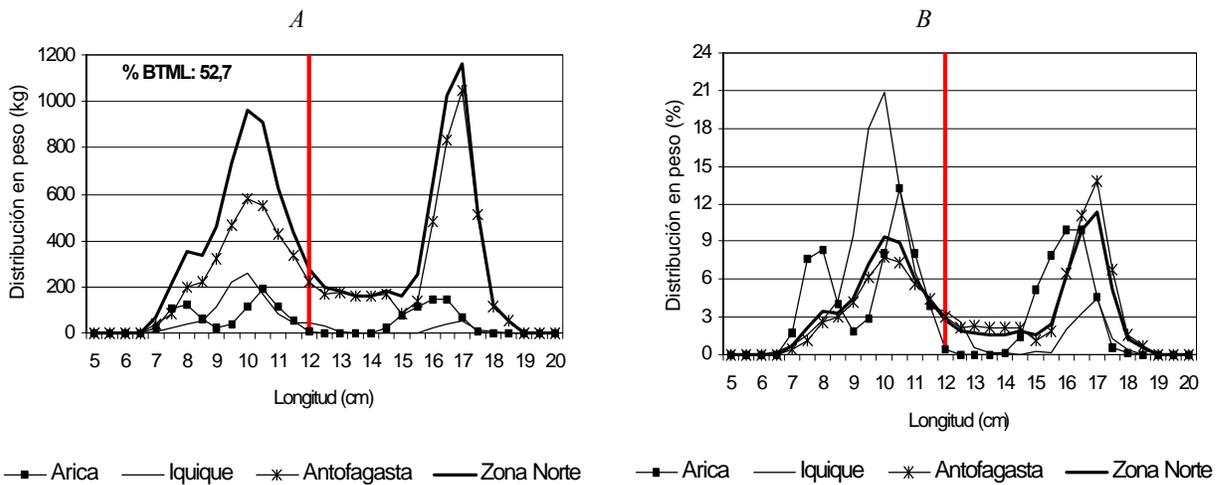


Figura 45. Distribución en peso por estrato talla de las capturas de anchoveta en A) kg y B) %.

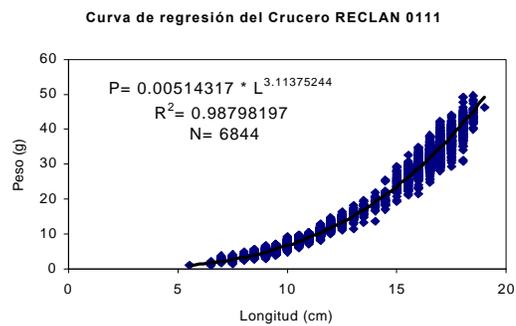
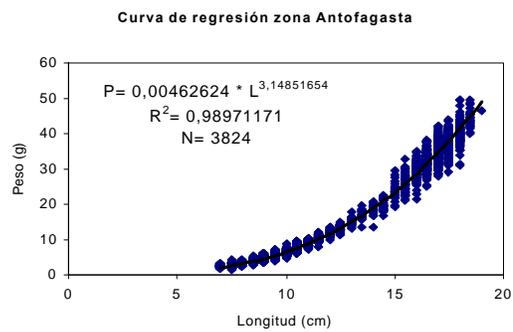
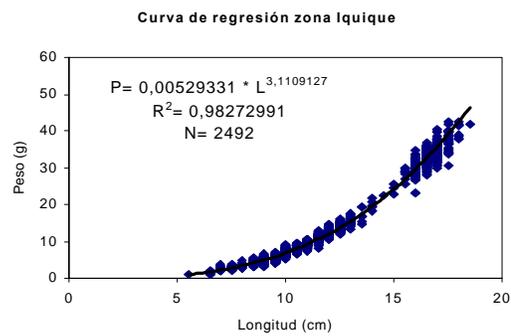
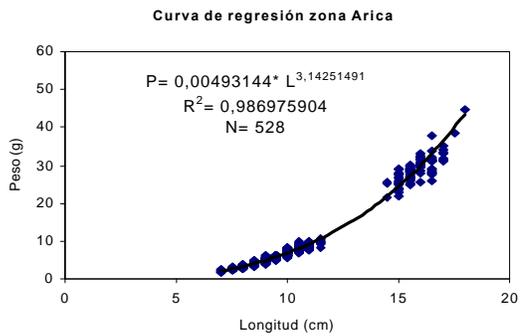


Figura 46. Curvas de regresión de la relación longitud-peso, para anchoveta por zona de pesca.

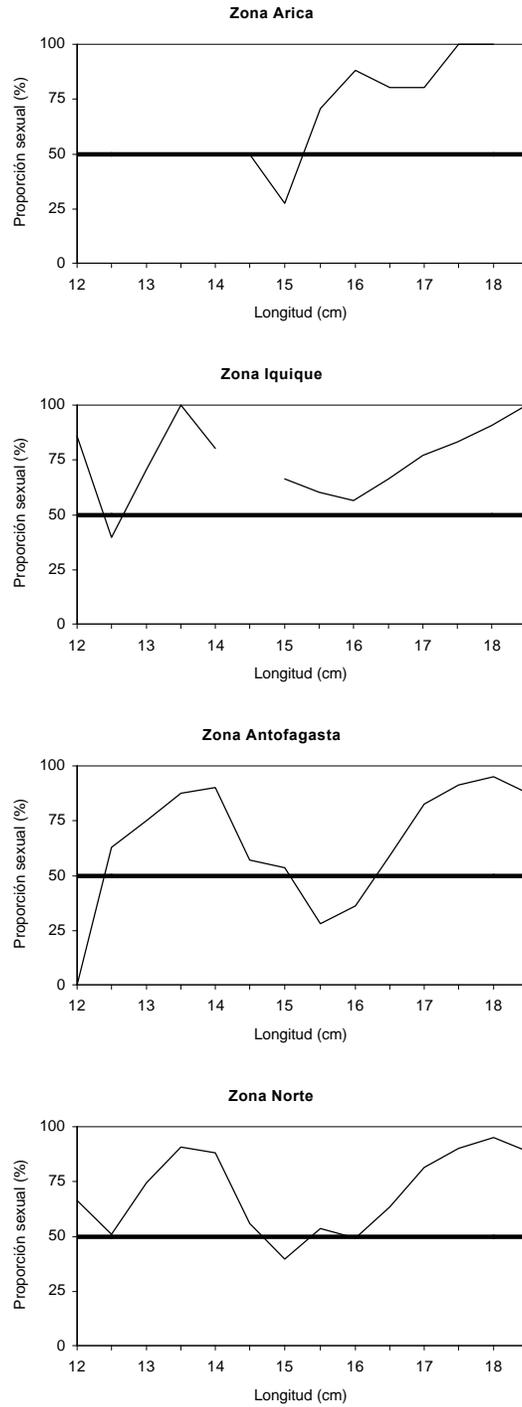


Figura 47. Proporción de las hembras de anchoveta muestreadas en el Crucero RECLAN 0111.

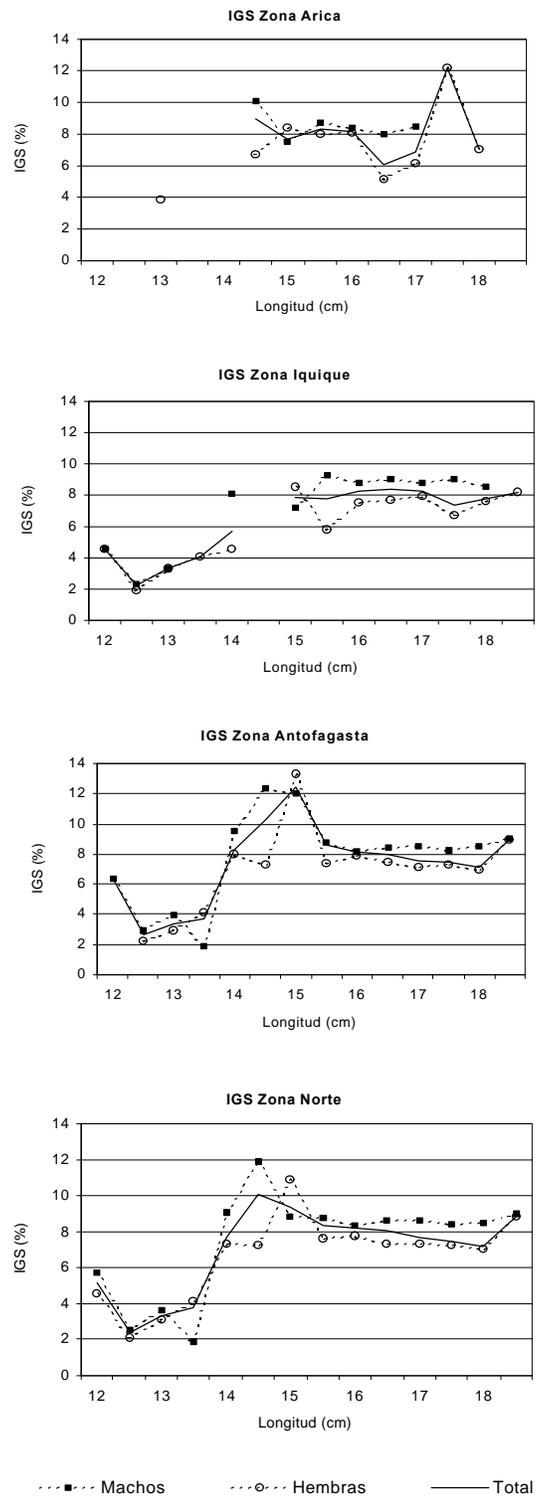


Figura 48. IGS de anchovetas por sexo y zona de pesca Crucero RECLAN 0111.

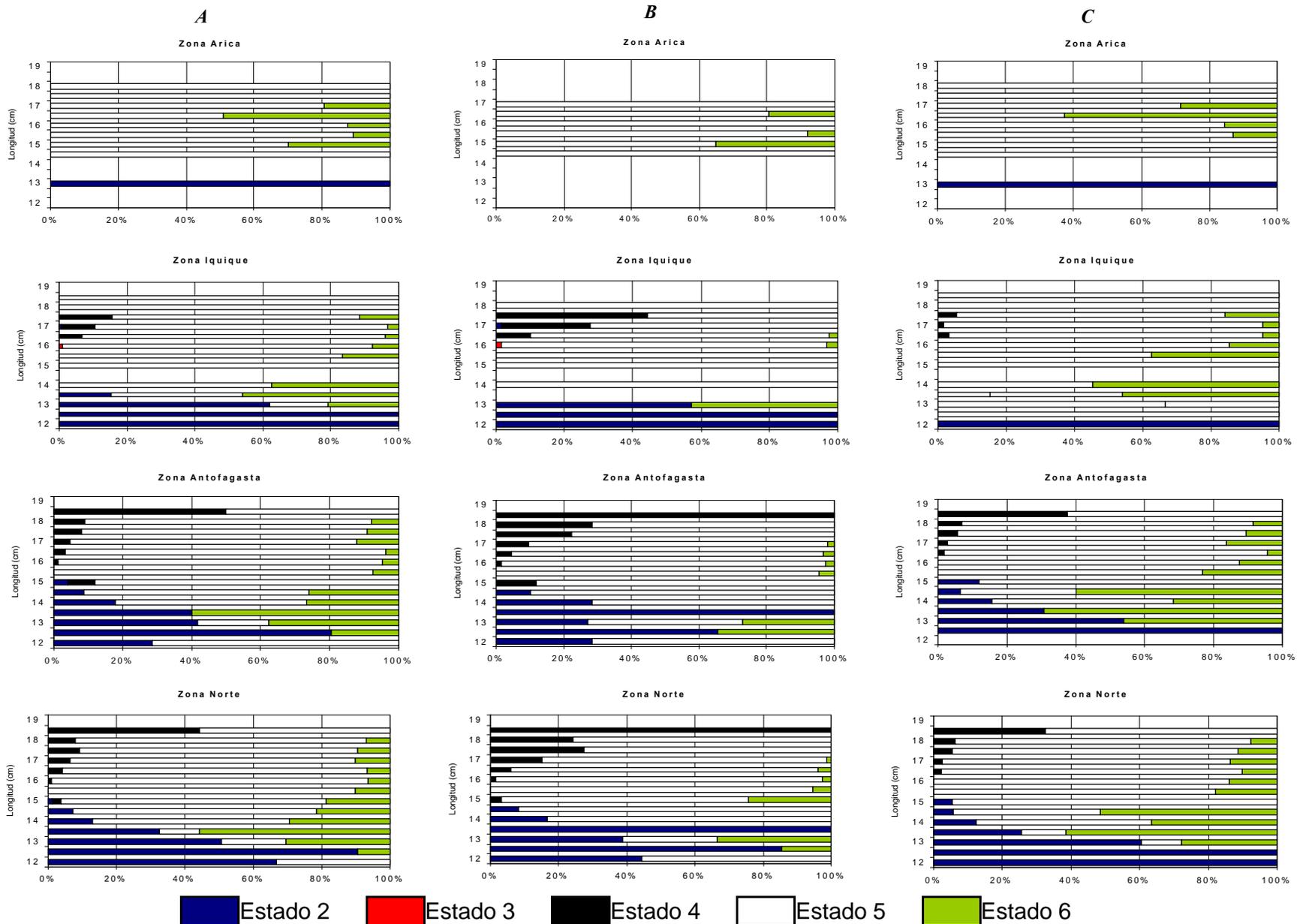


Figura 49. Estadios de madurez (%) para machos y hembras; por talla y zona de pesca, Crucero RECLAN 0111. (a) machos y hembras, (b) machos y (c) hembras.

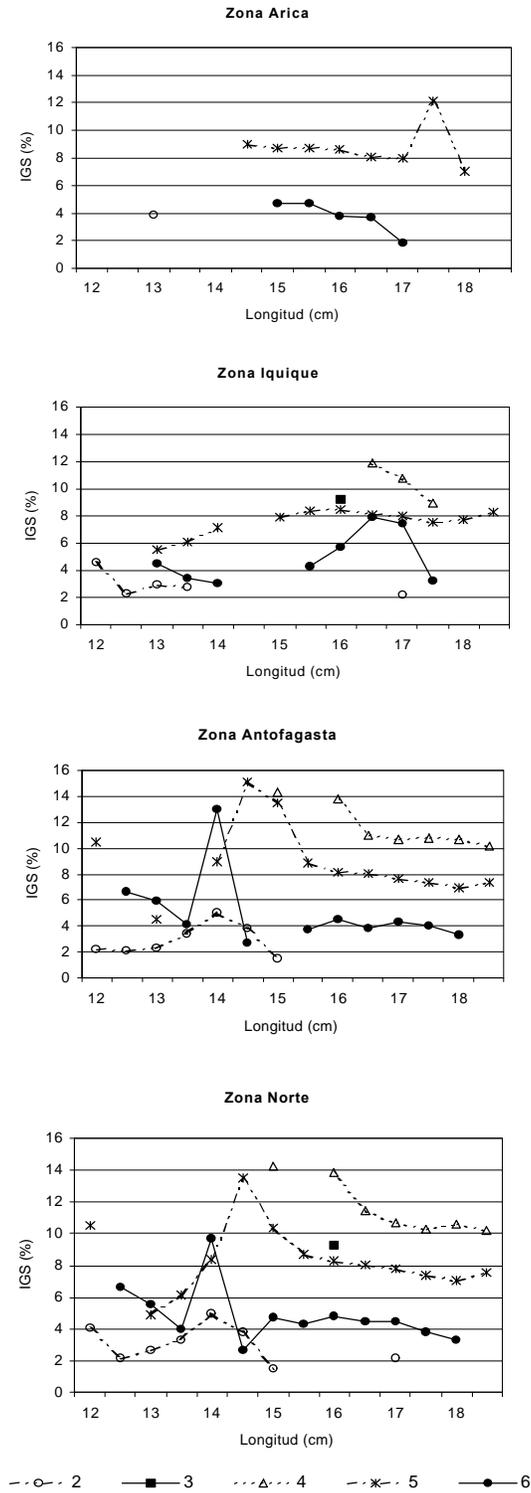


Figura 50. Índice Gonadosomático (IGS) de anchoveta, por estado de madurez a la talla y zona de pesca.

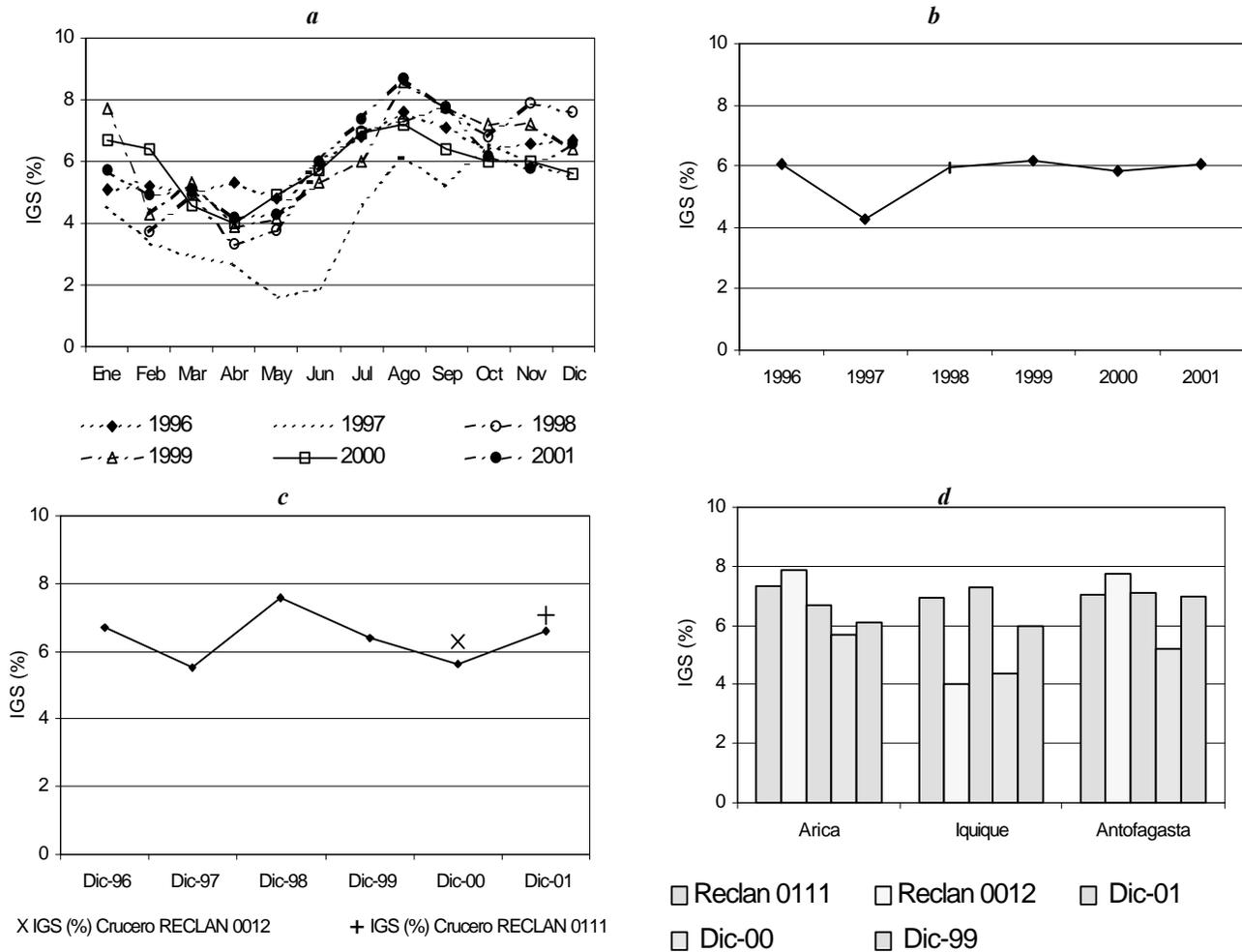


Figura 51. IGS calculados a partir de los datos de la pesquería industrial de la zona norte del país.

- IGS desde los años 1996 a 2001 en forma mensual para la zona norte.
- IGS promedio desde los años 1996 a 2001 para la zona norte.
- IGS promedio zona norte durante el mes de diciembre desde 1996 a 2001 y Cruceros RECLAN 0012 y 0111.
- IGS promedio para los años 1999, 2000 y 2001 durante mes de diciembre y Cruceros RECLAN 0012 y 0111 por zona de pesca.

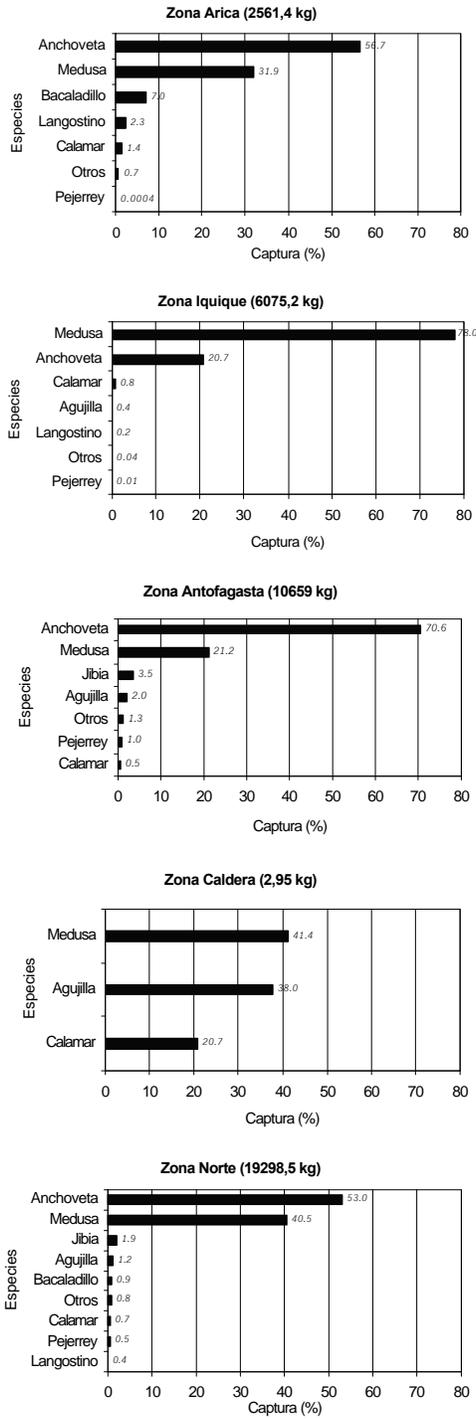


Figura 52. Proporción de las principales especies capturadas durante el presente Crucero, por zona de pesca.

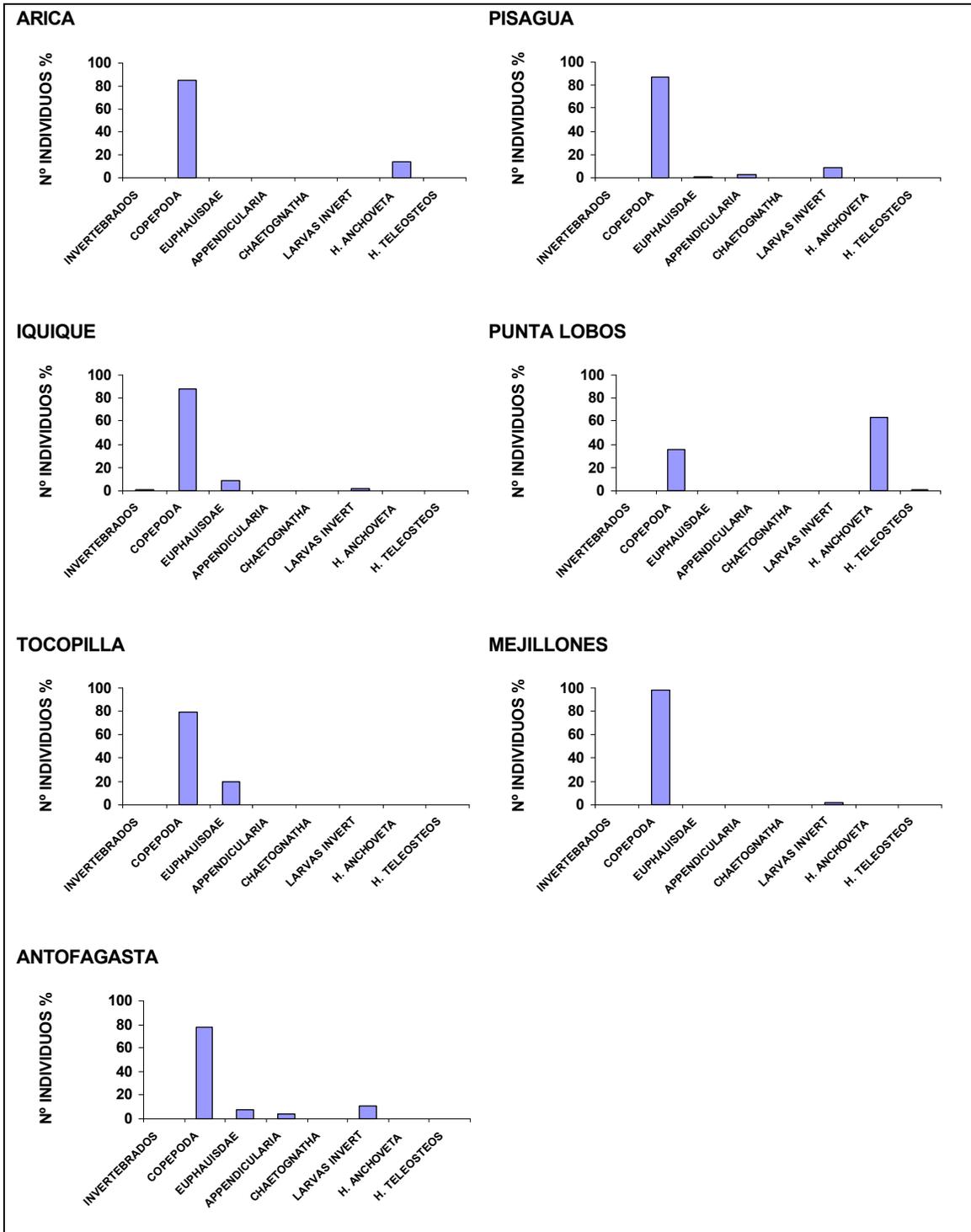


Figura 53. Contribución numérica porcentual de los taxa de presa del zooplancton en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* por zona.

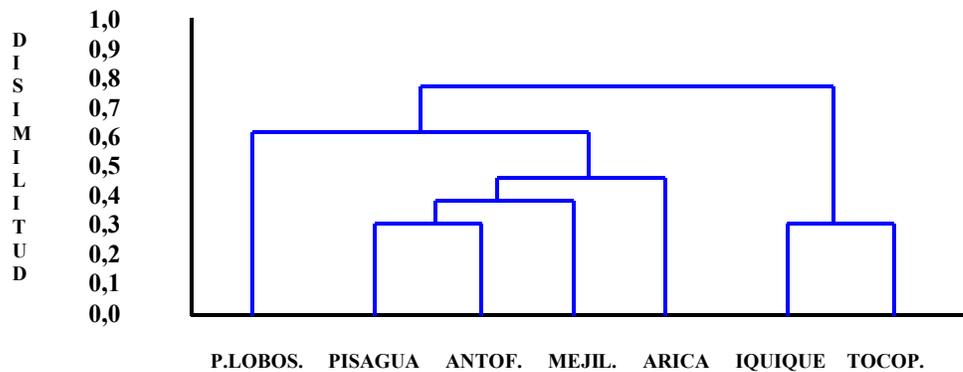


Figura 54. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* entre zonas de estudio para la componente zooplanctónica.

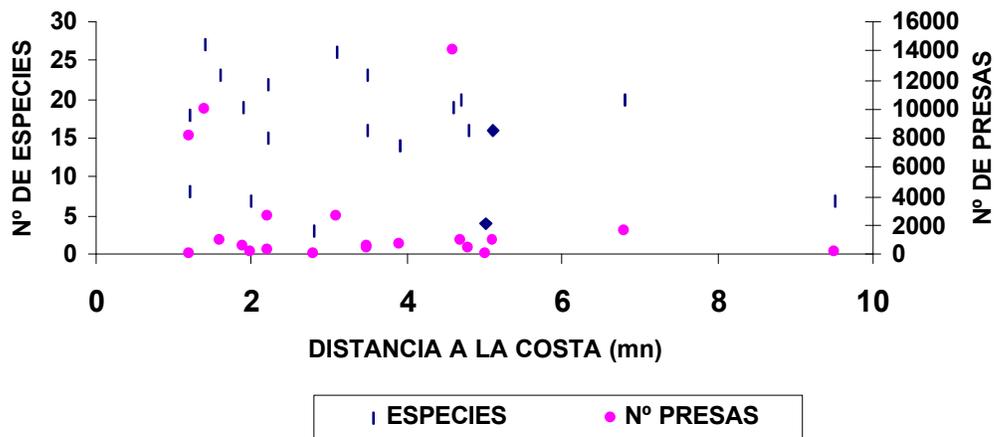


Figura 55. Número de taxa de presas del zooplancton y número de presas en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en función de la distancia a la costa

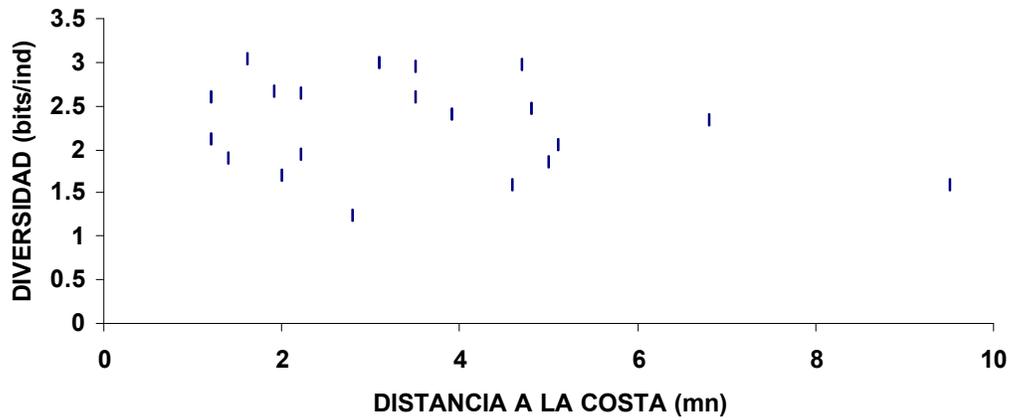


Figura 56. Diversidad trófica del componente zooplanctónico en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en función de la distancia a la costa

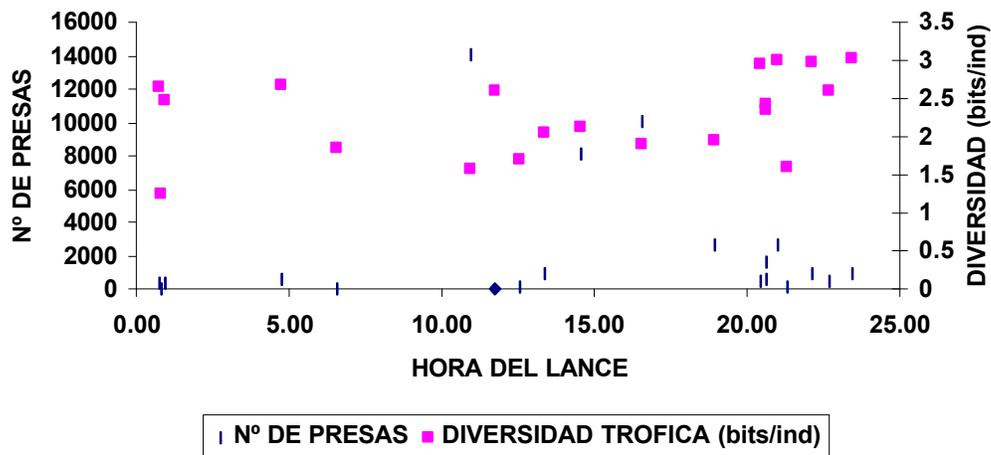


Figura 57. Número de presas y diversidad trófica del componente zooplanctónico en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* en función de la hora del lance.

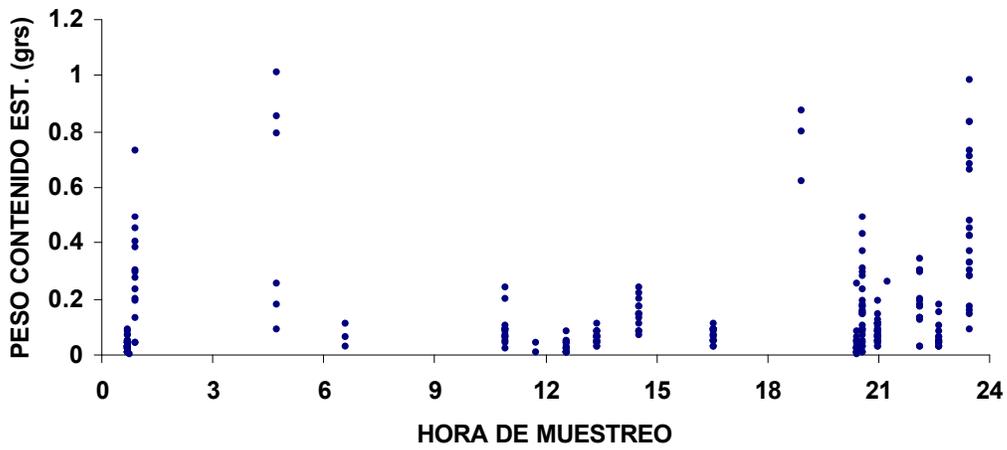


Figura 58. Peso promedio del contenido estomacal en función de la hora del lance de pesca.

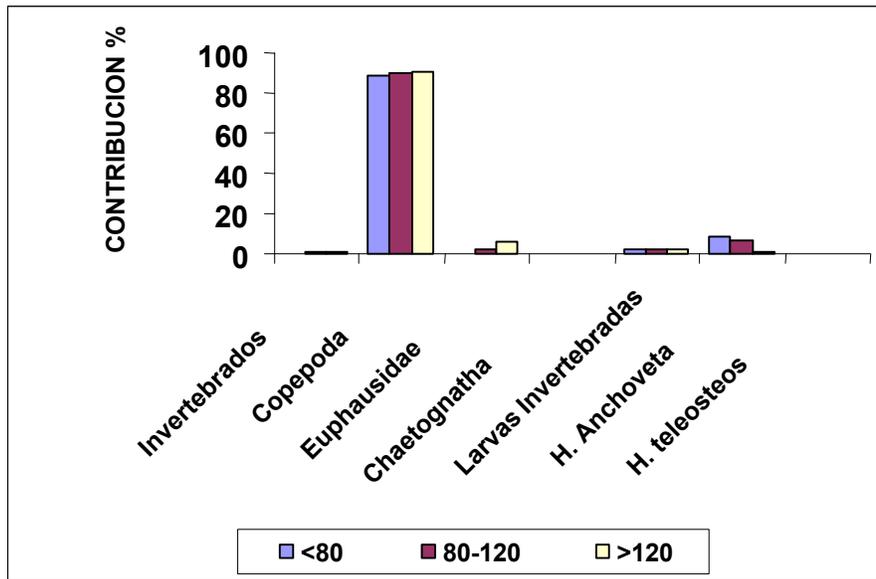


Figura 59. Contribución numérica porcentual de taxa de presa zooplanctónicas por clase de tamaño longitud total (mm) en *Engraulis ringens*.

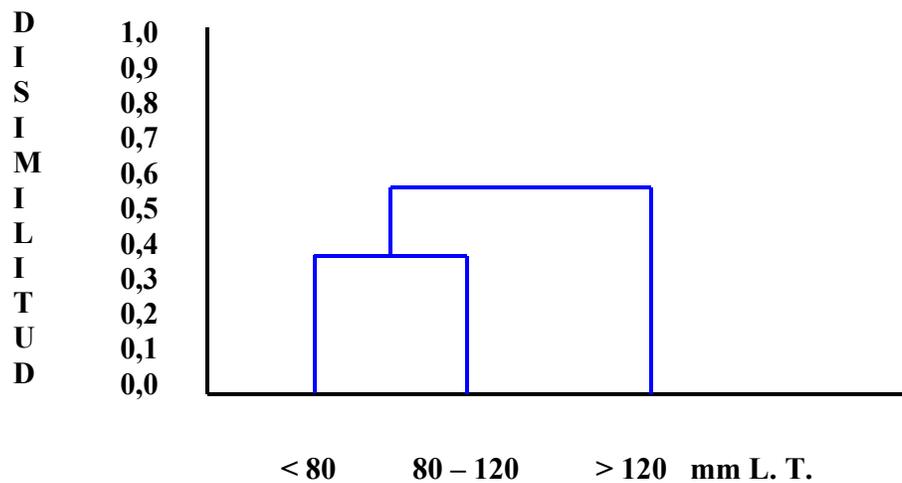


Figura 60. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* por clase de tamaño de longitud total para la componente zooplanctónica.

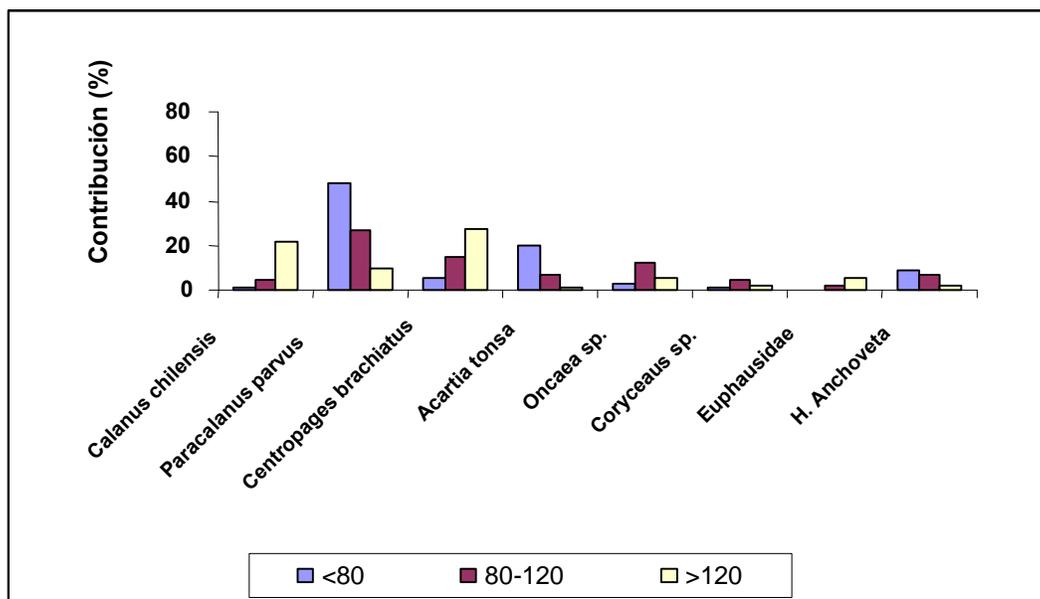


Figura 61. Contribución numérica porcentual de los taxa de presa principales del zooplancton por clase de talla (mm) en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens*.

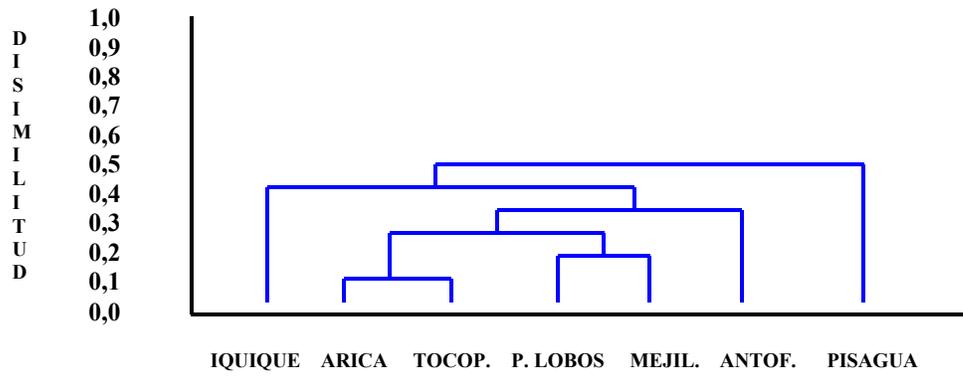


Figura 62. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* entre zonas de estudio para la componente fitoplanctónica.

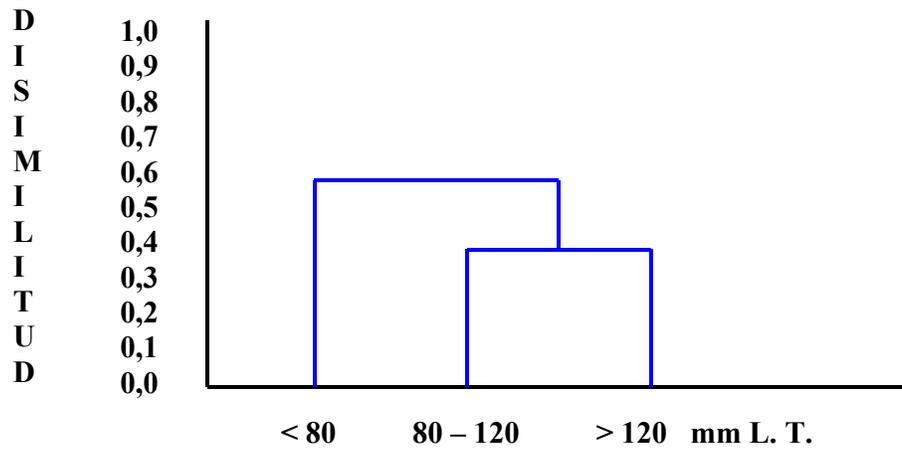


Figura 63. Dendrograma de disimilitud de la dieta de *Engraulis ringens* por clase de tamaño de longitud total para la componente fitoplanctónica.

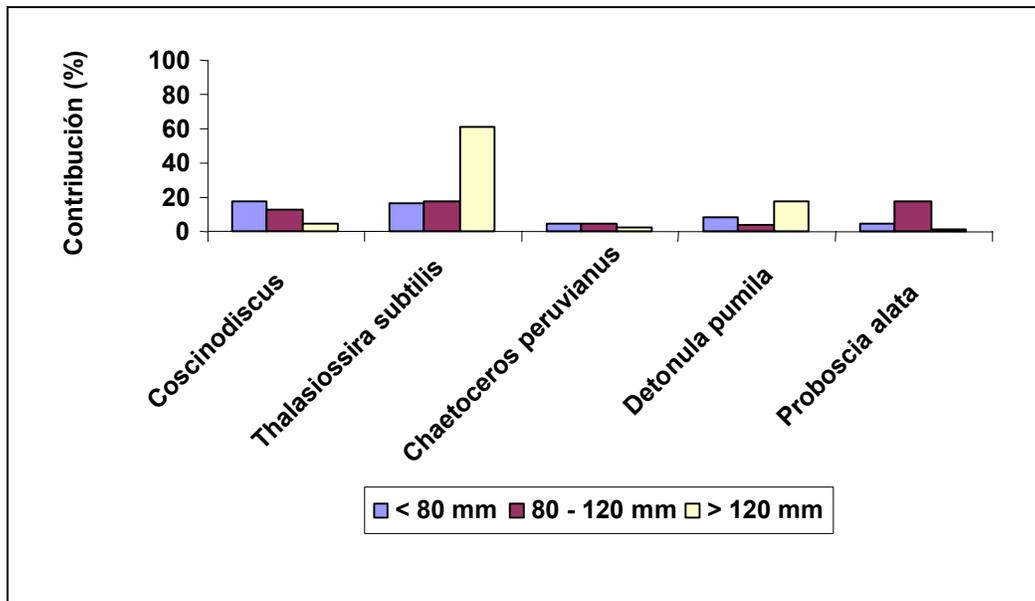


Figura 64. Contribución numérica porcentual de los taxa de presa principales del fitoplancton por clase de talla (mm) en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens*.

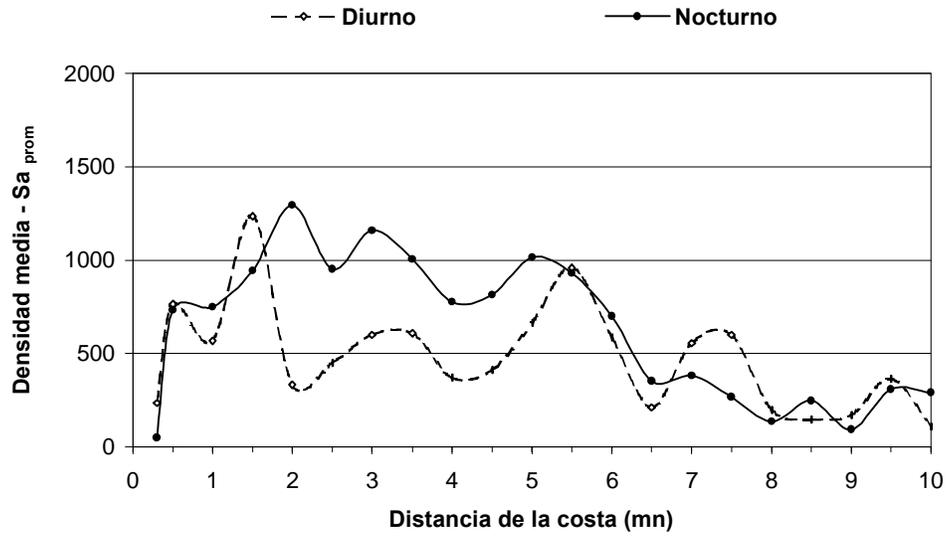


Figura 65. Distribución de la densidad media (Sa_{prom}) de anchoveta observadas durante el día y la noche por el B/I Abate Molina en la zona de estudio respecto de la distancia de la costa agrupadas cada 0,5 mn.

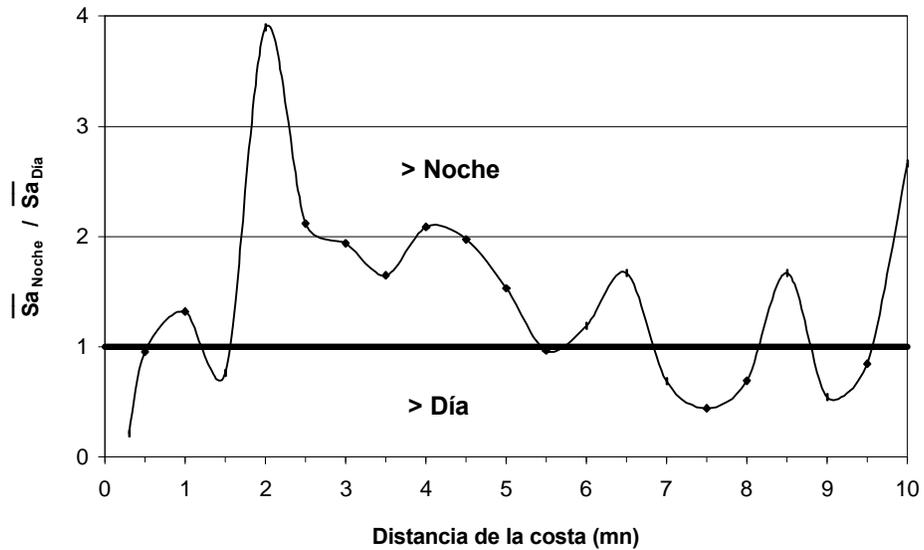


Figura 66. Relación de la densidad media (\overline{Sa}) observadas entre la noche y el día por el B/I Abate Molina en la zona de estudio con respecto a la distancia de la costar agrupadas cada 0,5 mn.

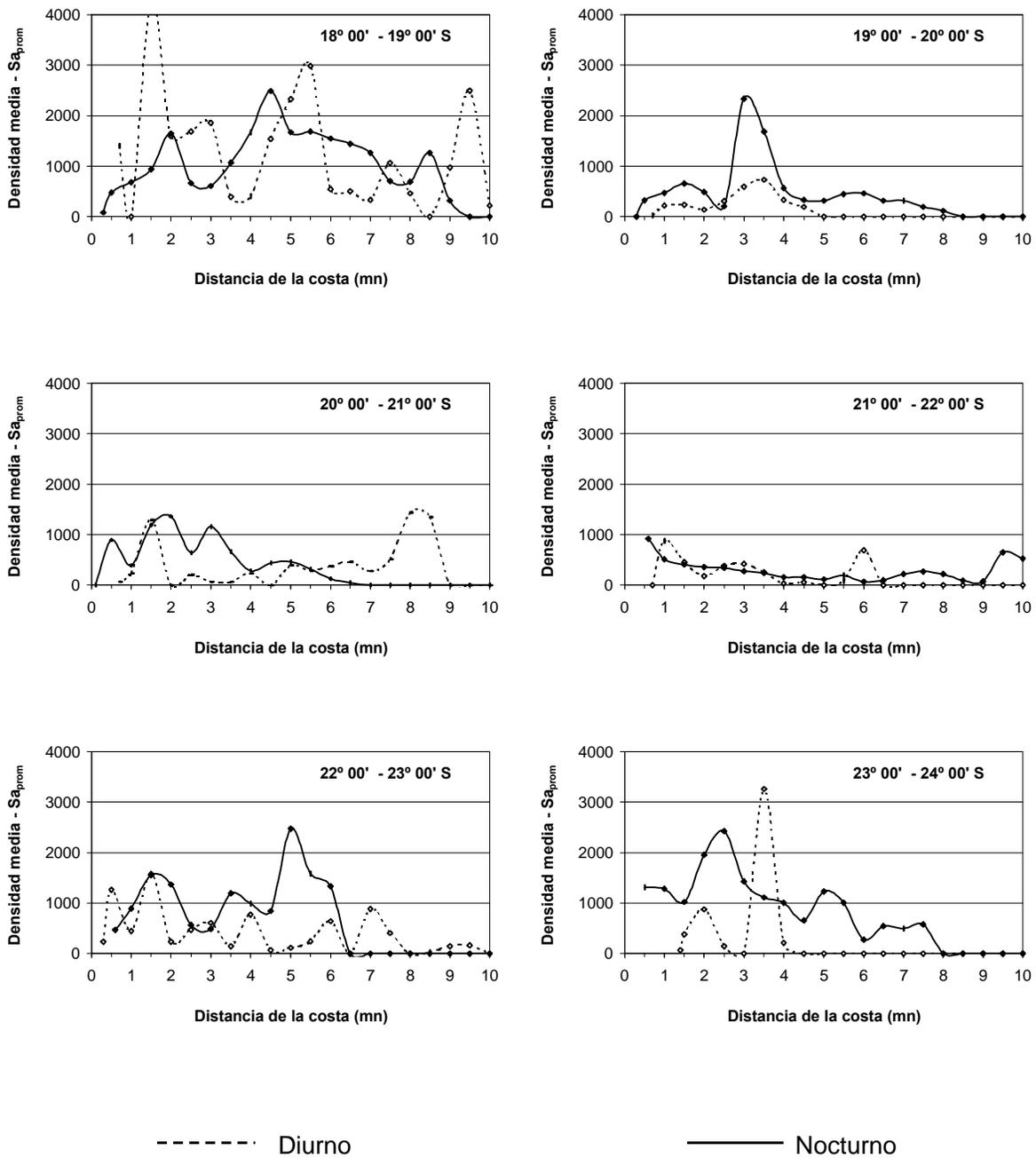


Figura 67. Distribución de la densidad media (Sa_{prom}) de anchoveta por grados de latitud observadas durante el día y la noche por el B/I Abate Molina respecto de la distancia de la costa, agrupados cada 0,5 mn.

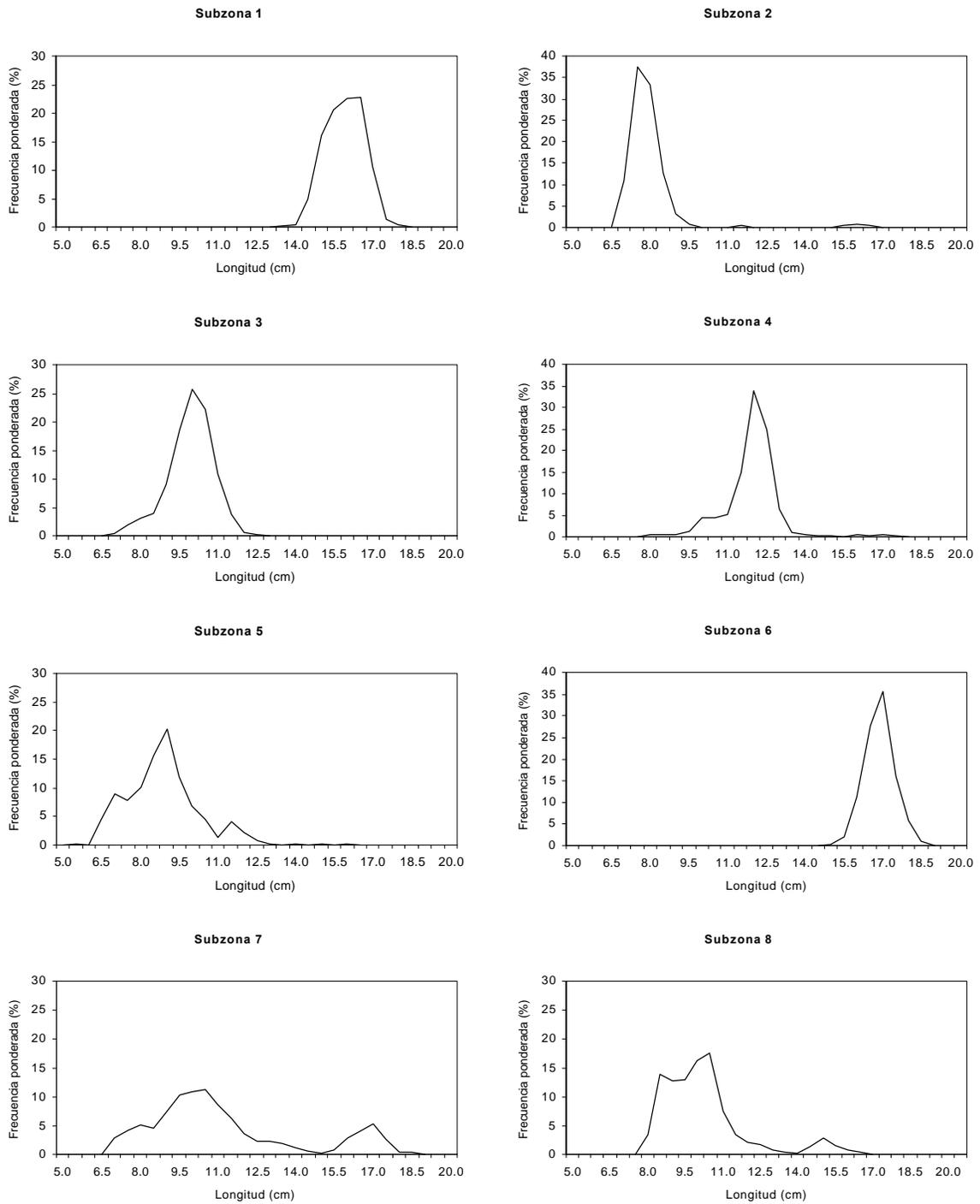


Figura 68. Estructura de tallas de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN 0111.

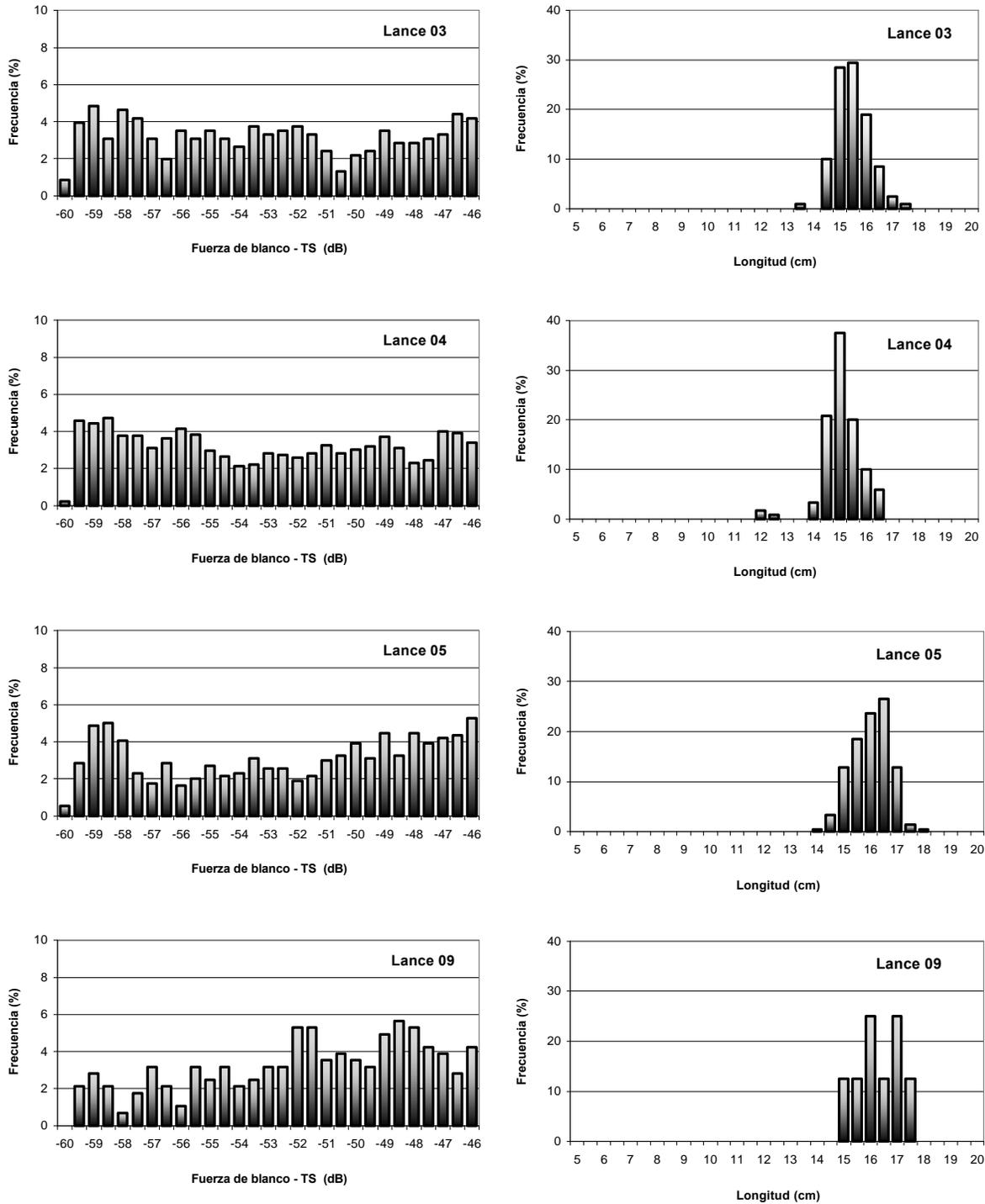


Figura 69. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 3, 4, 5 y 9). Crucero RECLAN 0111.

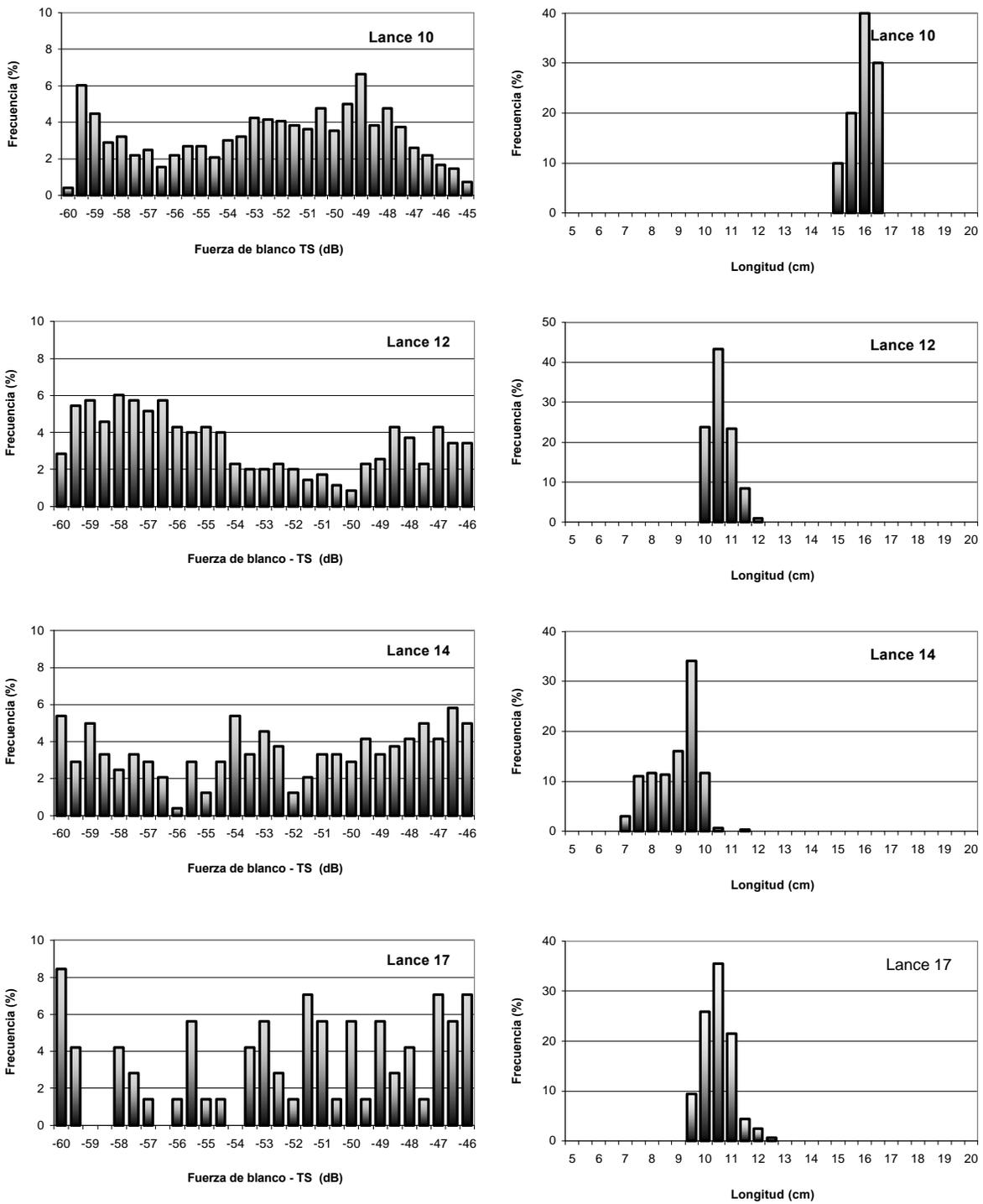


Figura 70. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 10, 12 14 y 17). Crucero RECLAN 0111.

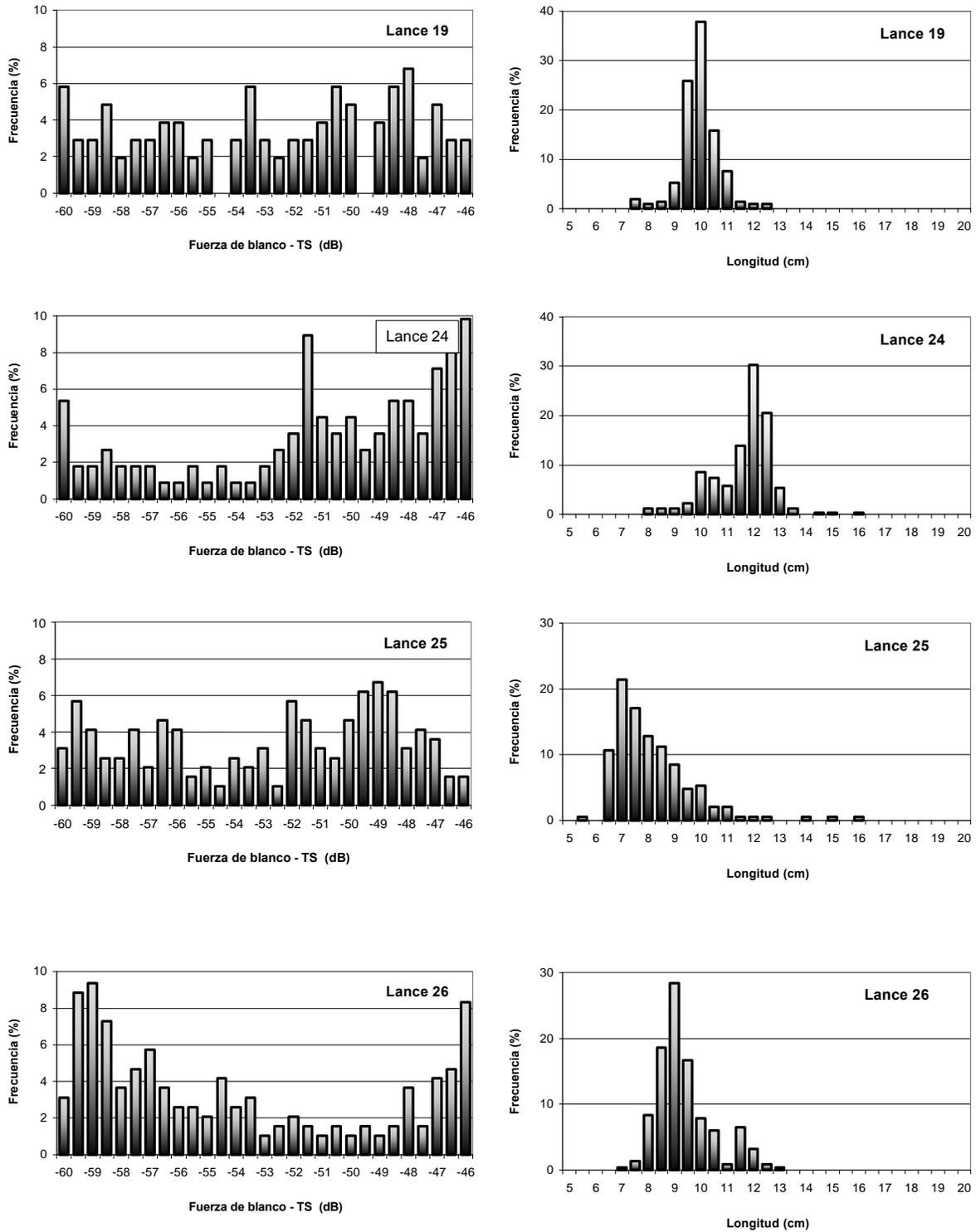


Figura 71. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 19, 24 25 y 26). Crucero RECLAN 0111.

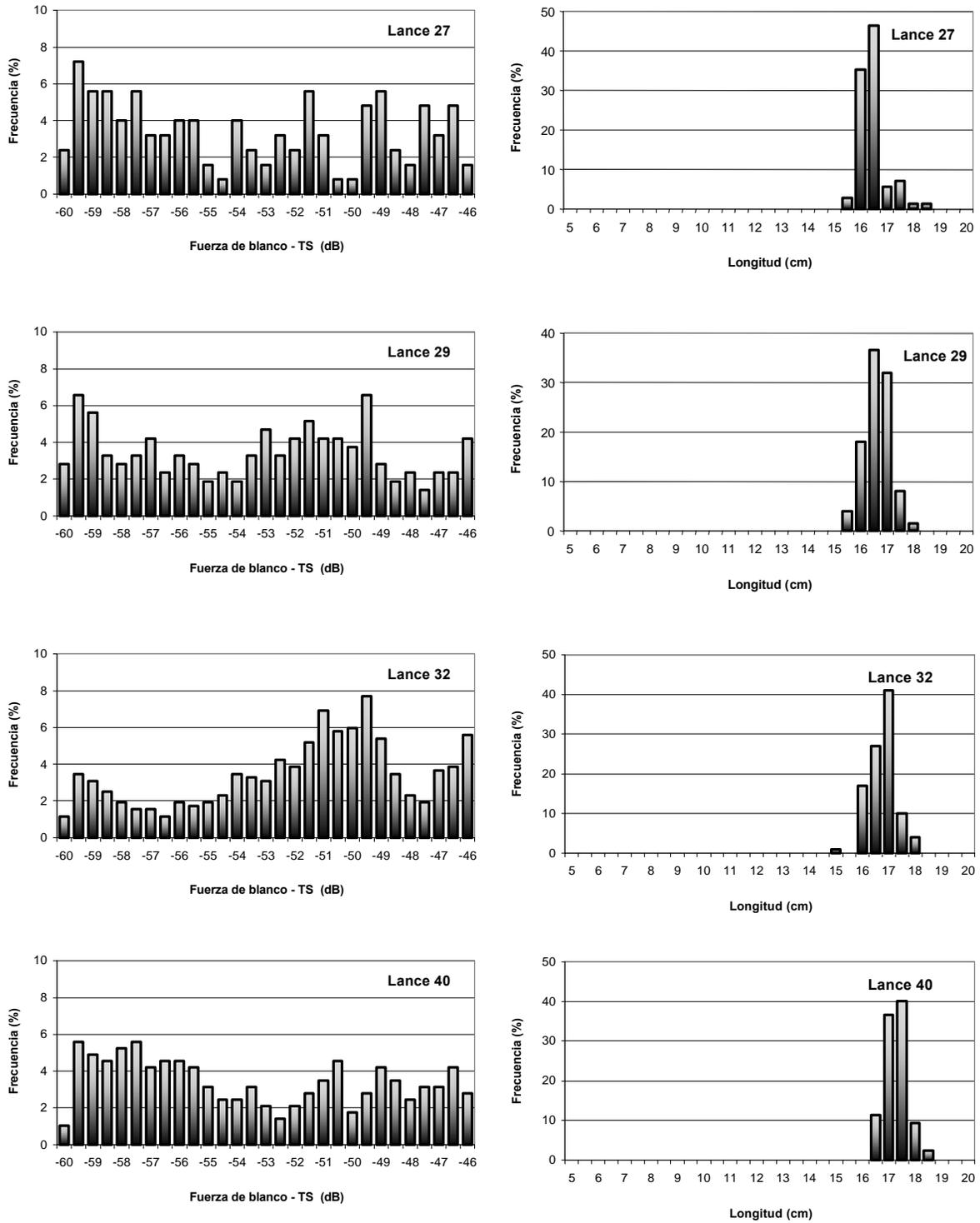


Figura 72. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 27, 29, 32 y 40). Crucero RECLAN 0111.

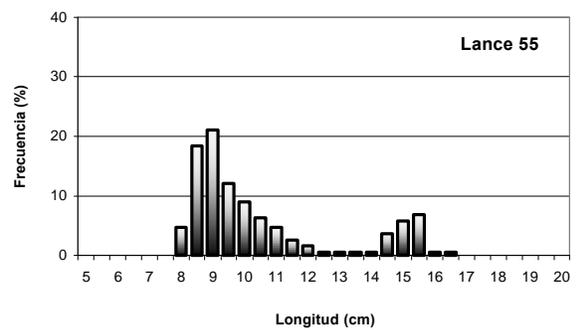
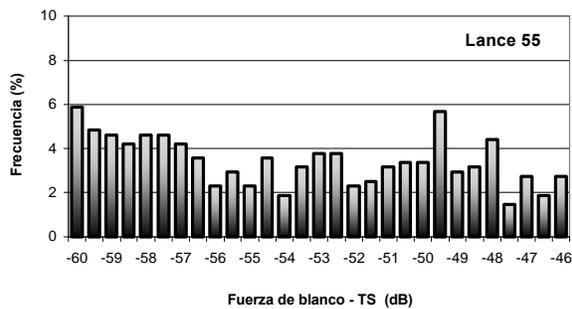
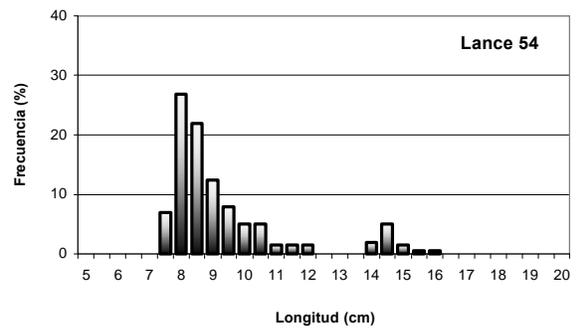
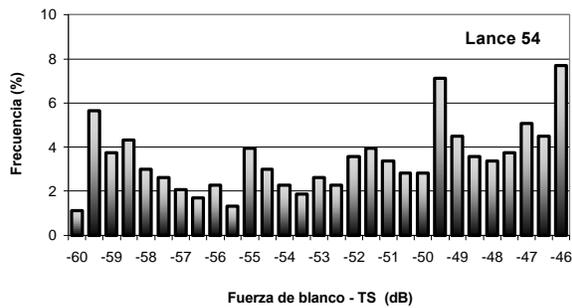
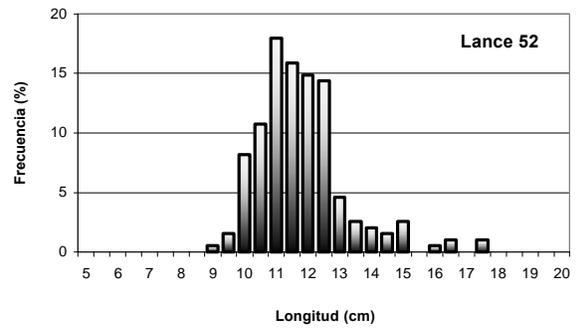
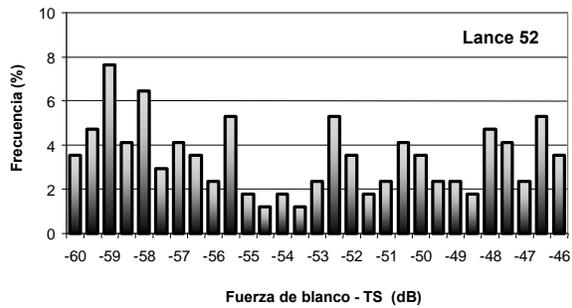
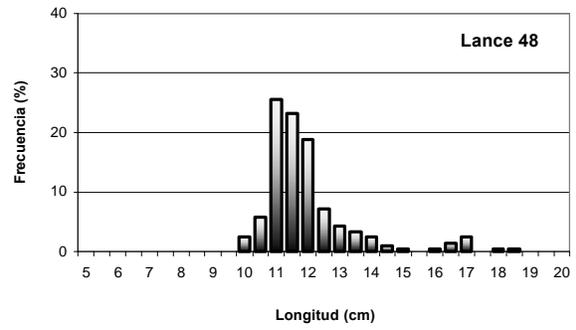
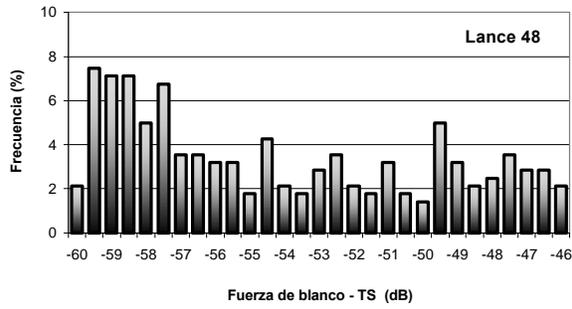


Figura 73. Histogramas de la intensidad de blanco (dB) individuales (frecuencia 38 KHz) y de la distribución de tallas de anchoveta (lances 42, 48, 54 y 55). Crucero RECLAN 0111.

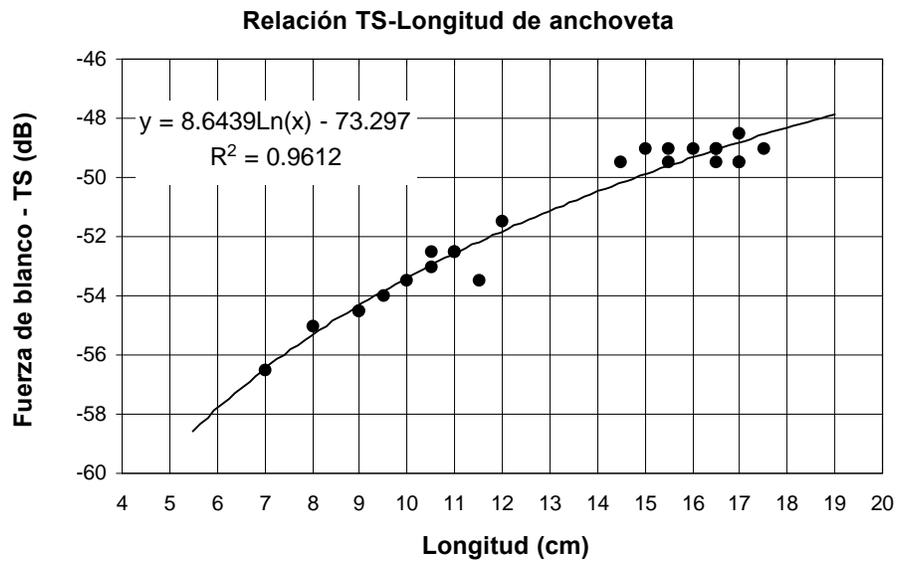


Figura 74. Ecuación de Intensidad de Blanco (TS) de anchoveta respecto a la talla. Crucero RECLAN 0111.

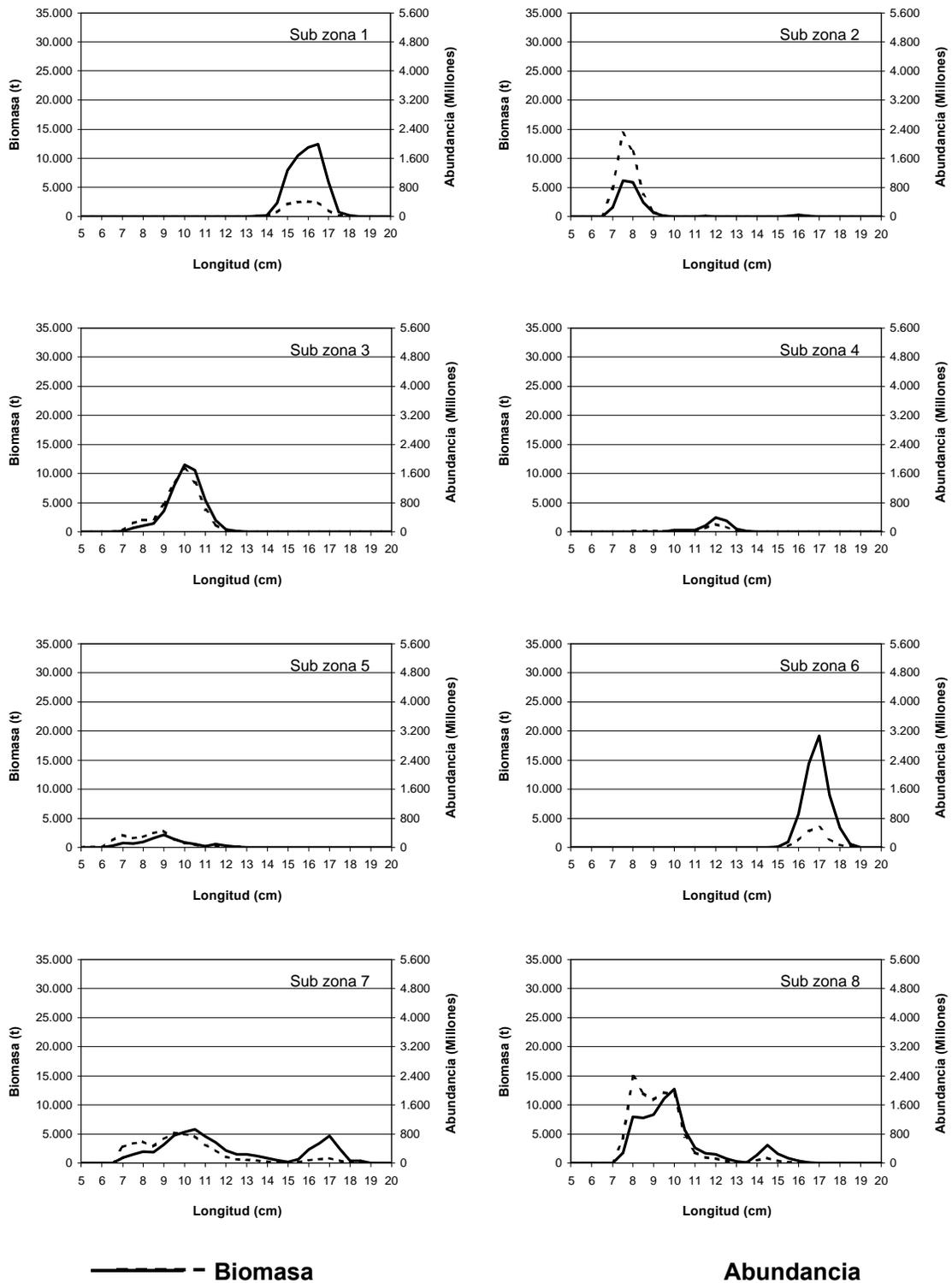


Figura 75. Biomasa y Abundancia de anchoveta por talla y zonas. RECLAN 0111.

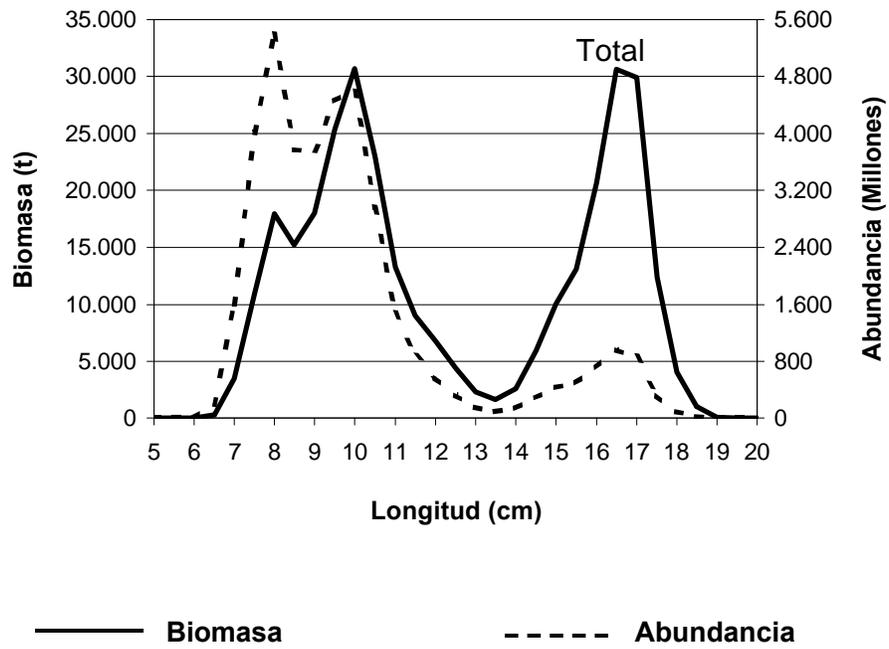


Figura 76. Biomasa y Abundancia de anchoveta por talla para toda la zona de estudio. RECLAN 0111.

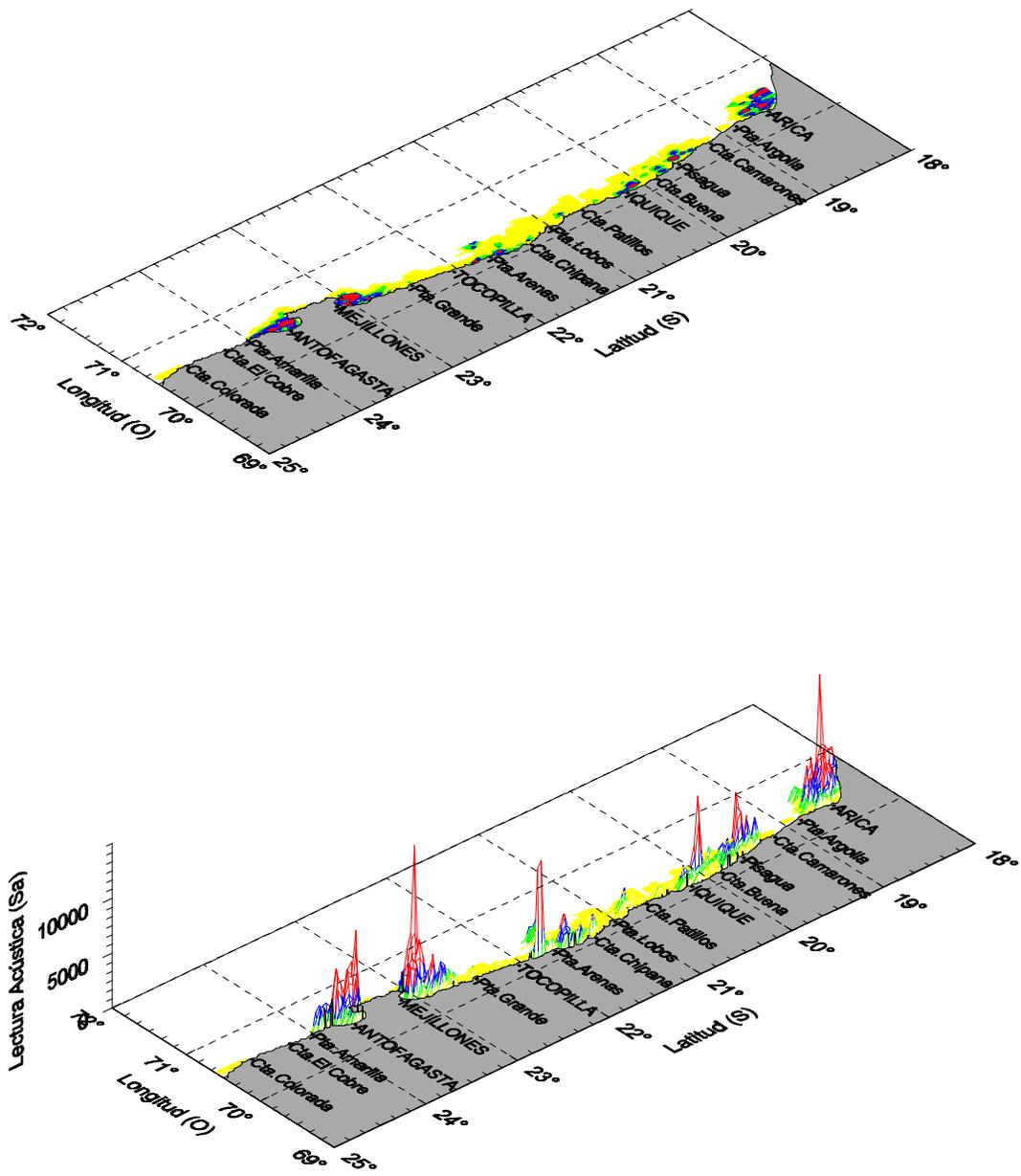


Figura 77. Distribución de la biomasa de Anchoveta. Crucero RECLAN 0111.

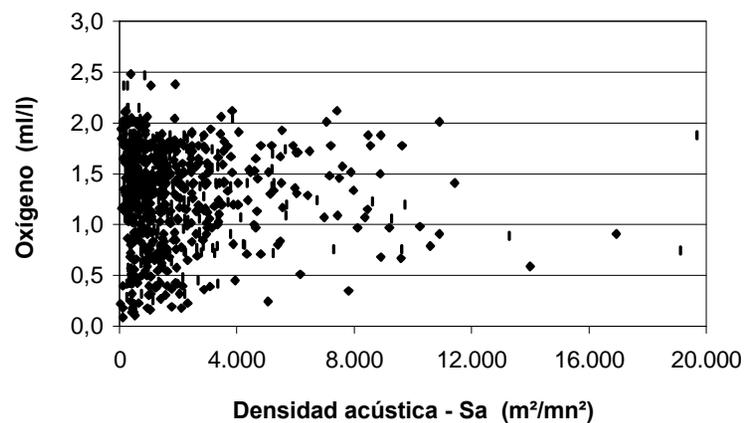
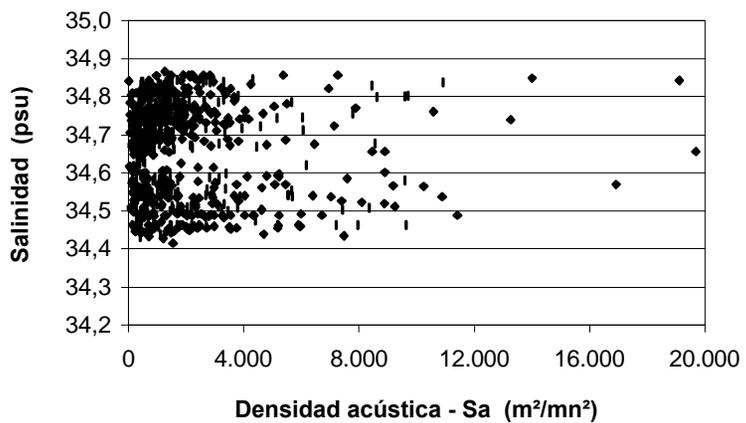
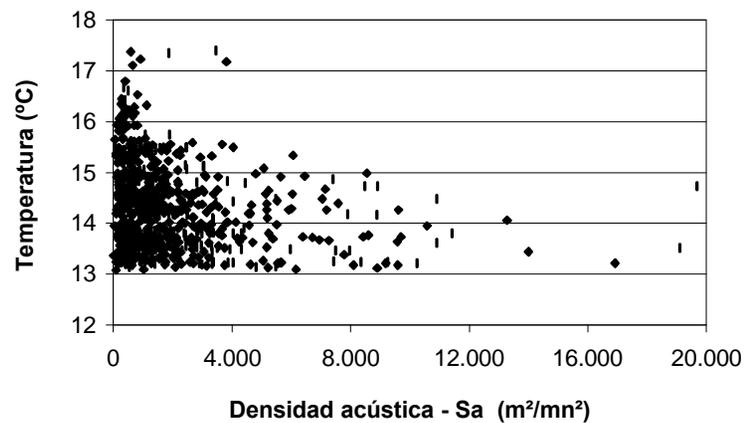
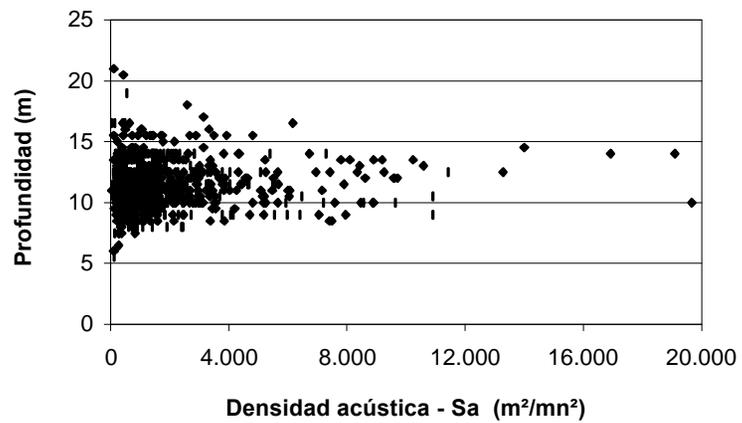


Figura 78. Distribución de la densidad acústica – Sa (m^2/mn^2) de anchoveta respecto de la profundidad (m), temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (psu) y oxígeno disuelto (ml/l). RECLAN 0111.

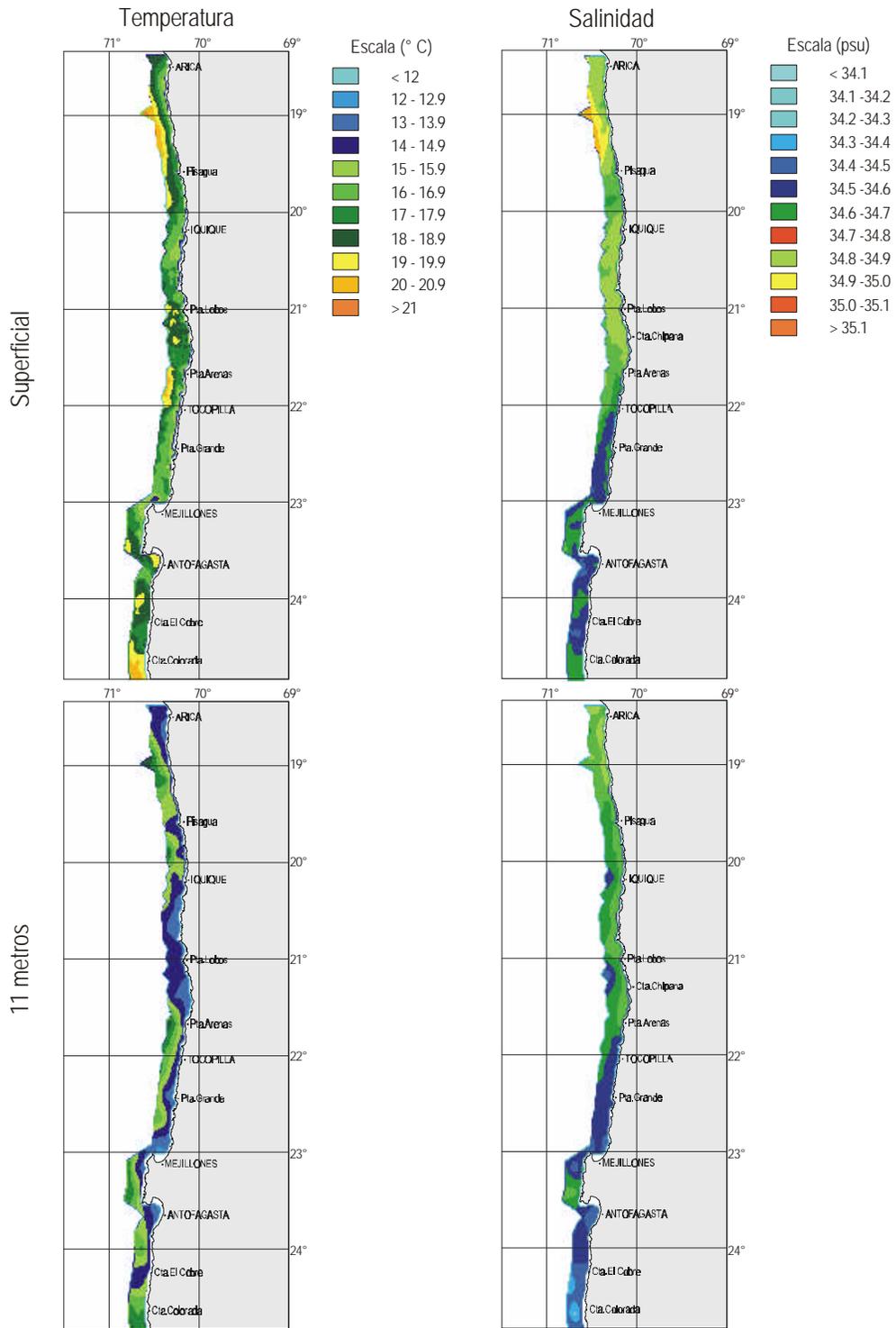


Figura 79 Distribución espacial de temperatura y salinidad superficial y 11 metros de profundidad. Crucero Reclan 0111.

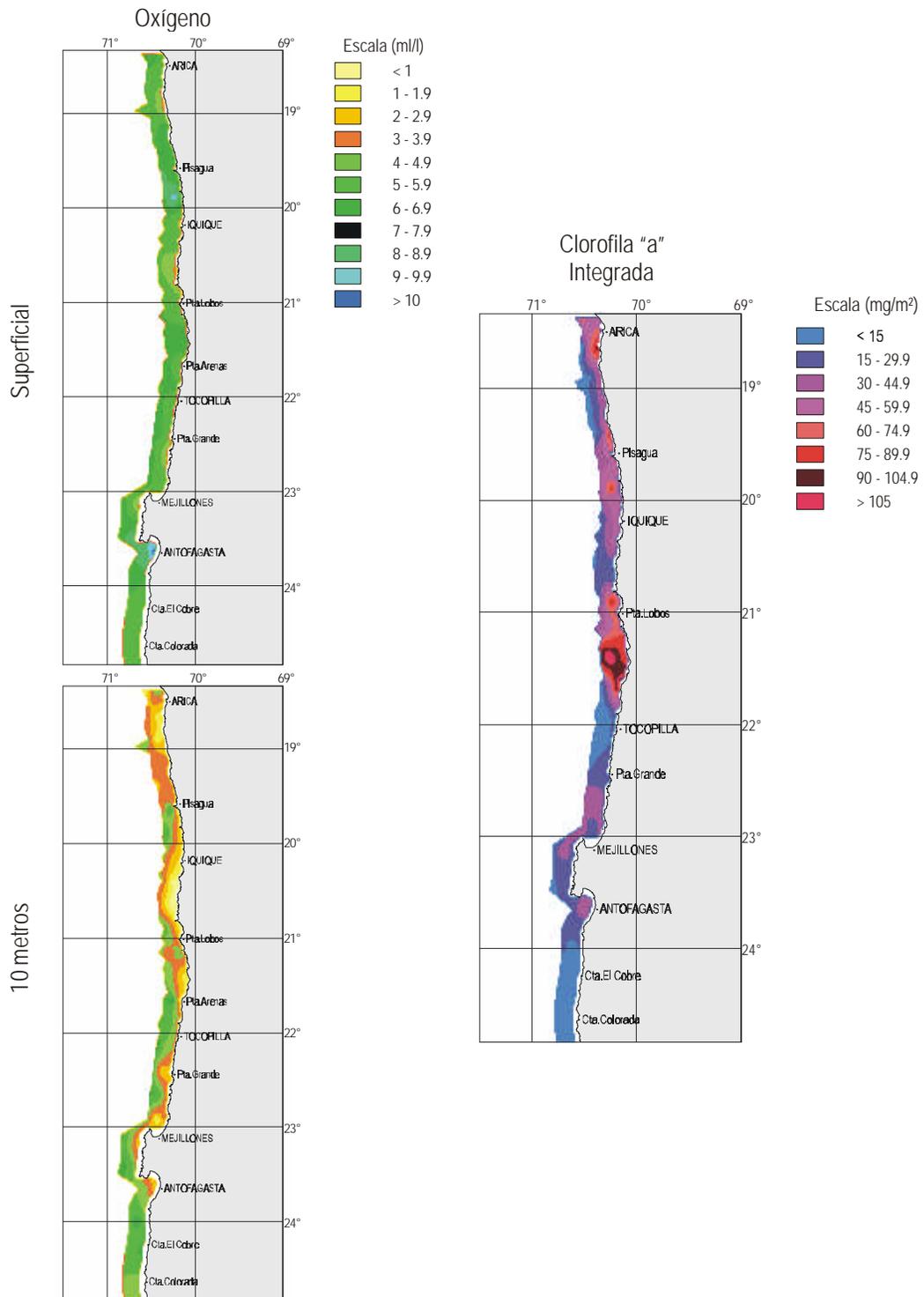


Figura 80. Distribución espacial de oxígeno disuelto en superficie y 11m y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero Reclan 0111.

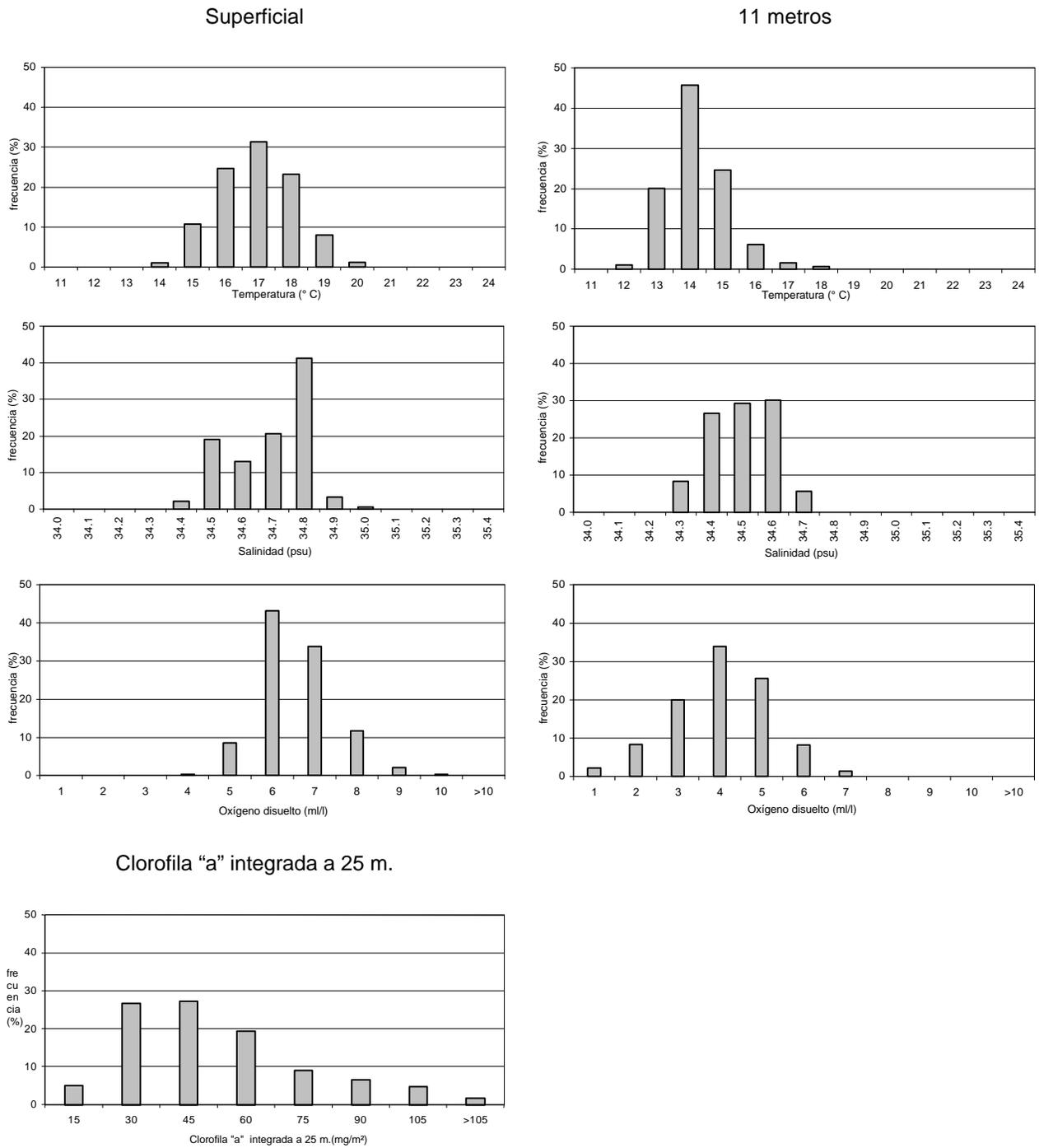


Figura 81. Histogramas de la distribución total de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.

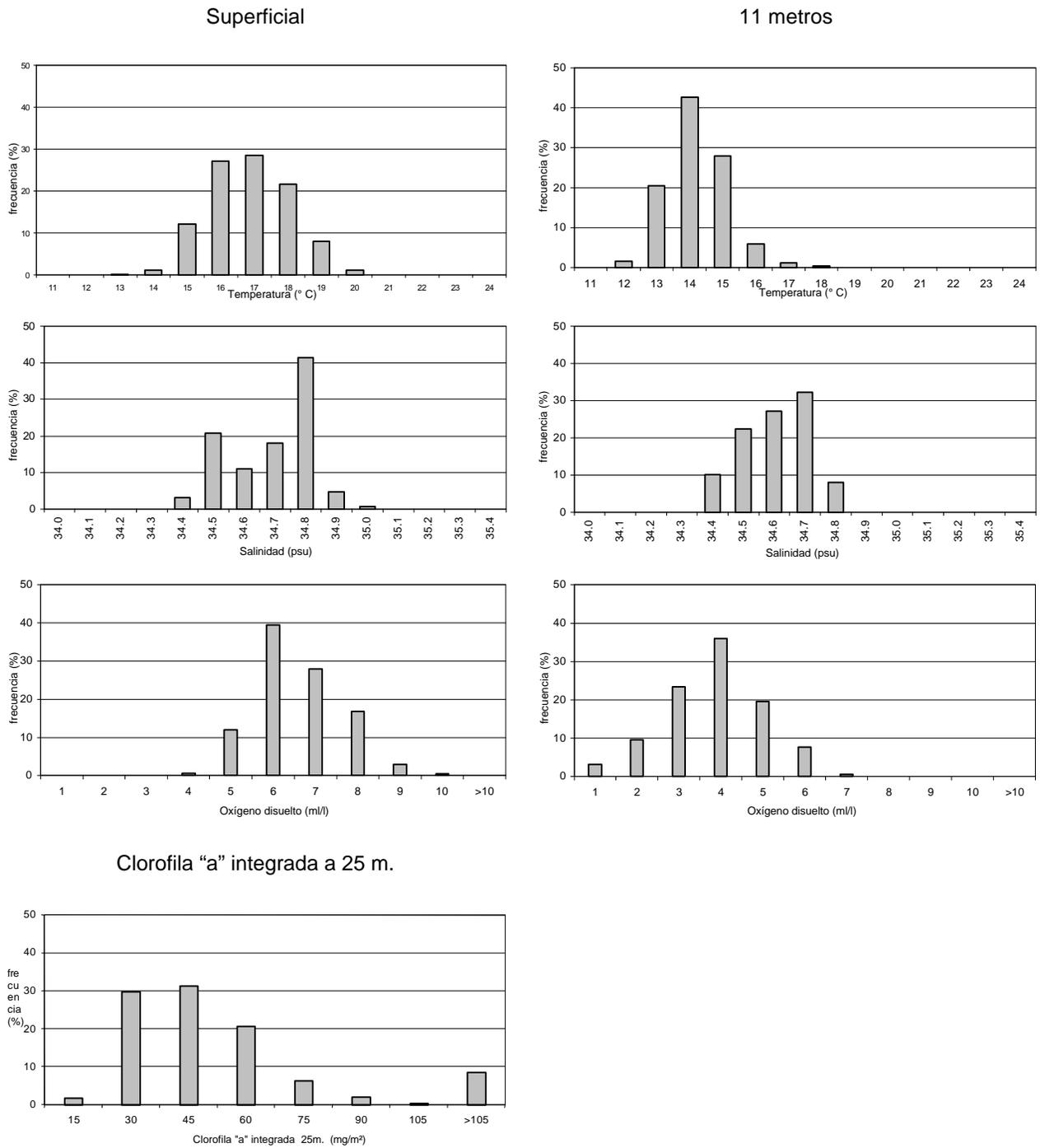


Figura 82 Histogramas de la distribución de reclutas de anchoveta respecto a las variables oceanográficas temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie y 11 metros y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.

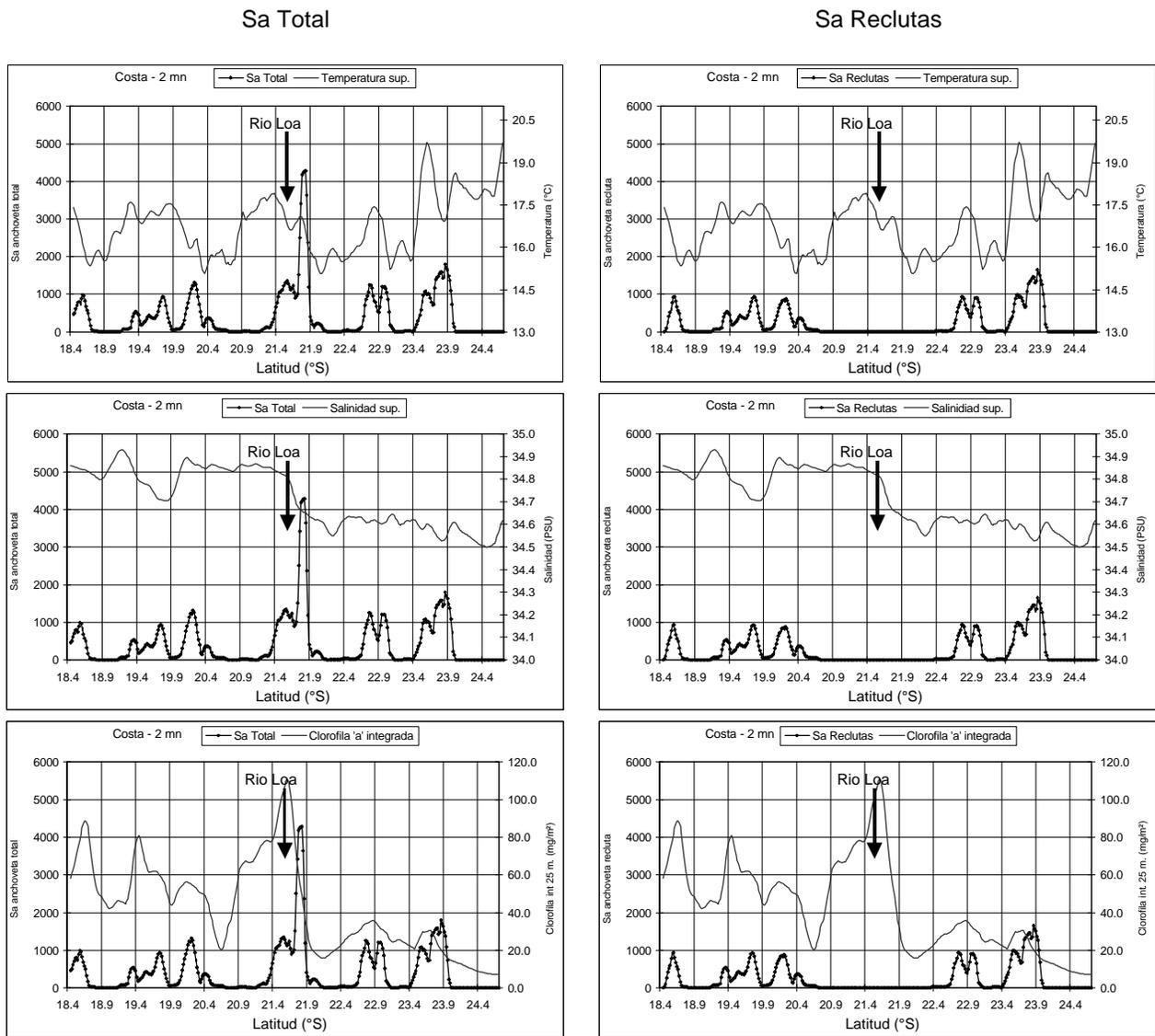


Figura 83. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAN 0111.

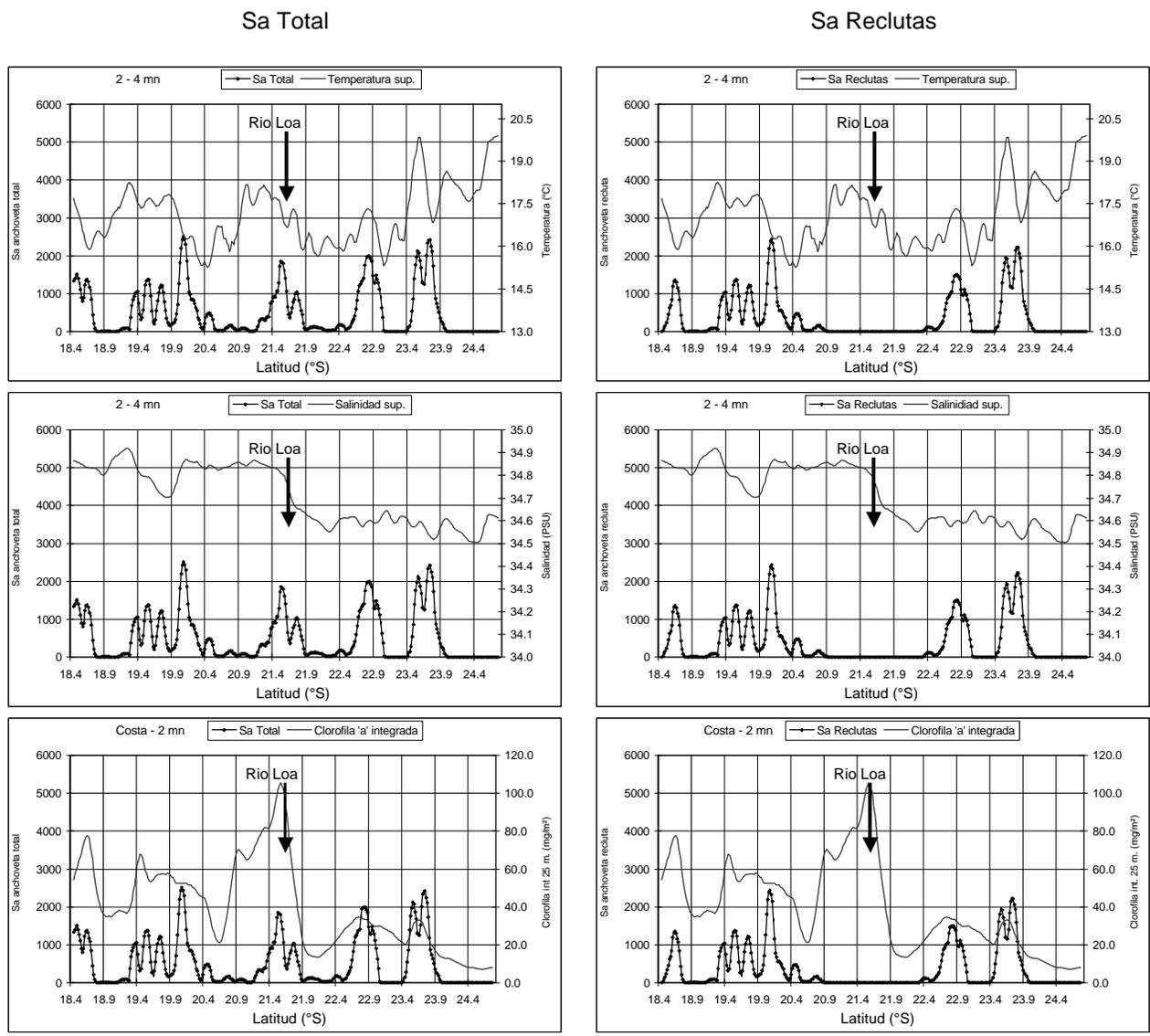


Figura 84. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 4 mn. Crucero RECLAN 0111.

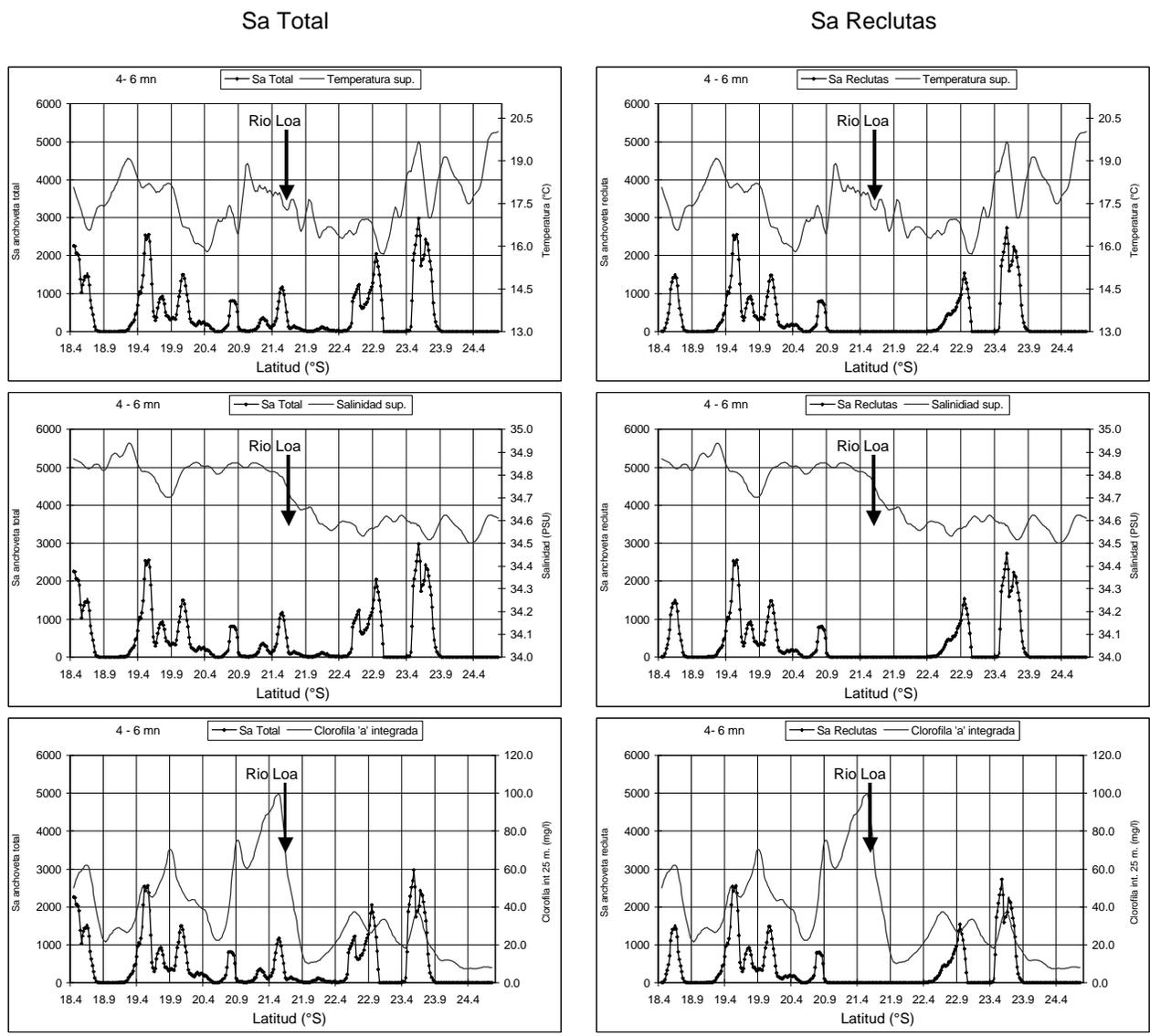


Figura 85

Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 4 a 6 mn. Crucero RECLAN 0111.

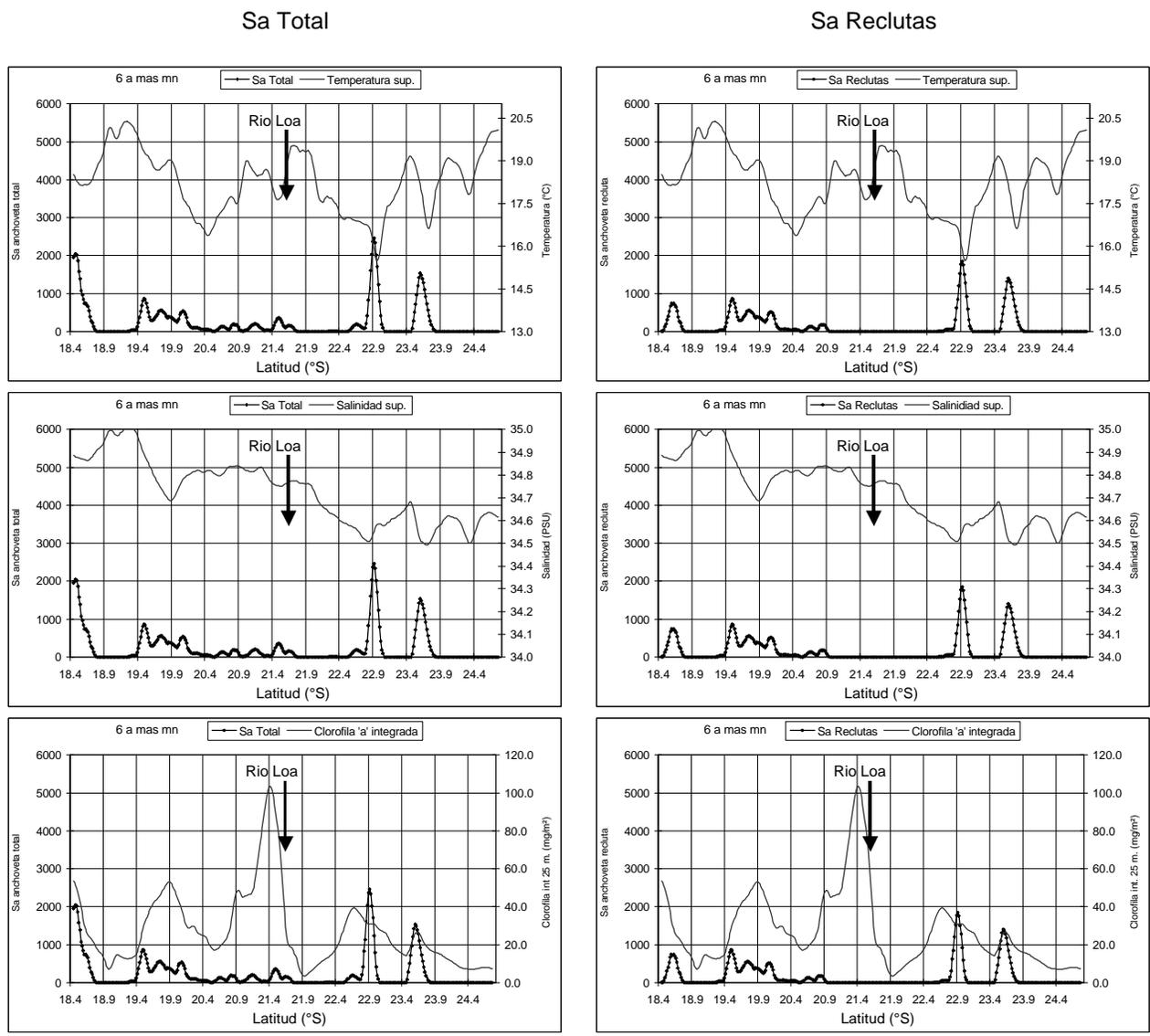


Figura 86. Señal latitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila “a” integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a mas mn. Crucero RECLAN 0111.

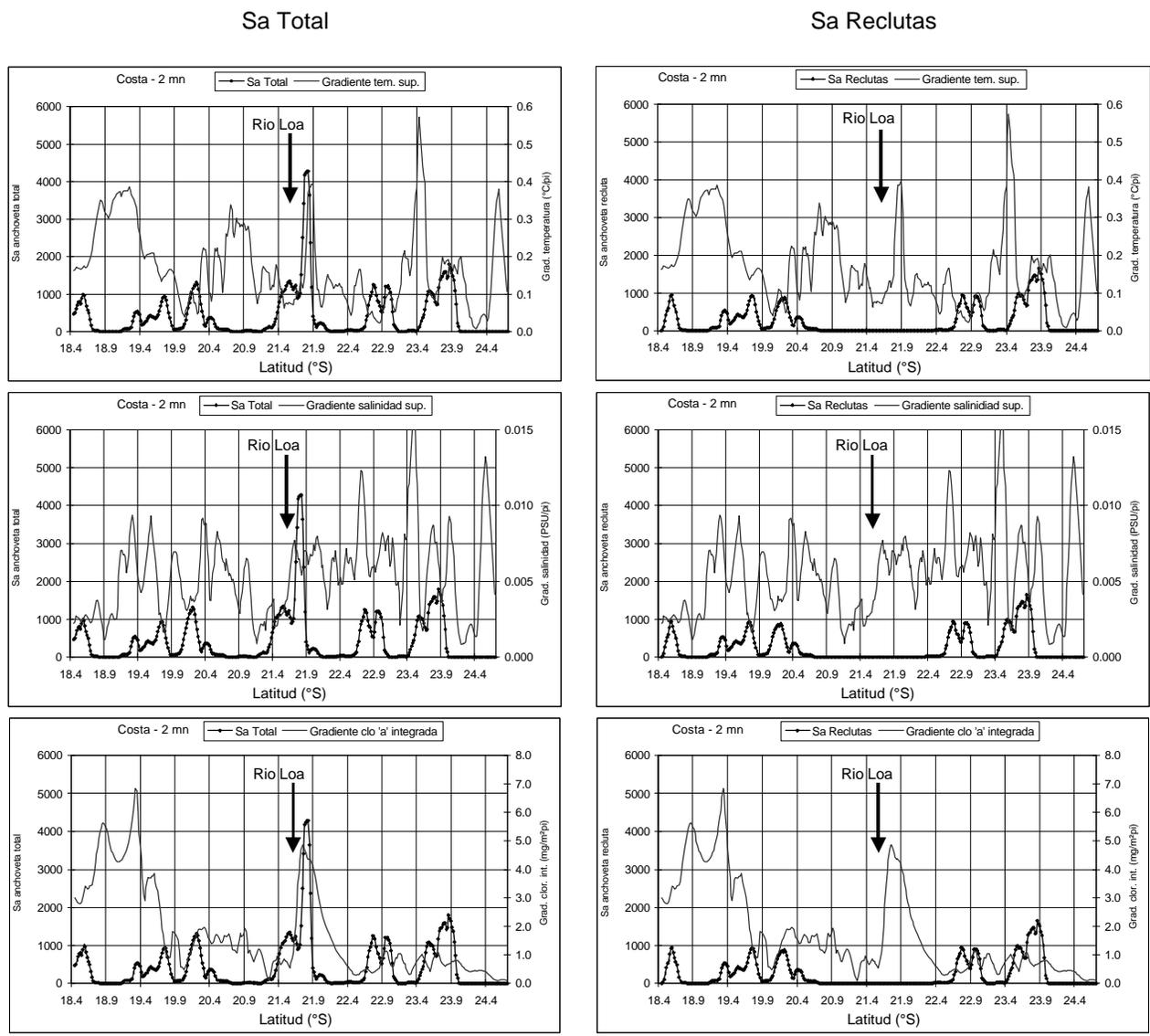


Figura 87. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 0 a 2 mn. Crucero RECLAN 0111.

Sa Total

Sa Reclutas

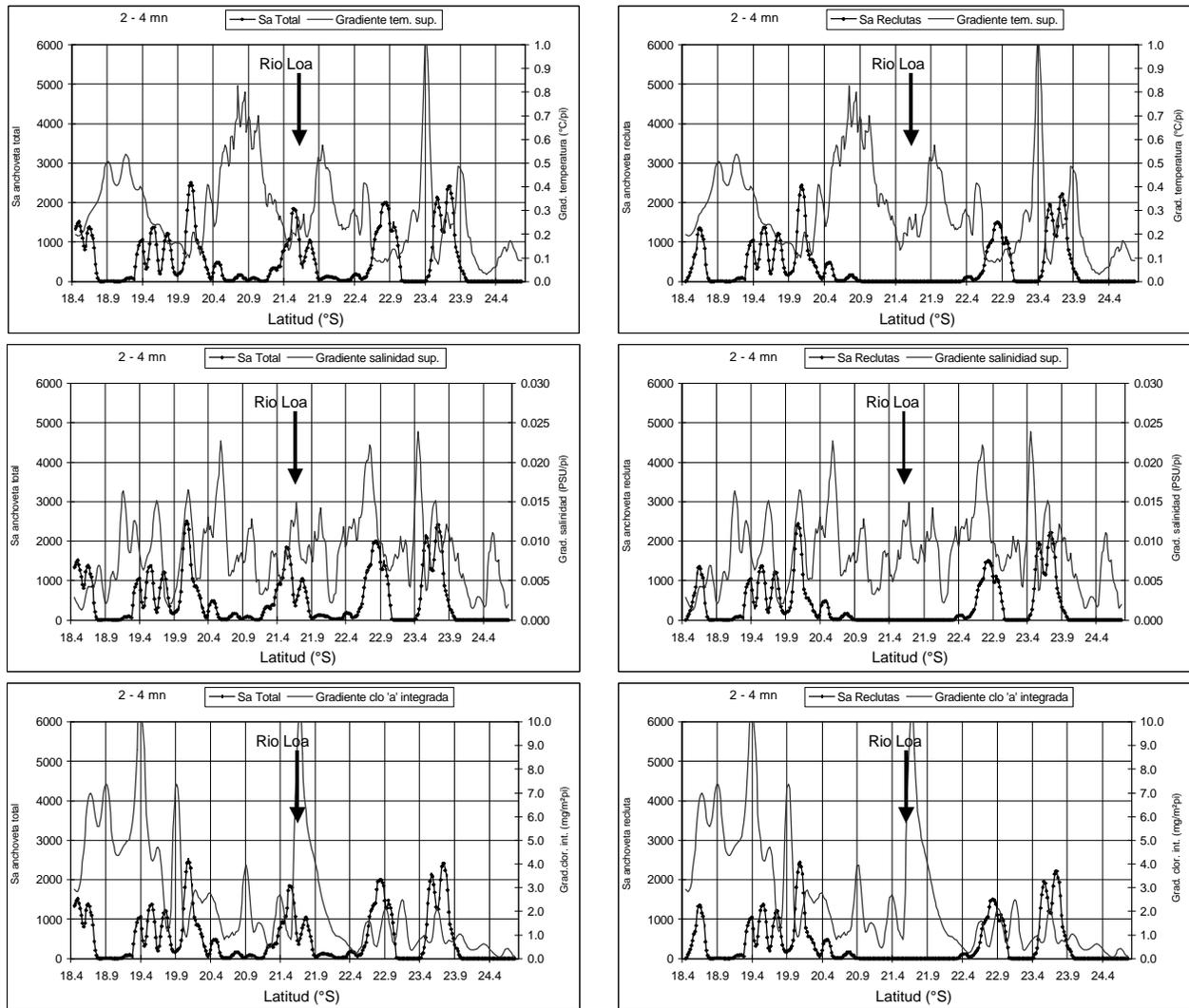


Figura 88.

Señal latitudinal gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 2 a 4 mn. Crucero RECLAN 0111.

Sa Total

Sa Reclutas

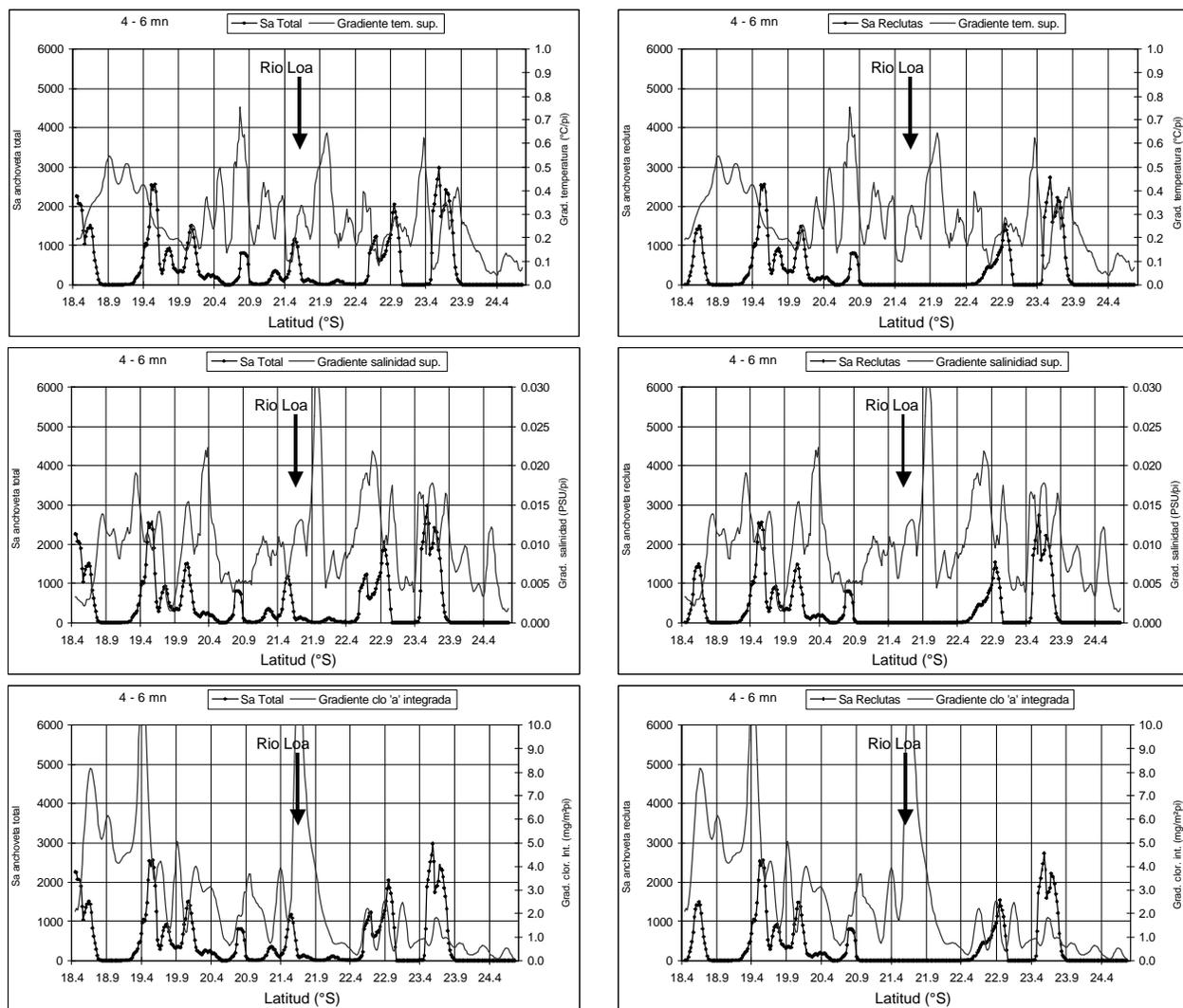


Figura 89.

Señal latitudinal de gradientes longitudinales de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 4 a 6 mn. Crucero RECLAN 0111.

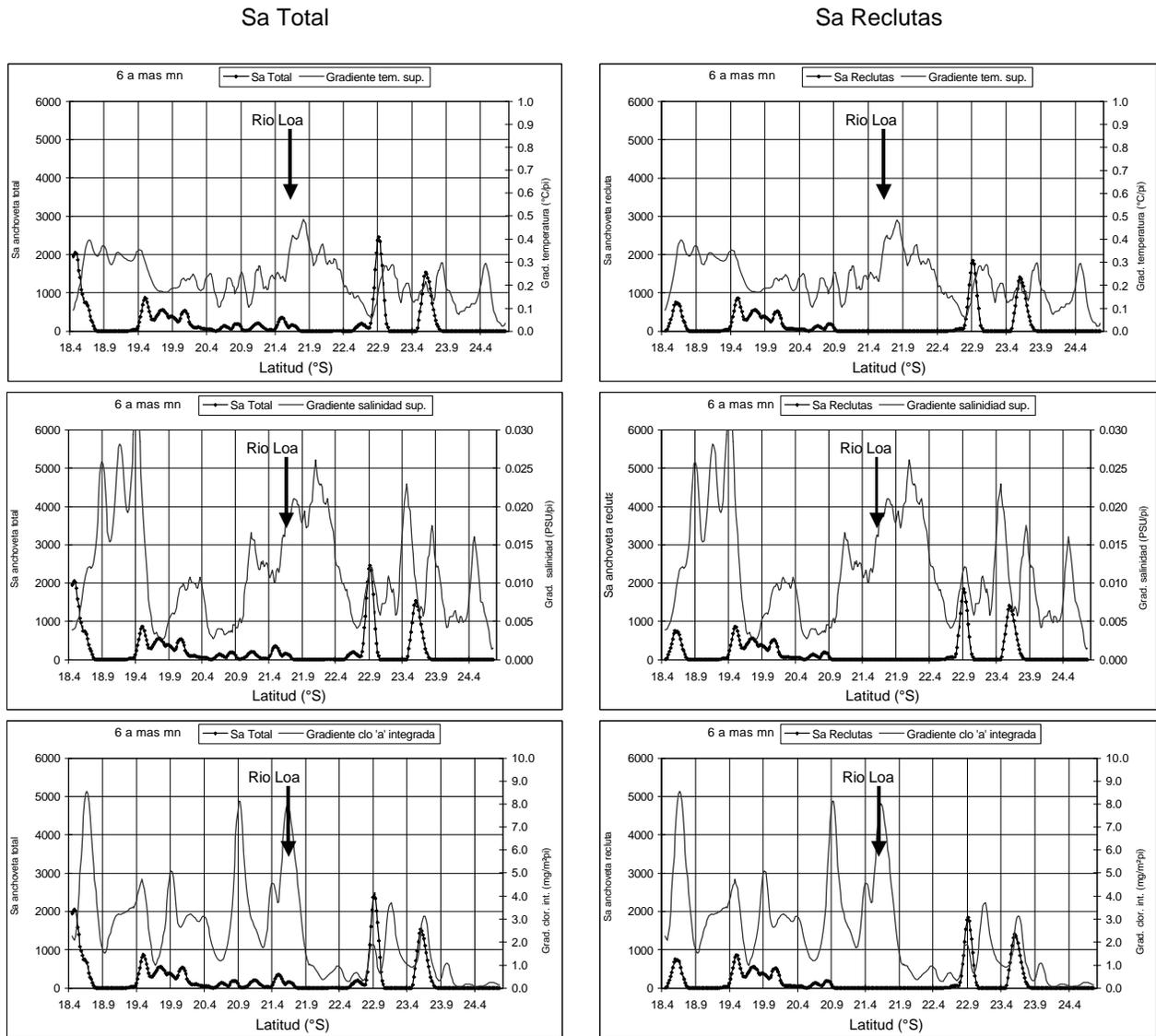


Figura 90. Señal latitudinal de gradientes longitudinal de variables temperatura y salinidad superficiales y clorofila "a" integrada hasta 25 m. con respecto a Sa total y Sa reclutas de anchoveta, franja costera de 6 a mas mn. Crucero RECLAN 0111.

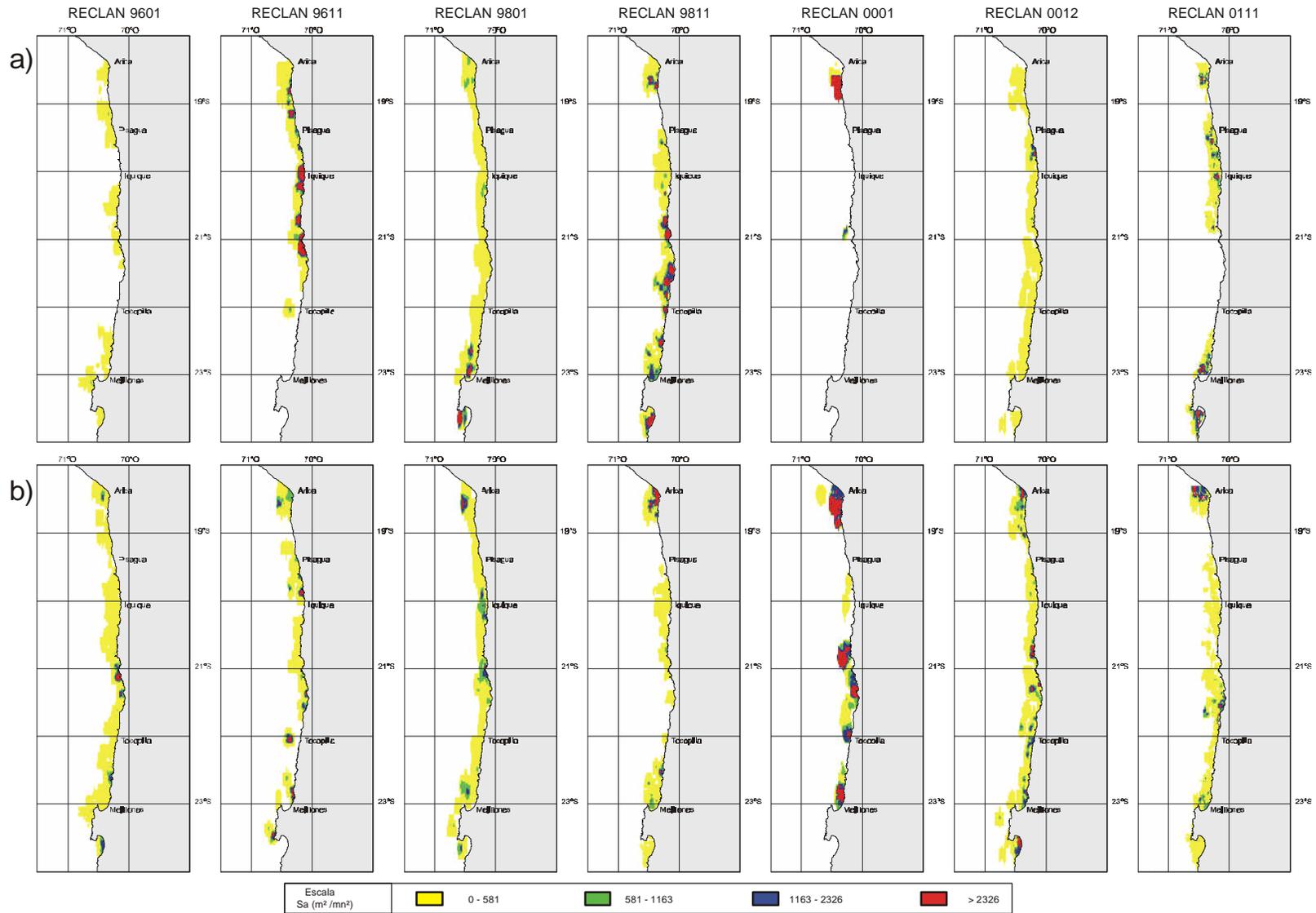


Figura 91 Distribución espacial de: a) reclutas y b) adultos de anchoveta, en la Zona Norte de Chile. Cruceros 9601, 9611 9801, 9811, 0001 y 0012.

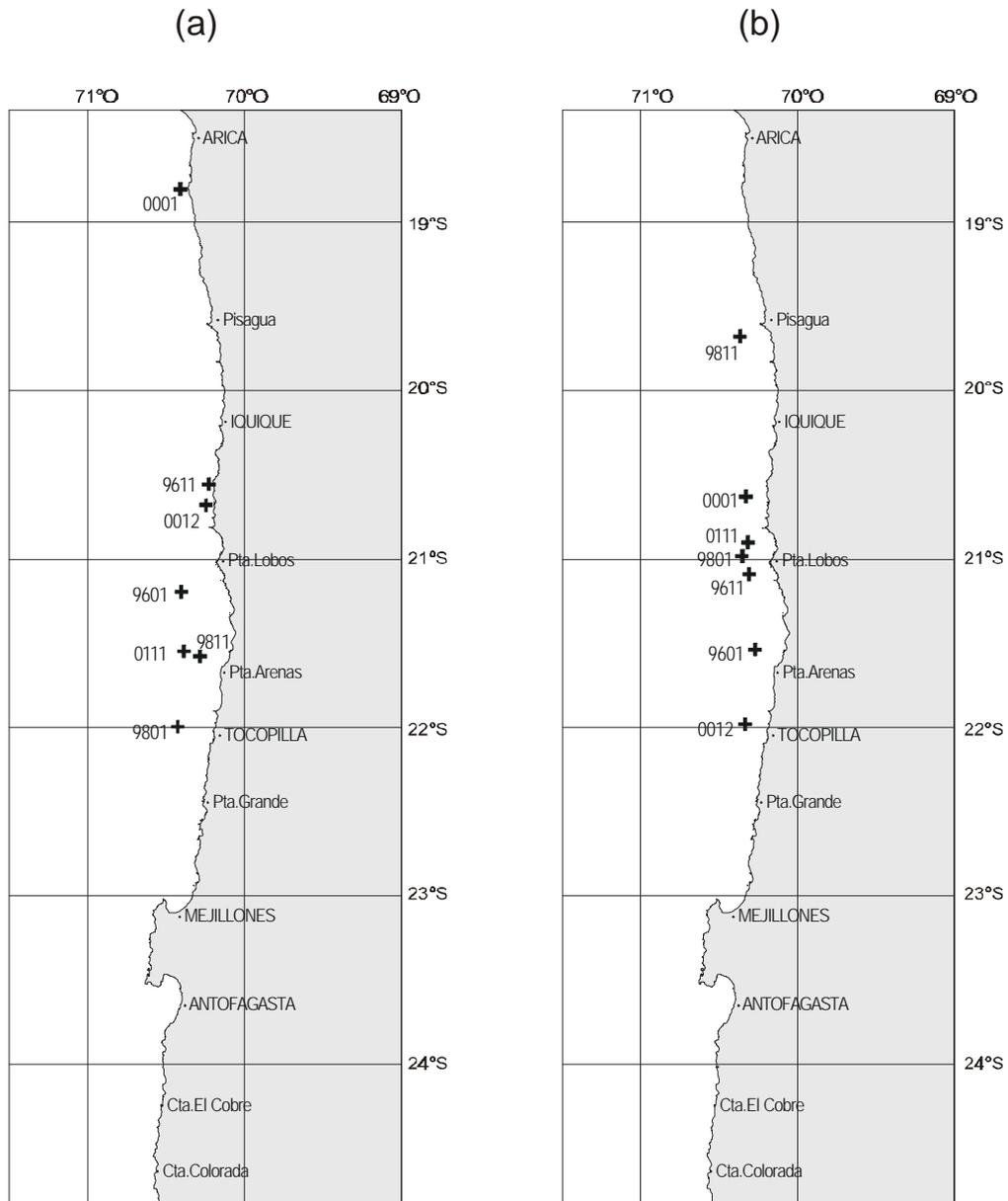


Figura 92. Distribución espacial de los centros de gravedad de a) reclutas de anchoveta y b) adultos de anchoveta históricos. Cruceros 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012 y 0111.

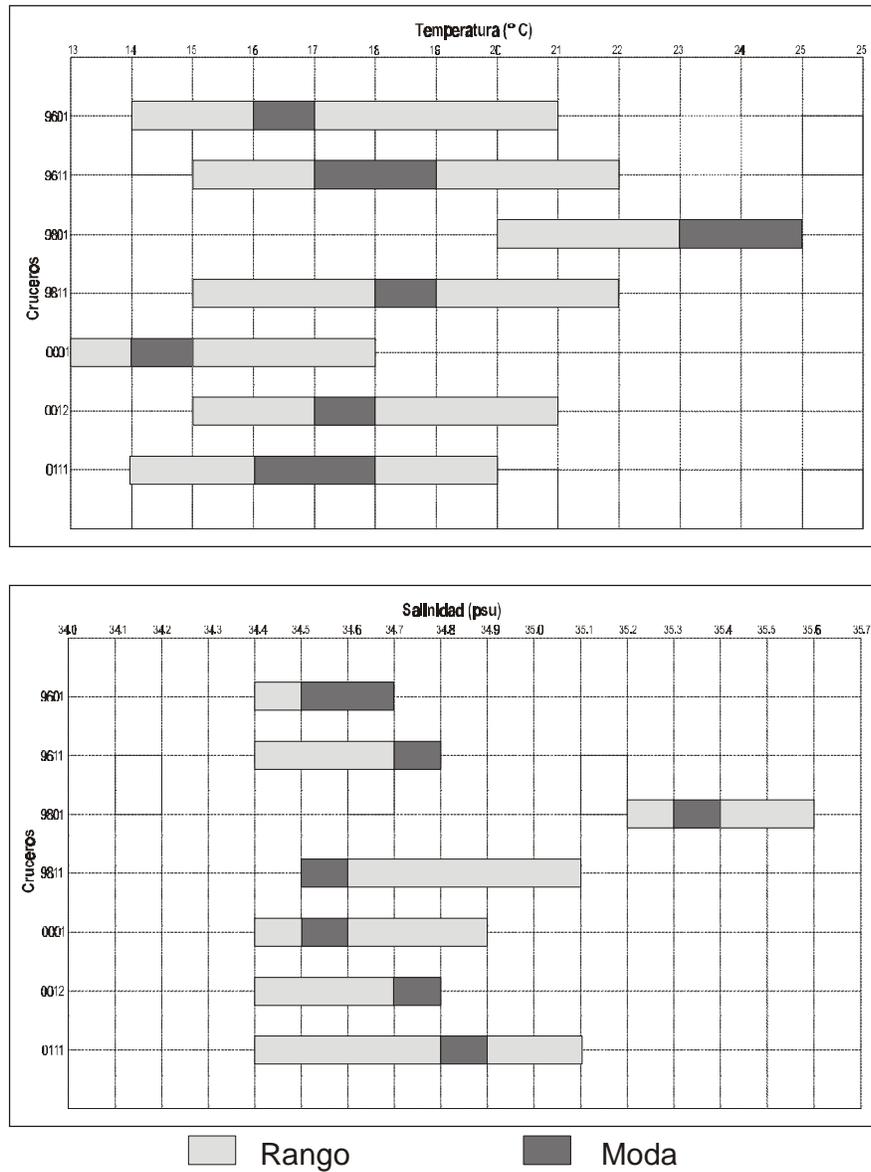


Figura 93 Rangos de preferencia de anchoveta de variables temperatura y salinidad superficial cruces 9601, 9611, 9801, 9811, 0001, 0012 y 0111.

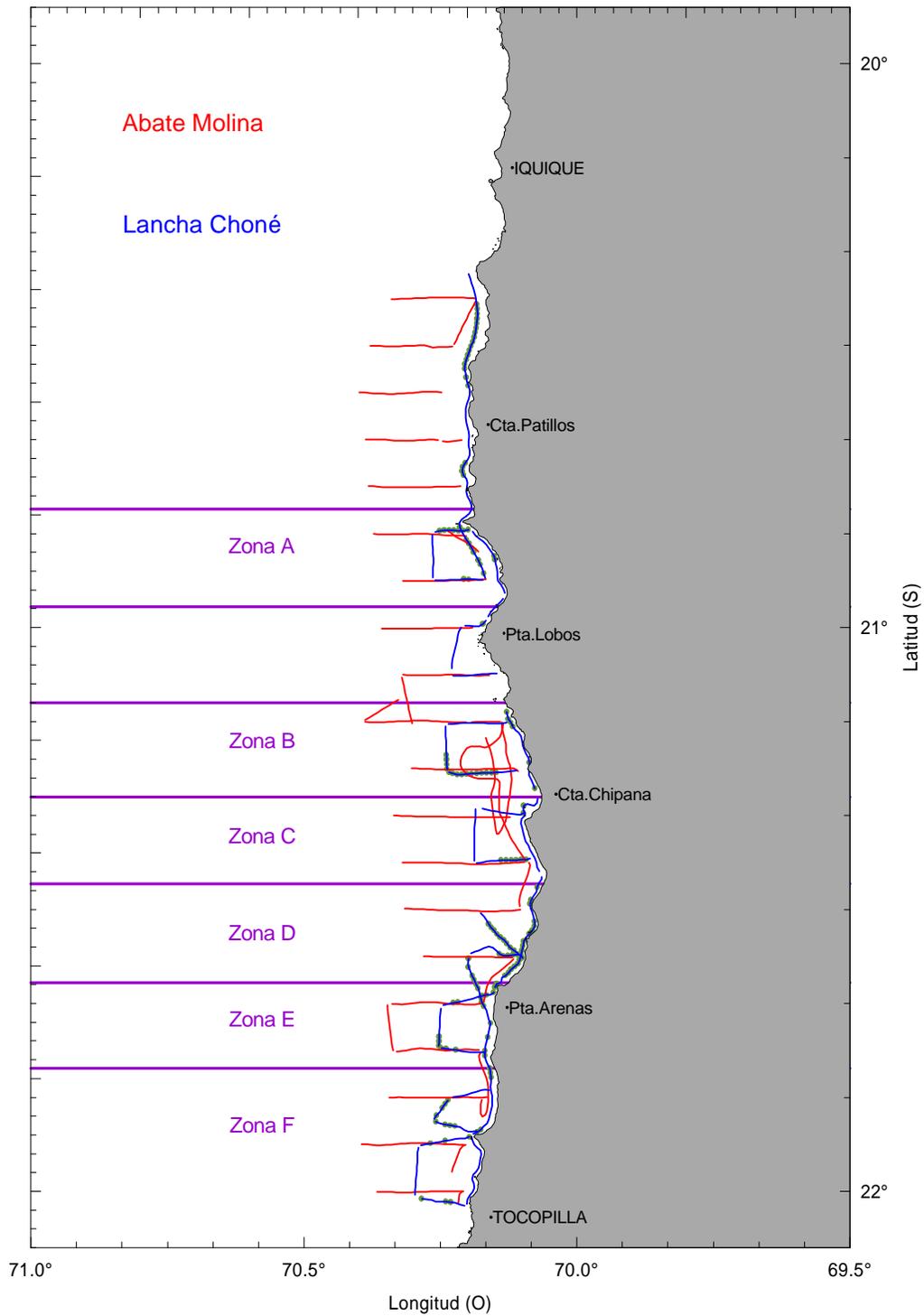


Figura 94 Red de transectas realizadas por L/P Choné y el B/I Abate Molina en el estudio del sesgo de orilla. Se indican las subdivisiones utilizadas para el análisis. Crucero RECLAN 0111.

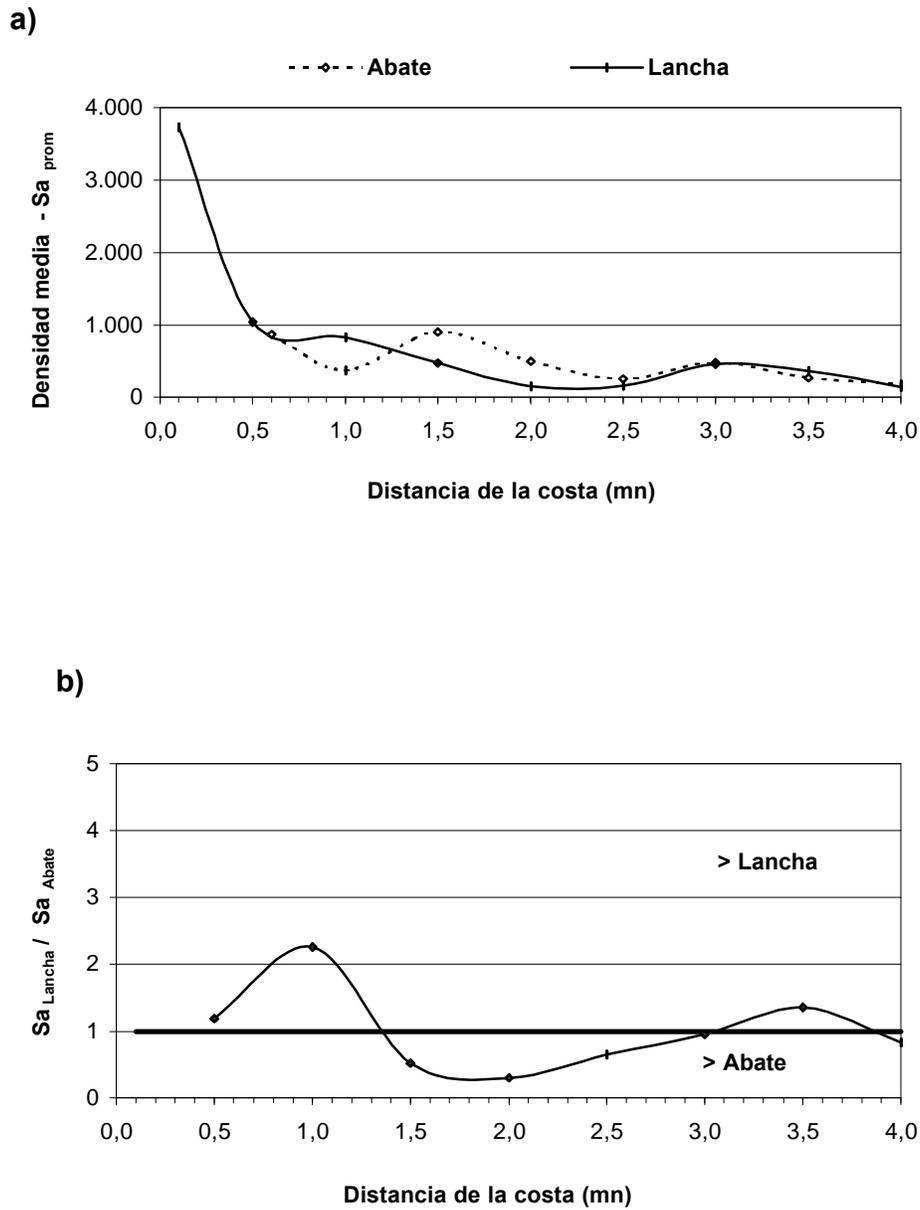


Figura 95. **a)** distribución de la densidad media total de anchoveta observadas por el B/I Abate Molina y la L/P Choné I por zonas de abundancia y **b)** relación de las densidades promedio entre la lancha Choné I y el Abate Molina.

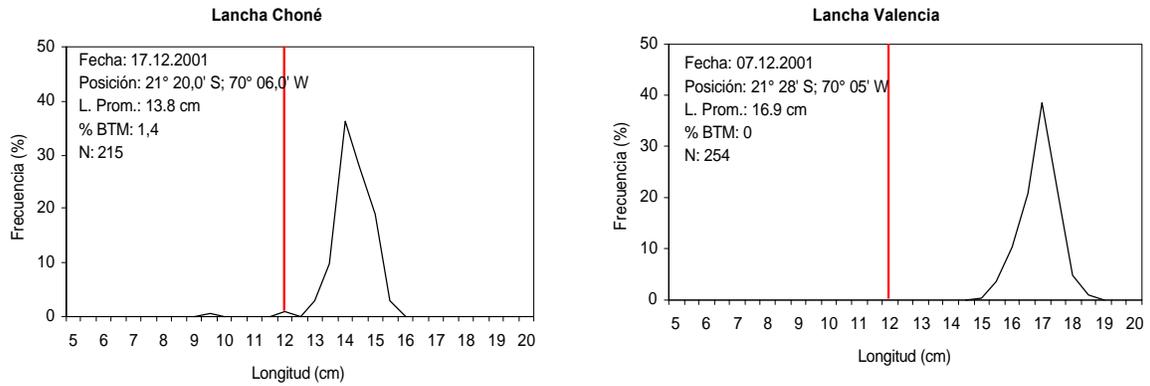


Figura 96. Frecuencia de longitudes (%) de las anchovetas capturada con red anchovetera por las lanchas Choné y Valencia.

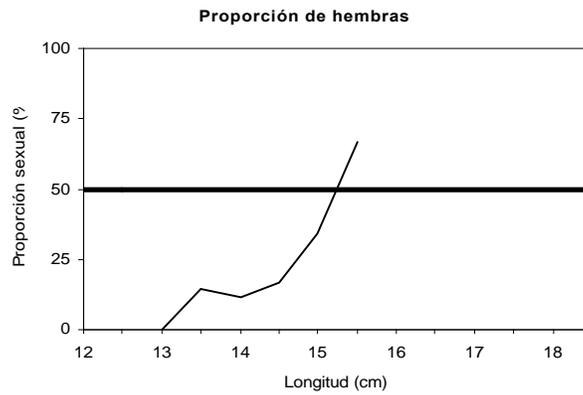


Figura 97. Proporción de hembras (%) de anchoveta en el muestreo de las capturas realizadas en la lancha Choné.

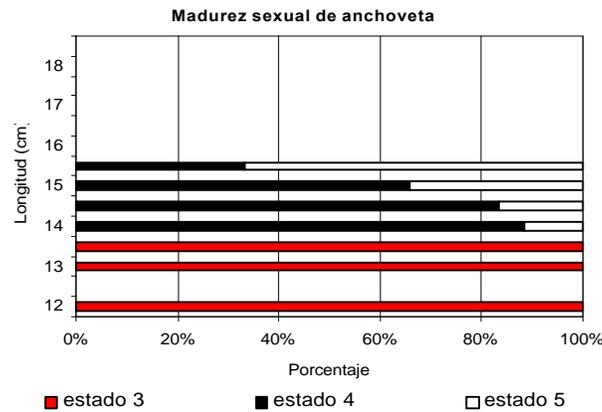


Figura 98. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta en el muestreo de las capturas realizadas en la lancha Choné.

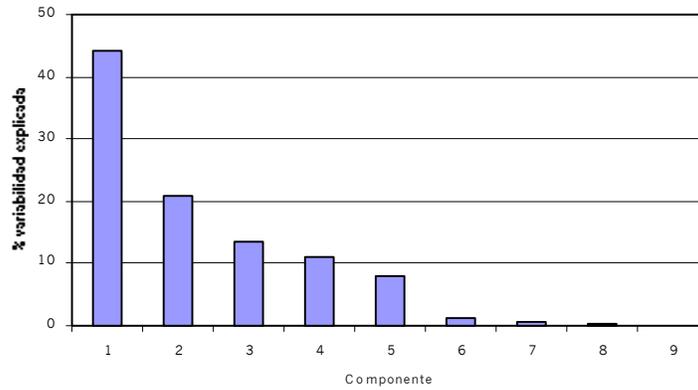


Figura 99. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones diurnas.

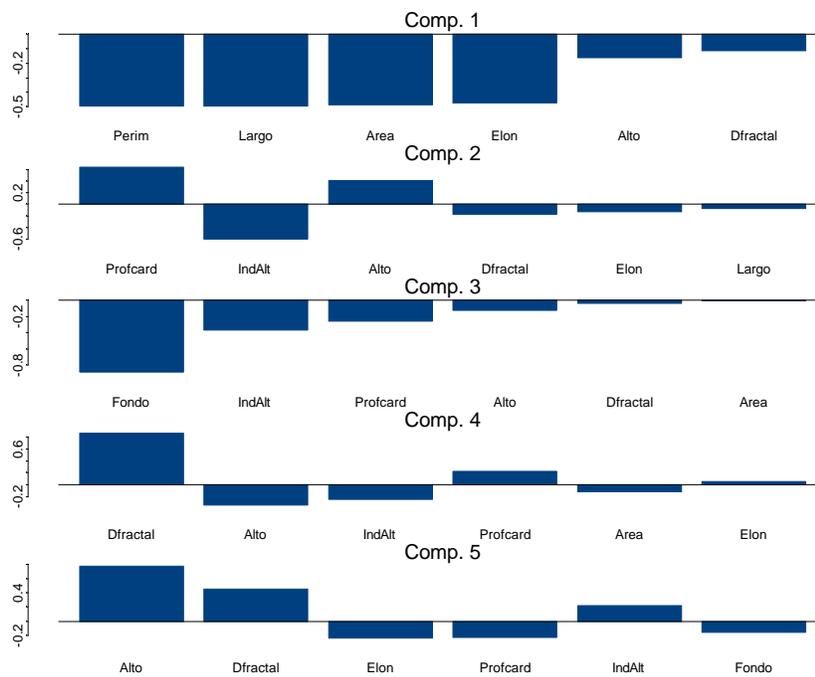


Figura 100. Cargas de cada componente principal, agregaciones diurnas.

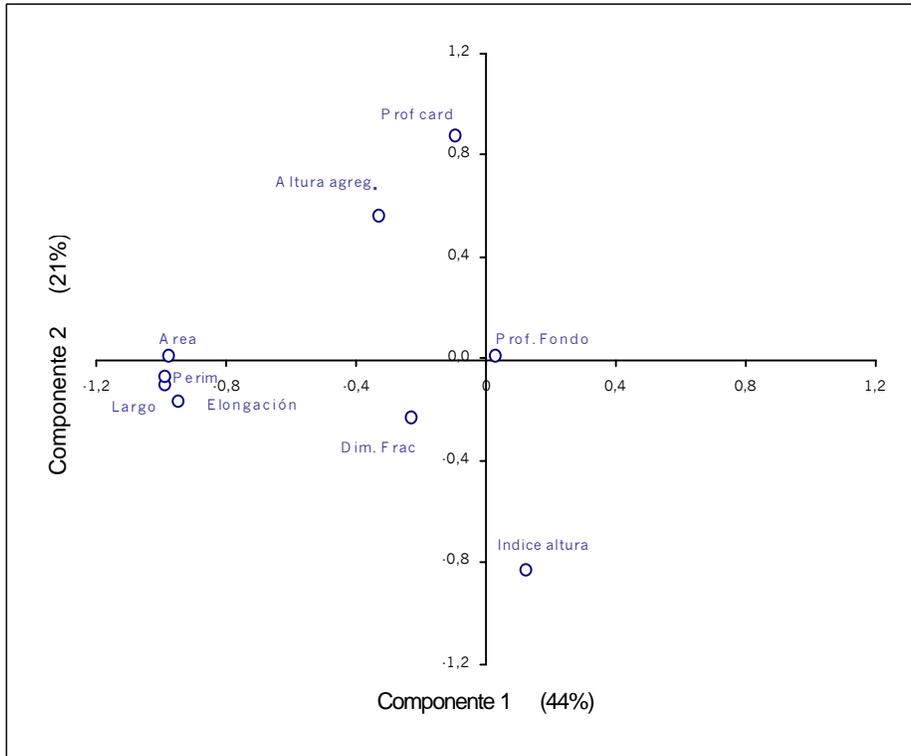


Figura 101. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas.

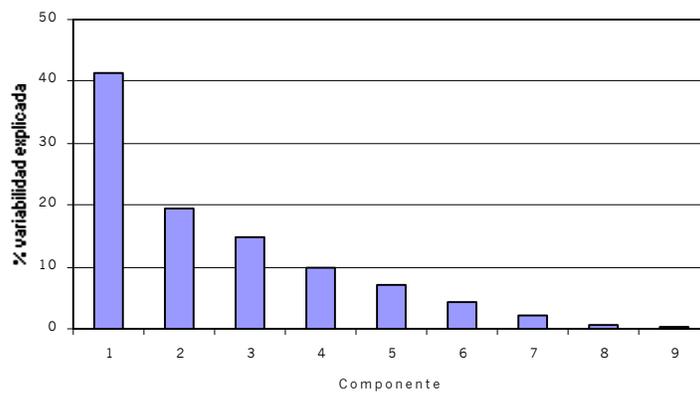


Figura 102. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales, agregaciones nocturnas.

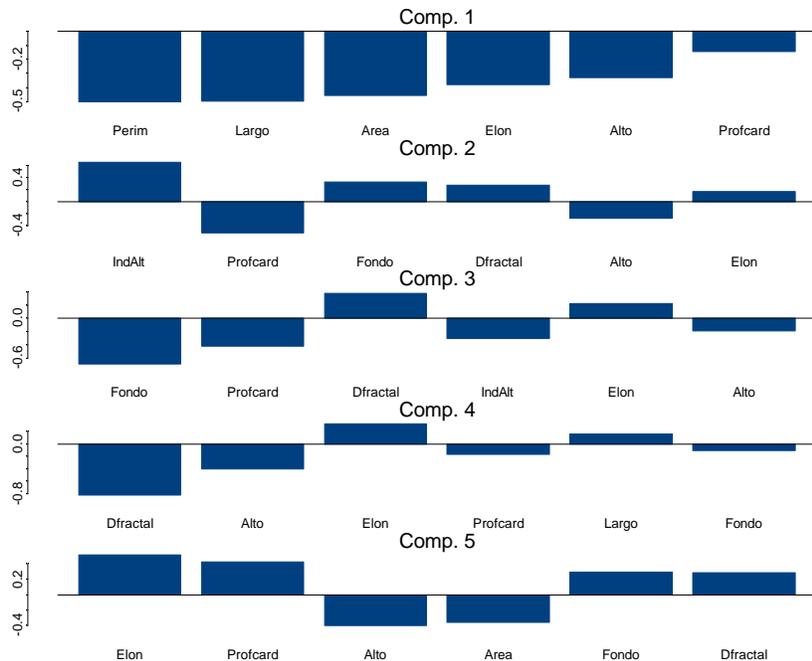


Figura 103. Cargas de cada componente principal, agregaciones nocturnas.

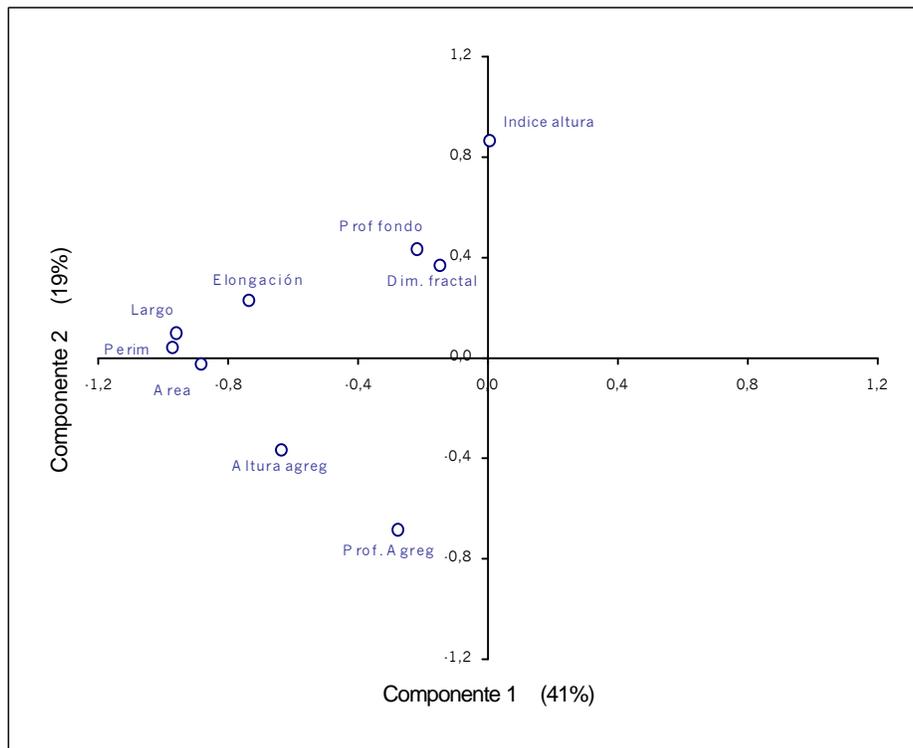
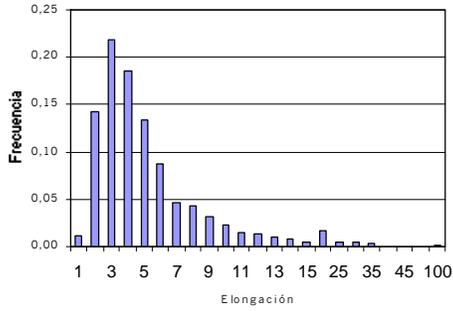
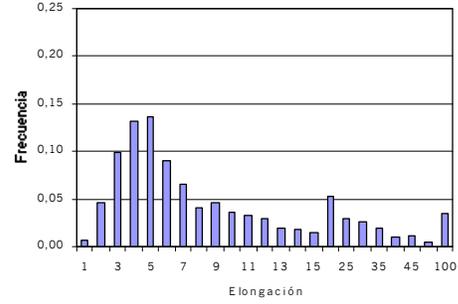


Figura 104. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones nocturnas.



a)

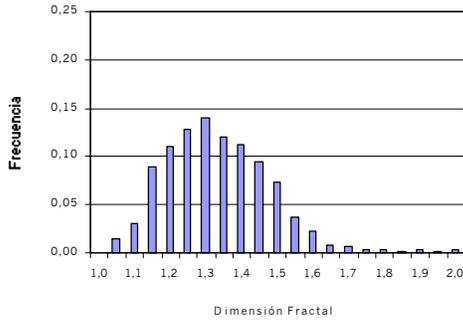


b)

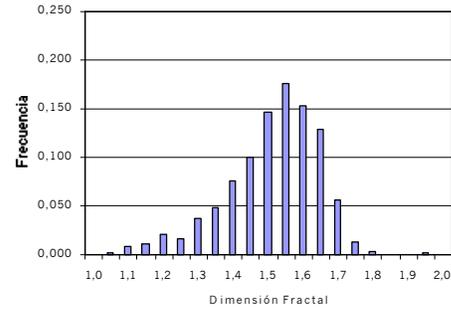
Figura 105. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación.

a) Agregaciones diurnas

b) Agregaciones nocturnas



a)

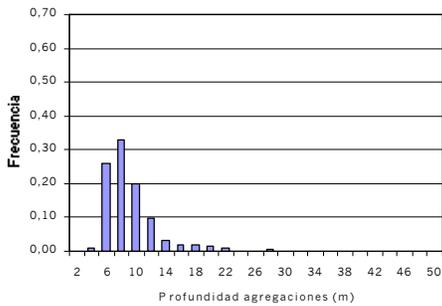


b)

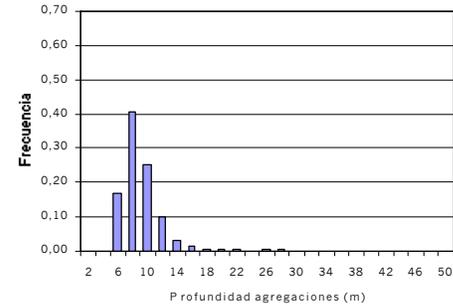
Figura 106. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal.

a) Agregaciones diurnas

b) Agregaciones nocturnas



a)

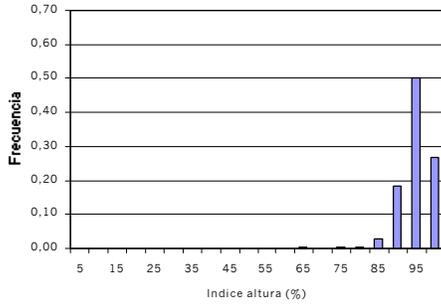


b)

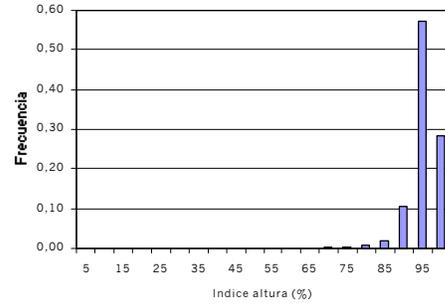
Figura 107. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones.

a) Agregaciones diurnas

b) Agregaciones nocturnas

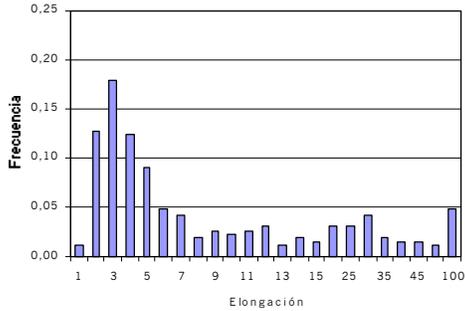


a)

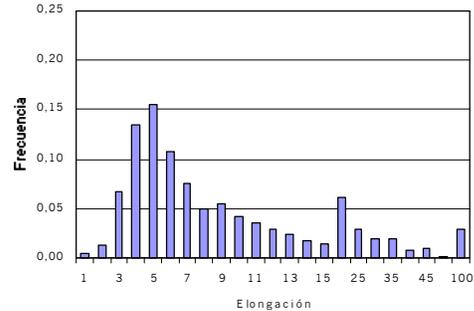


b)

Figura 108. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.
 a) Agregaciones diurnas b) Agregaciones nocturnas

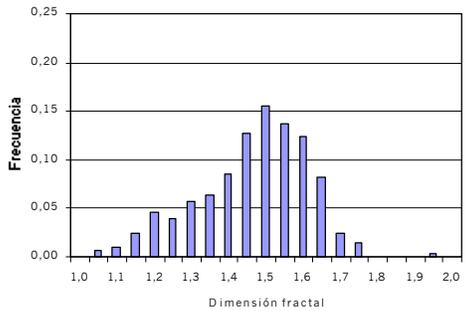


a)

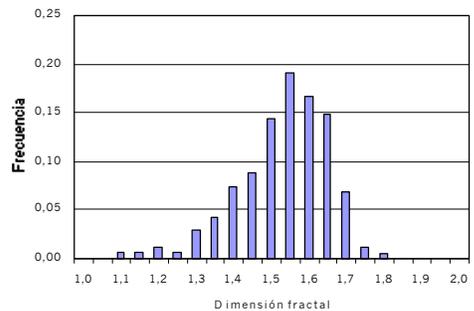


b)

Figura 109. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación.
 a) Noche con luna b) Noche sin luna

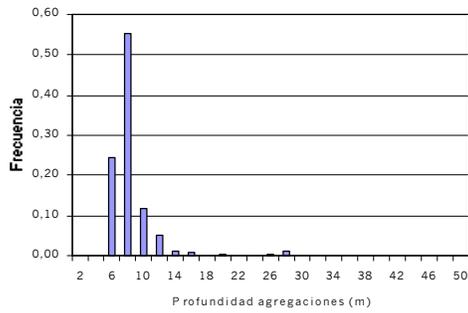


a)

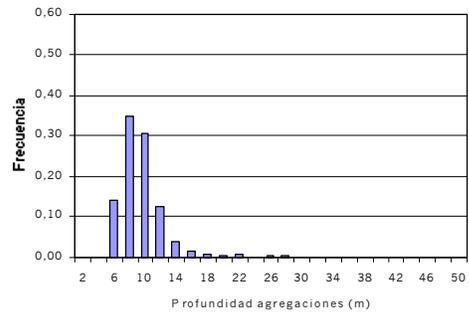


b)

Figura 110. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal.
 a) Noche con luna b) Noche sin luna

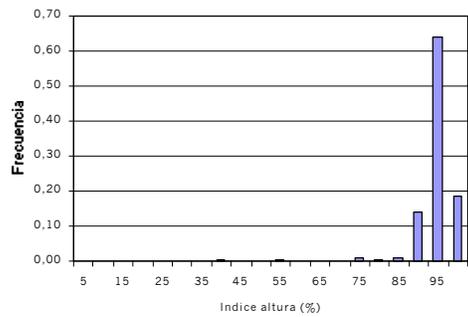


a)

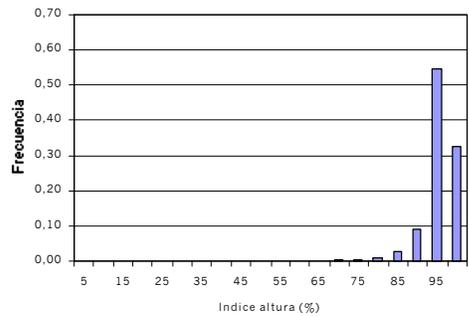


b)

Figura 111. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones.
 a) Noche con luna b) Noche sin luna



a)



b)

Figura 112. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.
 a) Noche con luna b) Noche sin luna

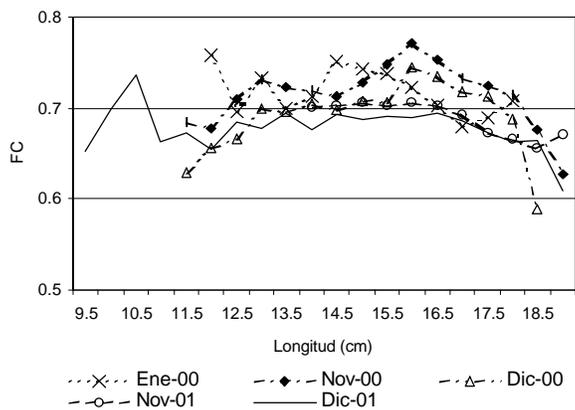


Figura 113. Factor de condición de las anchovetas en los meses de enero, noviembre y diciembre del 2000 y para noviembre y diciembre del 2001 (datos provenientes de la pesquería).

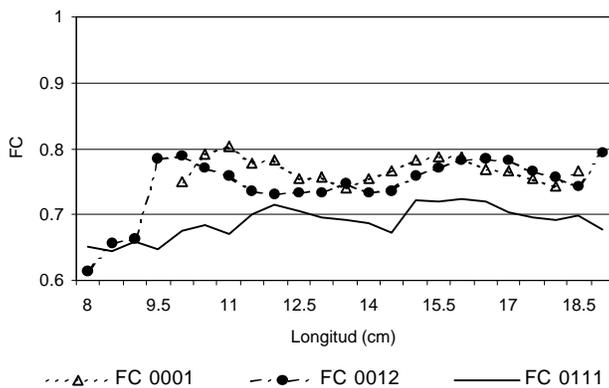


Figura 114. Factor de condición de las anchovetas en los Cruceros RECLAN 0001, 0012 y 0111.

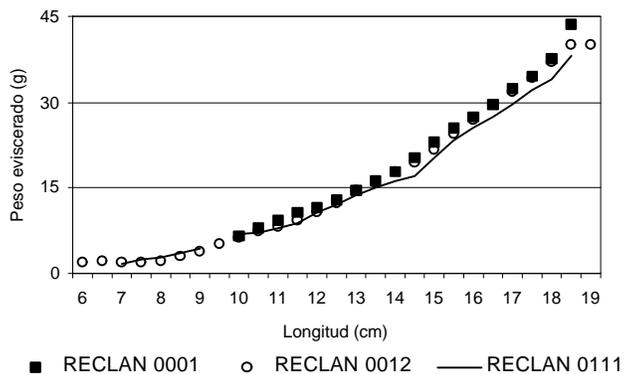


Figura 115 Pesos eviscerados promedios de anchoveta para los Cruceros RECLAN 0001, 0012 y 0111.

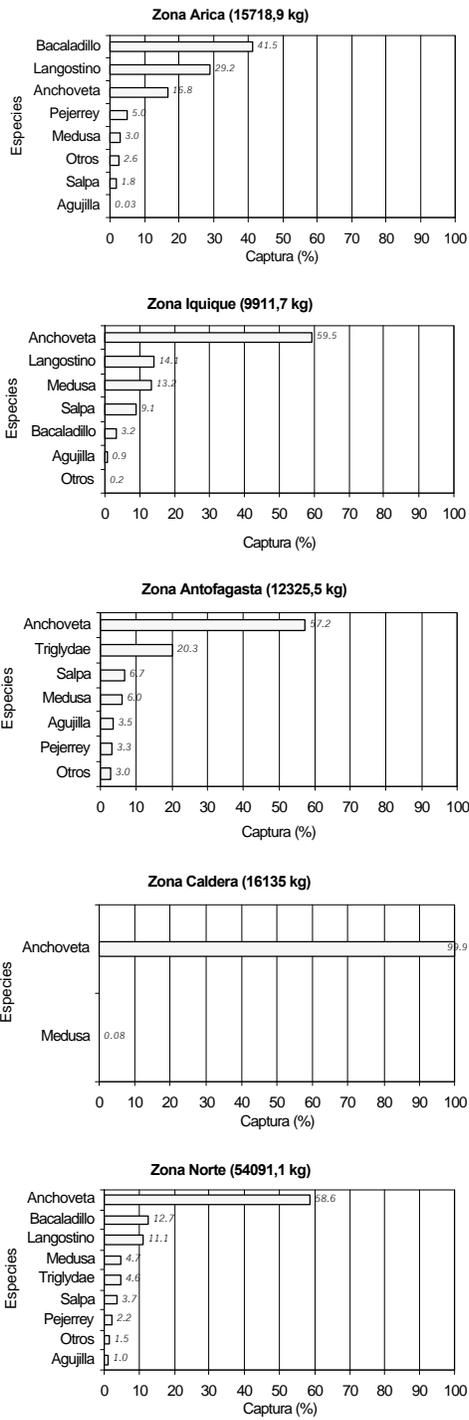


Figura 116. Proporción de las principales especies capturadas durante el Crucero RECLAN 0012, por zona de pesca.

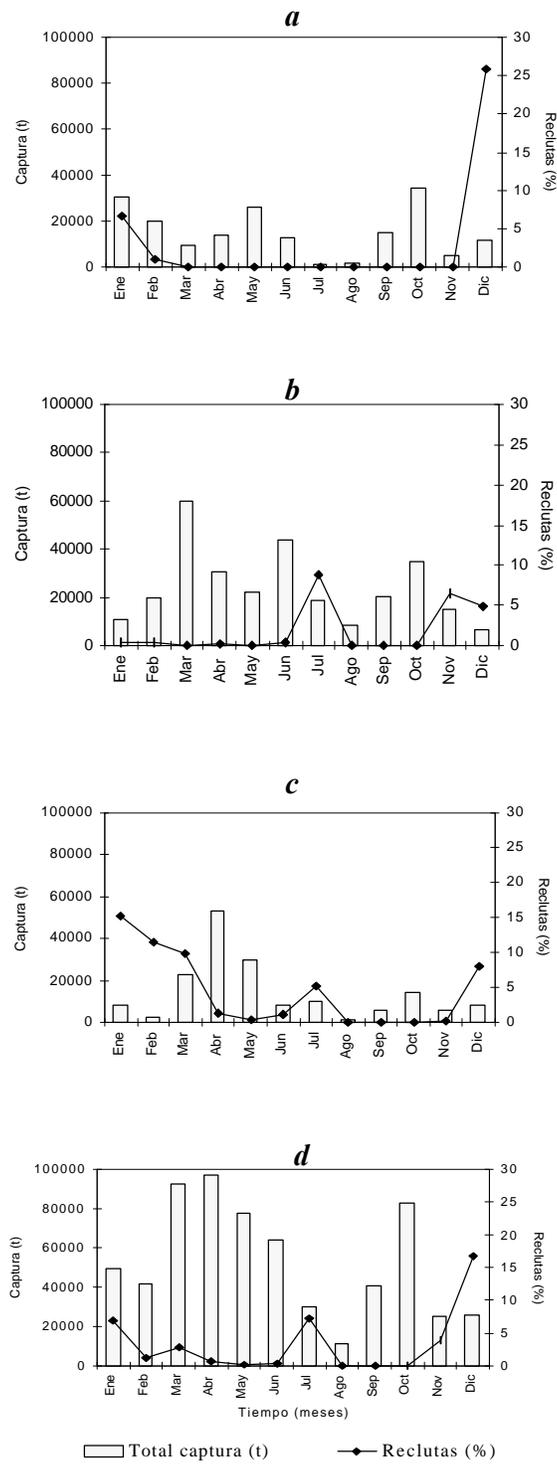


Figura 117. Reclutas (≤ 12 cm) en la capturas en forma mensual durante el año 2001 por área de pesca en la zona norte. (a) Zona Arica, (b) Zona Iquique, (c) Zona Antofagasta y (d) Zona Norte.

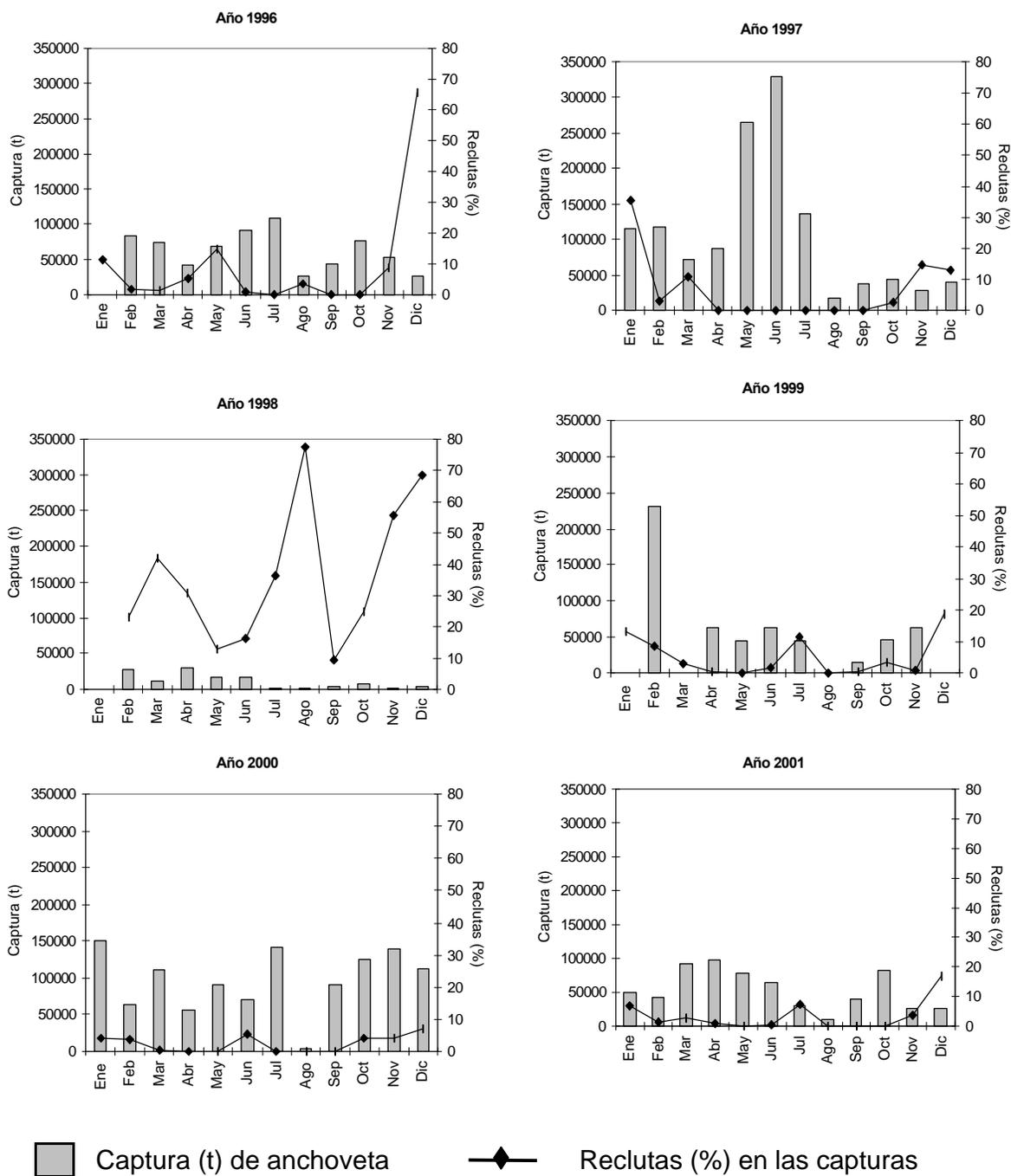


Figura 118. Capturas (t) mensuales de anchoveta en la Zona Norte, durante los años 1996 al 2001, se presentan los porcentajes de los reclutas en dichas capturas.

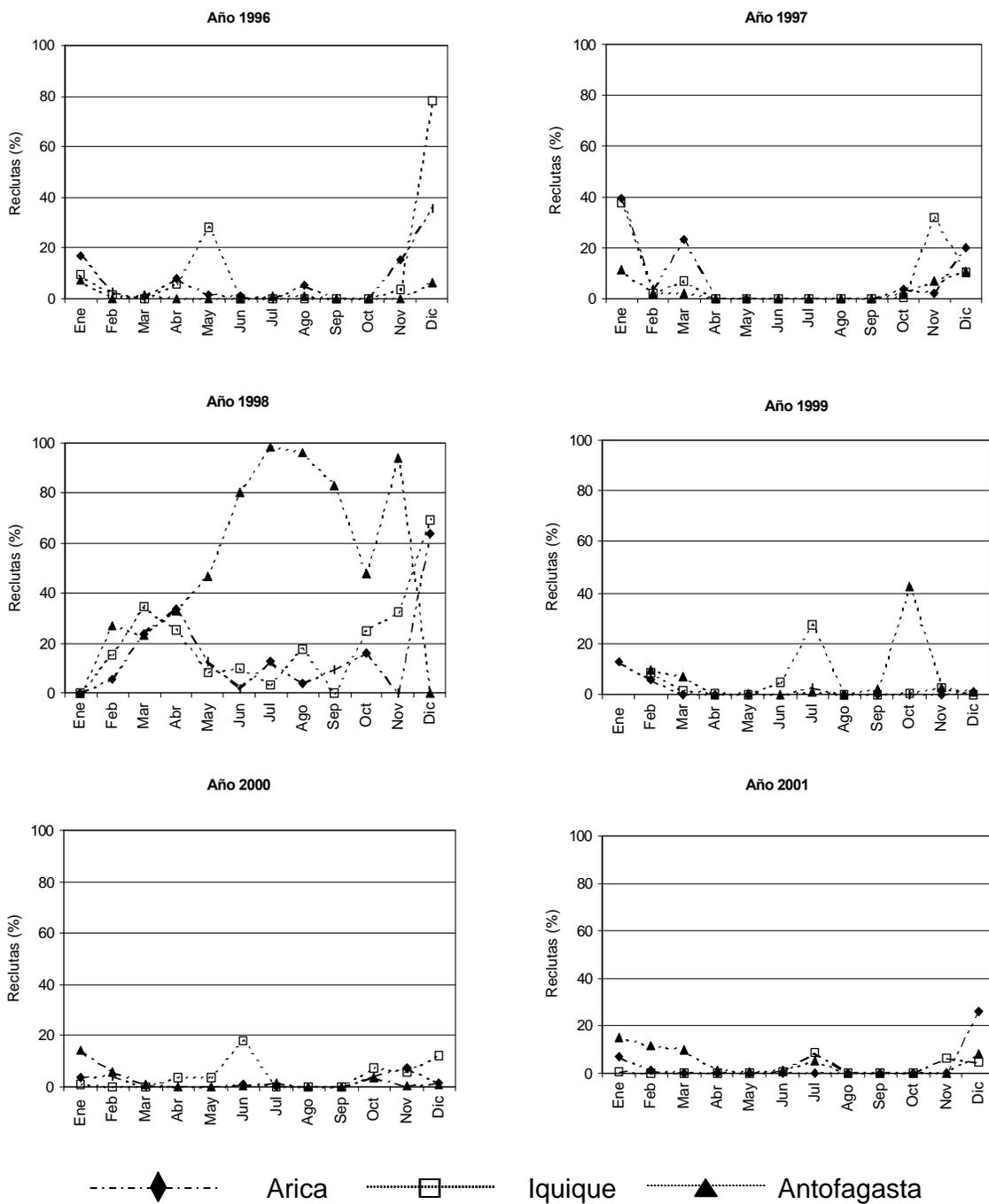


Figura 119. Porcentajes de reclutas provenientes de las capturas de anchoveta por zona de pesca en forma mensual en el norte del país desde los años 1996 al 2001.

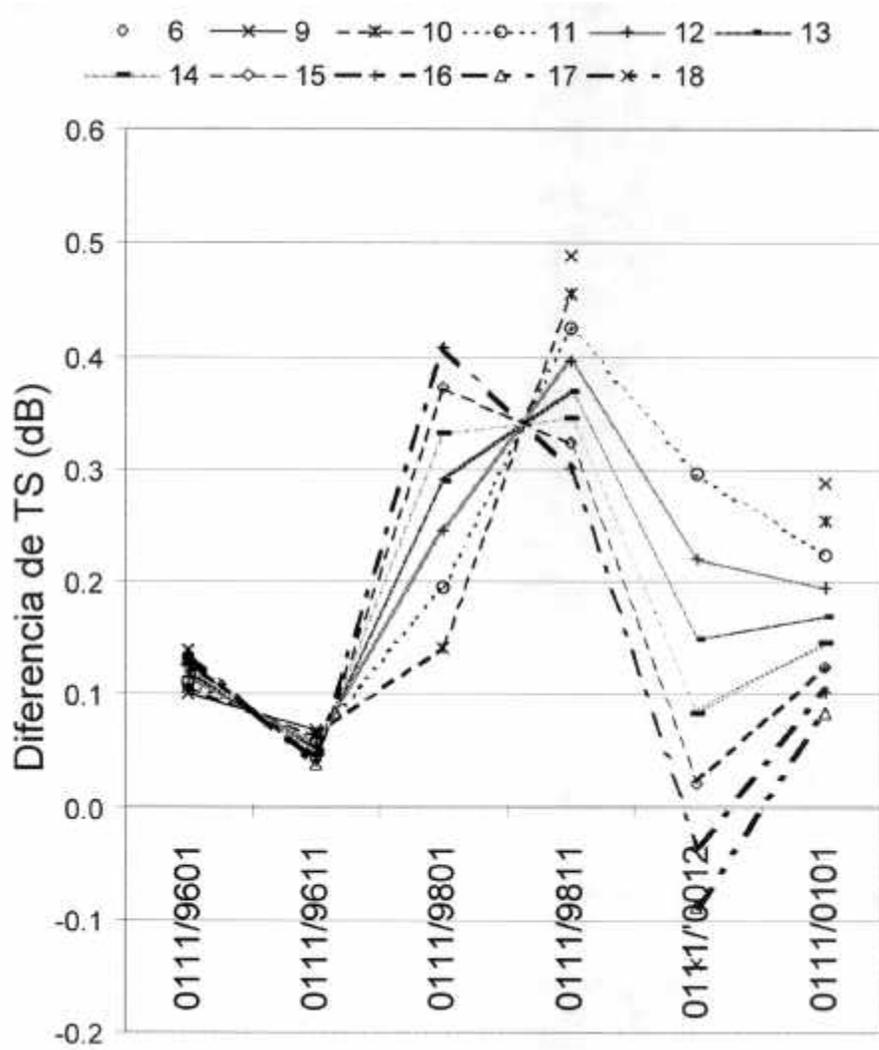


Figura 120. Diferencias del TS de anchoveta obtenidos en el crucero RECLAN 0111 respecto a cruceros anteriores, por talla.

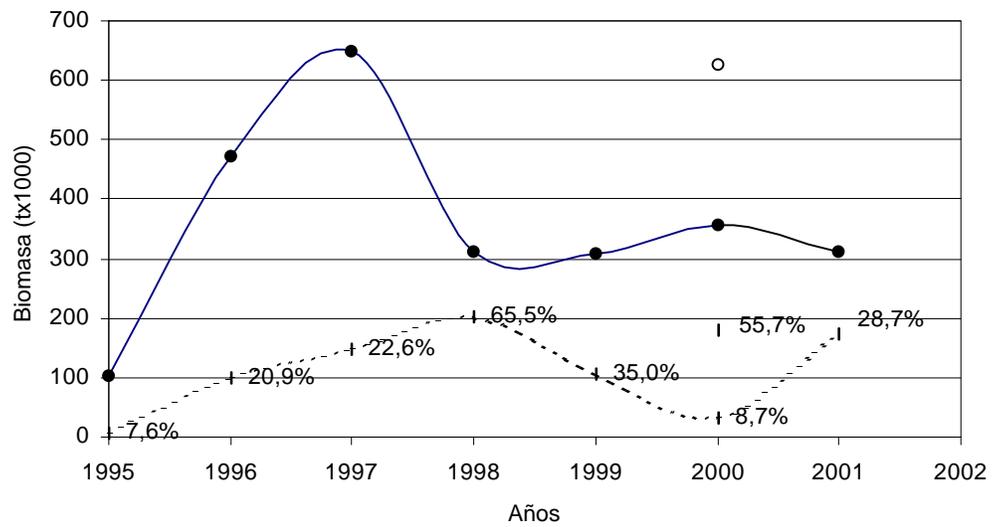
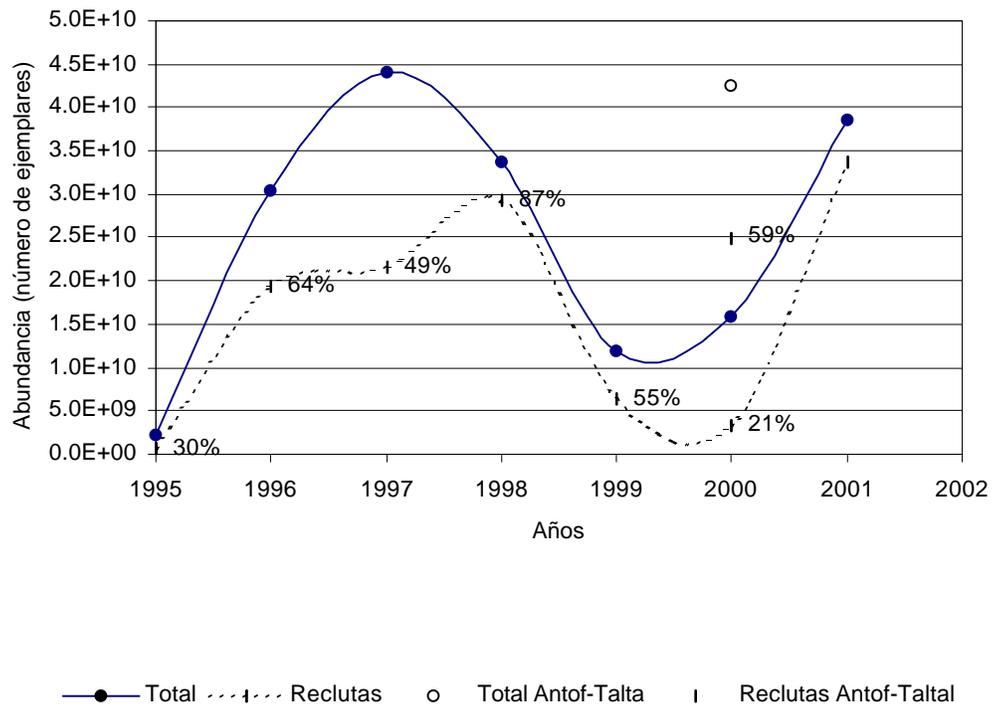


Figura 121 Estimados de Abundancia (millones de ejemplares) (A) y biomasa (t) (B) de anchoveta total y reclutas por años. Se indica el porcentaje de reclutas al total del año.

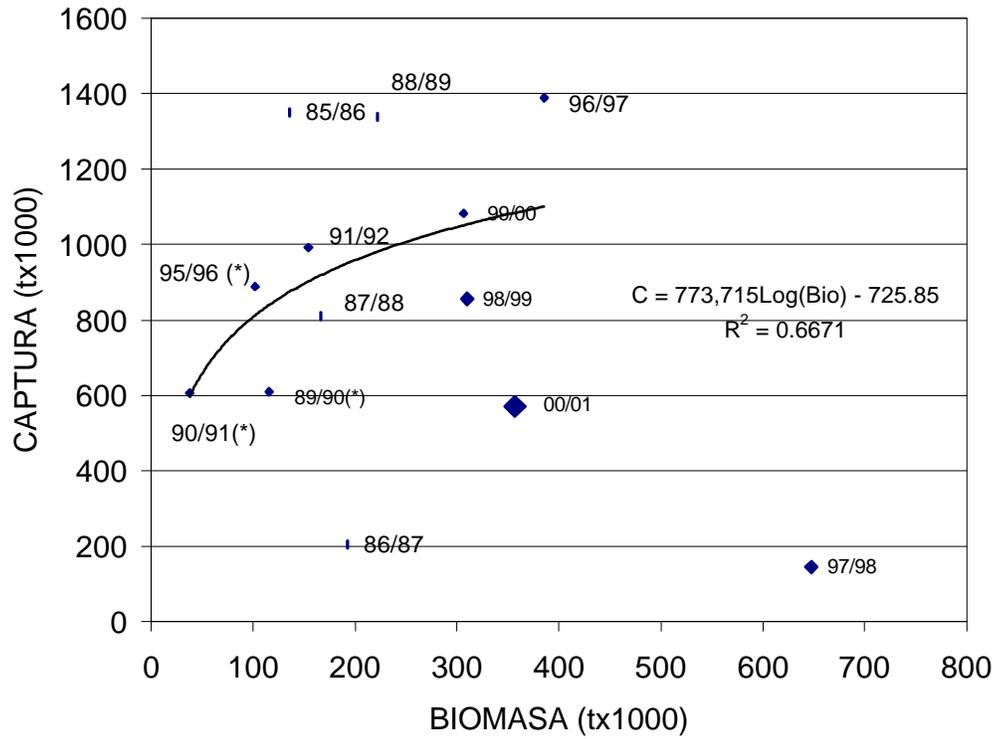


Figura 122. Relación funcional entre la biomasa de anchoveta primavera-verano y la captura de la temporada de pesca siguiente. Los datos (*) corresponden a cruceros de verano realizados a principios del año en que se consideró la captura. Se descartaron de la relación funcional ajustada, los datos 85/86, 86/87, 97/98, 98/99 y 00/01.

T A B L A S

Tabla 1. Categorías por densidad

Categoría	Intervalo (t/mn ²)	Calificación de densidad
I	1 - 75	Presencia
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Media
IV	301 - >	Alta

Tabla 2. Gradientes térmicos y biomasa de fitoplancton asociada por transecta.

Tra	Est	Gradient (°C/m)	Clot (µg/L)	Feo (µg/L)	Cloin (mg/m)	Feopi (mg/m)	Fliv (UR)
19	22	0.5	2.9	1.1	92.7	57.0	16.8
22	24	0.2	7.4	1.2	65.0	54.6	81.5
25	29	0.3	6.2	0.8	57.7	26.7	38.4
28	32	0.4	3.6	0.7	14.9	14.0	33.2
31	33	0.3	3.0	0.3	61.3	36.5	18.0
34	36	0.4	1.4	0.3	245.2	49.8	6.5
37	41		1.6	0.5	176.6	68.9	12.9
40	42	0.4	2.3	0.9	131.6	79.3	14.1
43	47	0.4	0.6	0.2	46.4	43.9	9.0
46	49	0.2	1.1	0.2	12.8	38.7	12.8
49	52	0.3	2.5	0.2	21.3	26.6	23.4
52	55	0.6	2.5	0.5	47.1	34.7	28.9
55	58	-	3.1	0.5	21.2	28.7	38.9
58	62	1.0	1.8	0.3	24.7	31.1	17.5
61	63	1.5	0.1	0.0	15.8	23.3	3.0
64	68	-	7.4	4.3	31.1	27.8	100.0
68	71	0.3	0.8	0.2	28.6	21.1	8.1
70	73	0.5	0.4	0.1	12.2	26.6	6.1
72	77	0.6	0.2	0.1	14.1	19.0	2.9

Tabla 3. Resumen de operación por lance de pesca con captura de anchoveta en el Crucero RECLAN 0111.

LANCE	FECHA	HORA		POSICION				PROFUNDIDAD DE ARRASTRE (m)	TSM (°C)	CAPTURA (k)	
				CALADO		VIRADO				Anchoveta	Total
		Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud				
1	28.11.2001	11:25	12:10	18°25.15'	70°26.72'	18°24.98'	70°29.35'	-	18,9	2,3	50,5
3	28.11.2001	21:00	21:37	18°29.66'	70°36.15'	18°28.58'	70°34.28'	1	18,7	100,8	110,3
4	28.11.2001	22:07	22:55	18°27.34'	70°33.85'	18°24.63'	70°31.99'	5	-	17,7	17,7
5	29.11.2001	00:55	01:47	18°30.03'	70°23.16'	18°29.83'	70°26.79'	6	-	408,1	418,0
6	29.11.2001	10:55	12:19	18°40.08'	70°23.11'	18°38.39'	70°28.81'	15	15,6	303,2	510,9
7	29.11.2001	14:33	15:37	18°37.49'	70°21.68'	18°33.1'	70°21.69'	6	15,1	86,3	92,0
8	29.11.2001	18:40	19:45	18°34.82'	70°33.93'	18°33.82'	70°29.81'	8	17,4	0,2	7,0
9	29.11.2001	21:17	22:07	18°34.96'	70°28.92'	18°34.51'	70°32.2'	5	16,3	0,3	3,0
10	30.11.2001	01:30	02:12	18°49.41'	70°22.64'	18°46.36'	70°22.88'	-	15,3	0,3	11,0
12	02.12.2001	03:14	03:50	19°19.89'	70°22.31'	19°19.68'	70°19.67'	6	20,0	419,1	588,0
13	02.12.2001	06:35	07:25	19°24.91'	70°18.28'	19°24.23'	70°21.49'	5	18,4	0,3	360,0
14	02.12.2001	21:00	21:38	19°38.28'	70°16.74'	19°30.02'	70°17.71'	5	18,9	112,9	490,0
15	02.12.2001	22:26	23:22	19°32.18'	70°16.75'	19°28.83'	70°14.41'	5	17,0	83,5	280,0
16	03.12.2001	00:47	01:30	19°25.01'	70°15.75'	19°24.86'	70°18.63'	6	-	113,2	350,0
17	03.12.2001	10:00	11:00	19°43.35'	70°20.89'	19°46.72'	70°20.77'	5	20,0	25,1	70,0
18	03.12.2001	16:41	17:52	19°46.09'	70°11.35'	19°49.7'	70°13.54'	7	17,4	109,4	881,0
19	03.12.2001	20:25	20:18	19°39.66'	70°19.46'	19°39.3'	70°16.73'	5	18,5	270,9	1038,0
20	04.12.2001	02:55	03:28	19°55.74'	70°13.27'	19°53.68'	70°13.5'	7	17,3	230,0	974,0
21	04.12.2001	12:19	13:12	20°04.89'	70°11.76'	20°04.86'	70°15.29'	10	17,2	59,6	393,0
23	04.12.2001	22:07	22:55	20°09.93'	70°12.7'	20°09.55'	70°15.87'	5	16,7	42,3	310,0
24	05.12.2001	20:37	21:20	20°17.47'	70°12.15'	20°18.83'	70°14.58'	5	15,5	40,7	248,5
25	06.12.2001	00:44	01:24	20°28.52'	70°11.99'	20°25.77'	70°12.35'	5	14,9	62,4	213,0
26	07.12.2001	23:35	00:13	20°50.03'	70°16.71'	20°49.81'	70°14.27'	5	17,4	78,0	385,0
27	08.12.2001	10:20	11:10	21°14.19'	70°07.45'	21°17.21'	70°06.53'	5	17,9	1,8	391,0
29	09.12.2001	03:13	03:55	21°10.13'	70°10.13'	21°07.75'	70°18.08'	-	18,5	51,7	63,0
30	09.12.2001	12:35	13:32	21°35.4'	70°08.2'	21°35.4'	70°07.36'	7	17,2	243,7	246,0

Tabla 3 (continuación). Resumen de operación por lance de pesca con captura de anchoveta en el Crucero RECLAN 0111

LANCE	FECHA	HORA		POSICION				PROFUNDIDAD DE ARRASTRE (m)	TSM (°C)	CAPTURA (k)	
				CALADO		VIRADO				Anchoveta	Total
		Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud				
32	10.12.2001	00:13	01:03	21°20.06'	70°18,19'	21°20.04'	70°14.94'	-	18,6	86,3	114,0
33	10.12.2001	06:10	07:13	21°29.81'	70°14.44'	21°30.3'	70°13.58'	5	17,2	139,7	150,0
34	10.12.2001	11:44	12:42	21°39.66'	70°16.39'	21°38.14'	70°12.65'	15	19,6	59,1	125,0
35	10.12.2001	14:56	15:36	21°49.84'	70°09.87'	21°47.23'	70°10.21'	15	17,8	388,5	555,0
39	11.12.2001	21:03	22:30	22°10.94'	70°16.53'	22°05.56'	70°16.65'	5	16,4	12,0	27,0
40	11.12.2001	23:26	00:17	22°01.66'	70°13.38'	21°58.76'	70°13.46'	5	15,8	108,9	137,0
41	12.12.2001	17:53	18:35	22°26.51'	70°17.59'	22°23.95'	70°18.22'	1	16,7	190,3	193,0
42	12.12.2001	23:30	00:10	22°20.18'	70°22.23'	22°19.92'	70°19.32'	1	17,2	6,4	57,0
43	13.12.2001	09:40	10:57	22°40.00'	70°19.63'	22°39.98'	70°24.66'	4	15,7	11,5	15,0
44	13.12.2001	13:24	14:38	22°56.46'	70°23.71'	22°51.96'	70°23.14'	5	17,5	9,6	91,0
45	13.12.2001	16:35	17:30	22°49.72'	70°20.11'	22°52.9'	70°19.22'	5	17,5	2177,9	2232,0
46	13.12.2001	18:55	19:27	22°45.47'	70°20.32'	22°43.39'	70°20.23'	5	16,6	1929,5	2041,6
47	13.12.2001	20:50	21:51	22°41.78'	70°25.04'	22°38.48'	70°25.26'	1	16,5	125,2	397,0
48	14.12.2001	20:36	21:20	22°55.03'	70°30.03'	22°54.7'	70°26.89'	1	16,4	427,8	560,0
49	14.12.2001	23:22	00:24	22°59.63'	70°29.86'	22°59.15'	70°26.15'	1	13,7	173,0	1544,4
50	15.12.2001	01:28	02:03	23°01.45'	70°22.95'	22°59.54'	70°12.15'	1	16,6	506,9	740,0
52	16.12.2001	04:44	05:11	23°30.39'	70°40.84'	23°28.19'	70°39.38'	5	18,3	58,9	72,0
54	16.12.2001	20:25	21:20	23°42.87'	70°29.73'	23°39.48'	70°29.63'	5	18,8	511,8	687,0
55	16.12.2001	22:40	23:25	23°36.93'	70°31.53'	23°33.93'	70°31.51'	1	18,0	76,3	176,0
56	17.12.2001	11:45	13:02	23°50.72'	70°32.64'	23°55.1'	70°32.43'	6	16,2	370,8	429,0
TOTAL										10234,3	18843,9
Volumen total de las capturas en donde no se obtuvo pesca de anchoveta.											454,6
CAPTURA TOTAL											19298,5
									MIN	0,20	3,0
									MAX	2177,9	2232,0

Tabla 9 (continuación). Capturas (kg) por especie de los lances de reconocimiento. Crucero RECLAN 0111.

Lance	Anchoveta	Medusa	Jibia	Agujilla	Bacaladillo	Calamar	Pejerrey	Langostino	Jurel	Raya	S. común	Pampanito	Eufasido	Peladilla	Otros	M. común
31	-	8.5	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	86.3	26.6	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	139.7	10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	59.1	-	-	64.9	-	0.8	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-
35	388.5	166.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	5.0	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	11.0	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-	-
38	-	2.0	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	12.0	-	4.5	1.5	-	4.5	-	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-
40	108.9	-	10.6	-	-	17.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	190.3	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-	1.9	-	-	-	-	-
42	6.4	-	4.9	30.9	-	-	-	-	11.4	-	-	-	3.4	-	-	-
43	11.5	1.7	-	0.4	-	0.9	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-
44	9.6	73.8	-	-	-	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	2177.9	8.1	-	-	-	-	-	-	8.1	16.2	13.5	8.1	-	-	-	-
46	1929.5	-	-	-	-	-	101.3	-	-	-	10.8	-	-	-	-	-
47	125.2	-	261.8	-	-	1.6	-	-	-	-	-	-	8.4	-	-	-
48	427.8	130.2	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	173.0	1364.9	-	-	-	1.9	-	-	-	-	-	4.3	-	-	0.2	-
50	506.9	228.1	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	2.7	-	-	-	-
51	-	3.5	-	54.8	-	2.2	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-
52	58.9	2.5	6.3	-	-	1.0	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	60.0	-	0.1	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	-
54	511.8	122.3	42.7	-	-	0.3	-	-	10.0	-	-	-	-	-	-	-
55	76.3	88.1	-	-	-	-	-	-	11.2	-	-	0.4	-	-	-	-
56	370.8	54.3	-	-	-	1.2	-	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-
57	-	1.2	-	1.1	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	10234.3	7818.9	371.7	236.0	178.9	131.0	101.7	71.8	50.7	33.4	26.3	17.6	16.3	9.0	0.8	0.1
% del total	53.03	40.52	1.93	1.22	0.93	0.68	0.53	0.37	0.26	0.17	0.14	0.09	0.08	0.05	0.004	0.001

Tabla 4. Resumen de lances de pesca por zona y comparación de pesos y tallas promedios para anchoveta, durante el crucero RECLAN 0111.

Zona	Arica	Iquique	Antofagasta	Caldera	Zona Norte
Lances totales	14	17	25	1	57
Lances exitosos	13	15	20	0	48
% lances exitosos	92,9	88,2	80,0	0,0	84,2
% de reclutas en N°	89,8	95,9	79,6	0,0	84,0
% de reclutas en Peso	60,0	84,8	45,7	0,0	52,7
P. Prom. (g)	7,5	6,9	10,3	0,0	9,3
L. Prom. (cm)	9,5	9,7	10,8	0,0	10,4
P. Prom. Recl. (g)	5,0	6,1	5,9	0,0	5,8
L. Prom. Recl. (cm)	8,8	9,5	9,5	0,0	9,4

Tabla 5. Estimación de los parámetros de la relación longitud-peso a través de modelos lineales y no lineales por zona de pesca y total zona de estudio en el Crucero RECLAN 0111.

Parámetros Modelo lineal	Arica	Iquique	Antofagasta	Zona Norte	Parámetros Modelo no lineal
a	0,004931	0,005293	0,004626	0,005143	0,006087
b	3,142514	3,110912	3,148517	3,113752	3,052682
R ²	0,986650	0,982730	0,989712	0,987982	0,987674
N	528	2492	3824	6844	6844
g.l.	526	2490	3822	6842	6842

Tabla 6. Pesos estimados de anchoveta obtenidos por zona de pesca en el Crucero RECLAN 0111. Parámetros a y b estimados de la relación lineal.

Longitud (cm)	Arica	Iquique	Antofagasta	RECLAN 0111 Modelo lineal	RECLAN 0111 Modelo no lineal
a	0,004931	0,005293	0,004626	0,005143	0,006087
b	3,142514	3,110913	3,148517	3,113752	3,052682
5,5		1,06		1,04	1,11
6,0		1,39		1,36	1,44
6,5		1,79		1,75	1,84
7,0	2,23	2,25	2,12	2,20	2,31
7,5	2,77	2,79	2,63	2,73	2,86
8,0	3,40	3,41	3,23	3,34	3,48
8,5	4,11	4,12	3,90	4,03	4,18
9,0	4,92	4,92	4,67	4,81	4,98
9,5	5,83	5,83	5,54	5,70	5,88
10,0	6,85	6,83	6,51	6,68	6,87
10,5	7,99	7,95	7,59	7,78	7,98
11,0	9,24	9,19	8,79	8,99	9,19
11,5	10,62	10,56	10,11	10,33	10,53
12,0	12,14	12,05	11,56	11,79	11,99
12,5	13,80	13,68	13,15	13,39	13,58
13,0	15,61	15,46	14,88	15,13	15,31
13,5	17,58	17,38	16,75	17,01	17,18
14,0	19,71	19,46	18,79	19,05	19,19
14,5	22,01	21,71	20,98	21,25	21,36
15,0	24,48	24,12	23,34	23,62	23,69
15,5	27,14	26,71	25,88	26,16	26,19
16,0	29,98	29,49	28,60	28,88	28,85
16,5	33,03	32,45	31,51	31,78	31,70
17,0	36,28	35,61	34,62	34,88	34,72
17,5	39,74	38,97	37,93	38,17	37,93
18,0	43,42	42,54	41,45	41,67	41,34
18,5		46,32	45,18	45,38	44,94
19,0			49,14	49,31	48,76

Tabla 7. Comparaciones de pesos entre Cruceros según método lineal

Longitud (cm)	Modelo lineal				% peso relativo RECLAN 0111-RECLAN 0012	% peso relativo RECLAN 0111-RECLAN 0001	% peso relativo RECLAN 0111-RECLAN 9811
	RECLAN 0111	RECLAN 0012	RECLAN 0001	RECLAN 9811			
a	0.005143	0.005800	0.007606	0.006388			
b	3.113752	3.096100	3.004921	3.057338			
5.5	1.04			1.17			-11.36
6.0	1.36			1.53			-10.92
6.5	1.75	1.91		1.95	-8.35		-10.52
7.0	2.20	2.40		2.45	-8.23		-10.15
7.5	2.73	2.97		3.02	-8.11		-9.79
8.0	3.34	3.63		3.68	-8.01		-9.47
8.5	4.03	4.38	4.72	4.44	-7.91	-14.64	-9.16
9.0	4.81	5.22	5.61	5.28	-7.82	-14.19	-8.86
9.5	5.70	6.17	6.59	6.23	-7.73	-13.56	-8.58
10.0	6.68	7.24	7.69	7.29	-7.65	-13.09	-8.32
10.5	7.78	8.42	8.91	8.46	-7.57	-12.69	-8.07
11.0	8.99	9.72	10.24	9.76	-7.49	-12.18	-7.82
11.5	10.33	11.15	11.71	11.18	-7.42	-11.81	-7.59
12.0	11.79	12.73	13.31	12.73	-7.35	-11.42	-7.37
12.5	13.39	14.44	15.04	14.42	-7.28	-10.98	-7.16
13.0	15.13	16.30	16.92	16.26	-7.22	-10.59	-6.95
13.5	17.01	18.33	18.96	18.25	-7.16	-10.26	-6.75
14.0	19.05	20.51	21.14	20.39	-7.10	-9.87	-6.56
14.5	21.25	22.86	23.50	22.70	-7.04	-9.56	-6.38
15.0	23.62	25.39	26.02	25.18	-6.98	-9.22	-6.20
15.5	26.16	28.11	28.71	27.84	-6.93	-8.88	-6.02
16.0	28.88	31.01	31.58	30.67	-6.88	-8.56	-5.86
16.5	31.78	34.11	34.64	33.70	-6.83	-8.25	-5.69
17.0	34.88	37.41	37.89		-6.78	-7.95	
17.5	38.17	40.93	41.34		-6.73	-7.66	
18.0	41.67	44.66	44.99		-6.68	-7.38	
18.5	45.38	48.61	48.86		-6.64	-7.12	
19.0	49.31	52.79			-6.59		

Tabla 8. Comparaciones de pesos entre Cruceros según método no lineal

Longitud (cm)	Modelo no lineal				% peso relativo RECLAN 0111-RECLAN 0012	% peso relativo RECLAN 0111-RECLAN 0001	% peso relativo RECLAN 0111-RECLAN 9811
	RECLAN 0111	RECLAN 0012	RECLAN 0001	RECLAN 9811			
a	0.006087	0.005365	0.008994	0.006323			
b	3.052682	3.128400	2.945008	3.062529			
5.5	1.11			1.17			-5.33
6.0	1.44			1.53			-5.42
6.5	1.84	1.87		1.95	-1.54		-5.49
7.0	2.31	2.36		2.45	-2.09		-5.56
7.5	2.86	2.93		3.03	-2.60		-5.62
8.0	3.48	3.59		3.69	-3.07		-5.68
8.5	4.18	4.34	4.91	4.44	-3.51	-14.78	-5.74
9.0	4.98	5.19	5.81	5.29	-3.93	-14.26	-5.79
9.5	5.88	6.14	6.81	6.24	-4.32	-13.76	-5.84
10.0	6.87	7.21	7.92	7.30	-4.70	-13.28	-5.89
10.5	7.98	8.40	9.15	8.48	-5.05	-12.82	-5.94
11.0	9.19	9.72	10.49	9.78	-5.38	-12.38	-5.98
11.5	10.53	11.16	11.96	11.20	-5.70	-11.96	-6.02
12.0	11.99	12.75	13.56	12.76	-6.00	-11.56	-6.06
12.5	13.58	14.49	15.29	14.46	-6.29	-11.17	-6.10
13.0	15.31	16.38	17.16	16.31	-6.57	-10.79	-6.13
13.5	17.18	18.44	19.18	18.31	-6.84	-10.43	-6.17
14.0	19.19	20.66	21.35	20.46	-7.09	-10.08	-6.20
14.5	21.36	23.06	23.67	22.78	-7.34	-9.74	-6.23
15.0	23.69	25.64	26.15	25.28	-7.58	-9.41	-6.27
15.5	26.19	28.41	28.81	27.95	-7.81	-9.09	-6.30
16.0	28.85	31.37	31.63	30.80	-8.03	-8.78	-6.33
16.5	31.70	34.54	34.63	33.85	-8.24	-8.47	-6.35
17.0	34.72	37.92	37.81		-8.45	-8.18	
17.5	37.93	41.52	41.18		-8.65	-7.89	
18.0	41.34	45.35	44.74		-8.84	-7.61	
18.5	44.94	49.41	48.50		-9.03	-7.34	
19.0	48.76	53.71			-9.22		

Tabla 10. Ancova para la relación longitud-peso de anchoveta, Crucero RECLAN 0111.

$A \sum \sum y^2$				SC residual	GL residual
Arica	28.216615	88.7398084	282.757827	3.67567714	526
Iquique	138.7412026	431.611769	1366.29306	23.5865257	2490
Antofagasta	328.5005873	1034.28953	3290.32061	33.8429149	3821
Regresión pool (p)				61.1051177	6837
Regresión Común (c)	495.4584049	1554.64111	4939.37149	61.2445857	6839
Regresión total (t)	546.0821518	1700.36463	5358.90863	64.3941127	6842

k=	3
GLp=	6837
Fc =	7.745531
F 0.05(1) =	3.12
Ho=	Es rechazada

Tabla 11. Comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta mediante Test Tukey.

Arica-Iquique		Arica-Antofagasta		Iquique-Antofagasta	
k=	3	k=	3	k=	3
GLp=	6838	GLp=	6838	GLp=	6838
q=	2.27439468	q=	0.46556184	q=	5.50590746
Q 0.05,2630,3	3.314	q 0.05,2630,3	3.314	q 0.05,2630,3	3.314
Ho=	aceptada	Ho=	aceptada	Ho=	rechazada

Tabla 12. Comparación de elevaciones para regresiones de anchoveta Crucero RECLAN 0111.

Arica-Iquique-Antofagasta	
k-1=	2
GLp=	6840
Fc=	170,416596
Ft =	3.69
Ho=	rechazada

Tabla 13. Comparación de interceptos de la relación longitud-peso de anchoveta mediante Test Tukey.

Arica-Iquique			Arica-Antofagasta			Iquique-Antofagasta	
k=	3		k=	3		k=	3
GLp=	6837		GLp=	6837		GLp=	6837
q=	1.178555		q=	15.017838		q=	24.409916
Q 0.05,6837,3	3.314		q 0.05,6837,3	3.314		q 0.05,6837,3	3.314
Ho=	aceptada		Ho=	rechazada		Ho=	rechazada

Tabla 14. Análisis de regresiones coincidentes para las zonas de pesca Arica e Iquique

Arica-Iquique	
2*(k-1)=	2
GLp=	3016
Fc=	1.861968625
Ft =	2.37
Ho=	aceptada

Tabla 15. Bitácora resumen del número de ejemplares de anchoveta por zona de pesca y por clase de talla considerada.

ZONA	N° LANCES		< 80 mm	80 – 120 mm	> 120 mm	TOTAL
ARICA	01 – 11	11	12	24	47	83
PISAGUA	12 – 19	8	29	265	4	298
IQUIQUE	20 – 25	6	40	180	63	283
PTA. LOBOS	26 – 33	8		363	101	101
TOCOPILLA	34 -42	9			80	80
MEJILLONES	43 -50	8	40		110	513
ANTOFAGASTA	51 -61	11	10	209	53	272
TOTAL		61	131	1041	458	1630

Tabla 16. Número de ejemplares por zona, lance (Nº, distancia a la costa y hora) y clase de tamaño seleccionados para análisis del contenido estomacal en Anchoveta.

ZONA	LANCE			< 8 cm	8 – 12 cm	> 12 cm	TOTAL
	Nº	mn	hora				
ARICA	5	4,8	00,92			14	14
	6	4,6	10,92	8	5		13
	7	1,2	14,55	10	3		13
	9	9,5	21,28			1	1
PISAGUA	13	5,0	06,58			3	3
	14	3,1	21,00	15	15		30
	16	2,8	00,78			1	1
IQUIQUE	23	4,7	22,12		13	3	16
	24	3,9	20,62		15		15
	25	2,2	00,73	20	15		35
PUINTA LOBOS	30	2,0	12,58			16	16
TOCOPILLA	40	1,6	23,47			21	21
MEJILLONES	44	5,1	13,40	2	13		15
	45	1,4	16,58	15			15
	46	2,2	18,92			3	3
	48	6,8	20,60		2	10	12
ANTOFAGASTA	52	1,9	04,73			6	6
	54	3,5	20,42	10		7	17
	55	3,5	22,67	3	12		15
	56	1,2	11,75			2	2
TOTAL	20			83	93	87	263

Tabla 17. Espectro dietario zooplanctónico de la Anchoveta en aguas del Norte de Chile.

Cnidaria	Hidromedusae	
Ostracoda		
Cladocera	Polyphemidae	
Amphipoda	Gammaridea	
	Hiperidea	
Isopoda		
Copepoda	Calanoida	<i>Calanus chilensis</i>
		<i>Eucalanus sp.</i>
		<i>Eucalanus inermis</i>
		<i>Eucalanus attenuatus</i>
		<i>Lucicutia flavicornis</i>
		<i>Euaetideus bradyi</i>
		<i>Euchaeta marina</i>
		<i>Scolecithricella bradyi</i>
		<i>Paracalanus parvus</i>
		<i>Centropages brachiatus</i>
		<i>Mecynocera clausii</i>
		<i>Acartia tonsa</i>
		<i>Candacia pachydactyla</i>
		<i>Candacidae</i>
		<i>Pleuromamma gracilis</i>
		<i>Calanoida indet</i>
	Cyclopoida	<i>Oncaea sp.</i>
		<i>Corycaeus sp.</i>
		<i>Oithona plumifera</i>
	Harpacticoida	<i>Clytemnestra scutellata</i>
		<i>Oculosetella gracilis</i>
		<i>Microsetella rosea</i>
		Copepodito
Euphausiidae		
Apendicularia		
Chaetognata		
Invertebrados indeterminados		
Bryozoa		Larva Cyphonauta
Annelida		Larva Polychaeta
Mollusca		Larva Gastropoda
		Larva Pelecypoda
Crustacea	Euphausiacea	Furcilia
	Cirripedia	Nauplii
		Cypris
	Caridea	Zoea
	Anomura	Zoea
		<i>Zoea de Emerita analoga</i>
		<i>Zoea de Porcellanido</i>
	<i>Zoea de Paguroidea</i>	
Brachyura	Zoea	
Decapoda	Megalopa	
	Megalopa	
Teleostei	<i>Engraulis ringens</i>	Huevos
	<i>Sardinops sagax</i>	Huevos
	Indeterminados	Huevos

Tabla 18. Abundancia y frecuencia de ocurrencia de la taxocenosis de presas zooplanctónicas en los contenidos estomacales en *Engraulis ringens*.

TAXA	NUMERO DE TOTAL	INDIVIDUOS % NUMERICO	FRECUENCIA NUMERICA	DE OCURRENCIA PORCENTUAL
Hidromedusae	1	0.002	1	0.38
Ostracoda	22	0.049	9	3.42
Cladocera Polyphemidae	4	0.009	1	0.38
Amphipoda Gammaridea	27	0.060	3	1.14
Amphipoda Hiperidea	1	0.002	1	0.38
Isopoda	1	0.002	1	0.38
Calanus chilensis	1935	4.301	71	27.00
Eucalanus sp.	51	0.113	19	7.22
Eucalanus inermis	89	0.198	12	4.56
Eucalanus attenuatus	17	0.038	6	2.28
Lucicutia flavicornis	83	0.184	21	7.98
Euaetideus bradyi	105	0.233	31	11.79
Euchaeta marina	4	0.009	2	0.76
Scolecithricella brady	15	0.033	8	3.04
Paracalanus parvus	17253	38.345	194	73.76
Centropages brachiatus	4549	10.110	178	67.68
Mecynocera clausii	8	0.018	1	0.38
Acartia tonsa	6578	14.620	102	38.78
Candacia pachydactyla	1	0.002	1	0.38
Candacidae	4	0.009	1	0.38
Pleuromamma gracilis	44	0.098	12	4.56
Calanoida indet	6449	14.333	221	84.03
Oncaea sp.	2002	4.449	152	57.79
Corycaeus sp.	816	1.814	129	49.05
Oithona plumifera	14	0.031	6	2.28
Clytemnestra scutellata	7	0.016	5	1.90
Oculosetella gracilis	4	0.009	3	1.14
Microsetella rosea	104	0.231	34	12.93
Copepodito	73	0.162	29	11.03
Euphausiidae	497	1.105	61	23.19
Apendicularia	166	0.369	32	12.17
Taxa Indeterminados	7	0.016	5	1.90
Chaetognata	5	0.011	4	1.52
L. Cyphonauta	41	0.091	23	8.75
L. Polychaeta	1	0.002	1	0.38
L. Gastropoda	9	0.020	8	3.04
L. Pelecypoda	343	0.762	62	23.57
L. Euphausiidae	13	0.029	4	1.52
N. Cirripedia	37	0.082	21	7.98
C. Cirripedia	162	0.360	61	23.19
Z. Anomura	8	0.018	7	2.66
Z. Brachiura	108	0.240	22	8.37
Z. Caridea	2	0.004	2	0.76
Z. Emerita	13	0.029	7	2.66
Z. Paguroidea	1	0.002	1	0.38
Z. Porcelanido	1	0.002	1	0.38
M. Brachiura	2	0.004	1	0.38
M. decapoda	9	0.020	8	3.04
H. Anchoveta	3304	7.343	41	15.59
H. Sardina	1	0.002	1	0.38
H. Teleosteo indet	3	0.007	3	1.14
	44994	100		

(L = larvas, N = Nauplii, C = Cypris, Z = zoea, M = Megalopa, H = Huevos, indet. = indeterminado, S = número de taxa)

Tabla 19. Cuadro resumen de los taxa de presa zooplanctónicos de mayor frecuencia de ocurrencia en la dieta de *Engraulis ringens*.

Taxon	Frec. %	Taxon	Frec. %
<i>Paracalanus parvus</i>	73,76	<i>Corycaeus sp.</i>	49,05
<i>Centropages brachiatus</i>	67,68	<i>Acartia tonsa</i>	38,78
<i>Oncaea sp.</i>	57,79	<i>Calanus chilensis</i>	27,0

Tabla 20. Taxa de presa zooplanctónicos con aportes mayores al 1%.

Taxon	N° %	Taxon	N° %
<i>Paracalanus parvus</i>	38,45	<i>Oncaea sp.</i>	4,45
<i>Acartia tonsa</i>	14,62	<i>Calanus chilensis</i>	4,30
<i>Calanoida indet.</i>	14,33	<i>Corycaeus sp.</i>	1,81
<i>Centropages brachiatus</i>	10,11	<i>Euphausiacea</i>	1,10
<i>Huevos Engraulis ringens</i>	7,34	Total %	96,42

Tabla 21. Número de estómagos analizados, riqueza de taxa de presa zooplanctónico y número total de presas por zona de estudio.

Zona	N° estómagos	N° de taxa de presa	Total de presas
Arica	41	29	22.686
Pisagua	34	27	2.671
Iquique	66	26	1.895
Punta Lobos	16	7	106
Tocopilla	21	23	947
Mejillones	45	42	15.178
Antofagasta	40	31	1.511

Tabla 22. Frecuencia de ocurrencia numérica de los taxa de presa zooplanctónicos en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* por zona de muestreo.

TAXA	ARICA	PISAGUA	IQUIQUE	PTA. LOBOS	TOCOPILLA	MEJILLONES	ANTOFAG.
Hidromedusae							1
Ostracoda	2				1	4	2
Cladocera Polyphemidae						1	
Amphipoda Gam			3				
Amphipoda Hip						1	
Isopoda							1
Calanus chilensis	13	3	16	1	14	15	9
Eucalanus sp.	1	1	11		2	2	2
Eucalanus inermis			6		2	3	1
Eucalanus attenuatus	1				1	2	2
Lucicutia flavicornis	5	1	1		1	12	1
Euaetideus bradyi	4	2	11		3	9	2
Euchaeta marina						1	1
Scolecithricella bradyi						6	2
Paracalanus parvus	39	27	40	3	19	36	30
Centropages brachiatus	28	29	39	3	19	36	24
Mecynocera clausii						1	
Acartia tonsa	20	15	10	6	2	27	22
Candacia pachydactyla					1		
Candacidae						1	
Pleuromamma gracilis	3		3		3	2	1
Calanoida indet	40	31	50	5	20	44	31
Oncaea sp.	28	28	29		20	31	16
Corycaeus sp.	16	21	29		18	31	14
Oithona plumifera	2	2				1	1
Clytemnestra scutellata		2	3				
Oculosetella gracilis		3					
Microsetella rosea	8	10	3		2	9	2
Copepodito	15	3	6		1	1	3
Euphausiidae	3	7	16		21	6	8
Apendicularia	3	14	3			1	11
Taxa Indeterminados		1	1		2	1	
Chaetognata			1			1	2
L. cyphonauta	2	14				5	2
L. Polychaeta		1					
L. Gastropoda	1		2			2	3
L. Pelecypoda	8	22	4		1	15	12
L. Euphausiidae						4	
N. Cirripedia	4	4				1	12
C. Cirripedia	9	14	10		1	8	19
Z. Anomura	1					3	3
Z. Brachiura	1	2	1			18	
Z. Caridea		1	1				
Z. Emerita	3	1			1	2	
Z. Paguroidea						1	
Z. Porcelanido						1	
M. Brachiura						1	
M. decapoda						5	3
H. Anchoveta	21	3	2	12	2	1	
H. sardina	1						
H. Teleosteo indet	1			1		1	
S	29	27	26	7	23	42	31

(L = larvas, N = Nauplii, C = Cypris, Z = zoea, M = Megalopa, H = Huevos, indet. = indeterminado, S = número de taxa)

Tabla 23. Taxa zooplanctónicos de mayor ocurrencia en los contenidos estomacales de Anchoveta

TAXA	TAXA
Euphausidae	<i>Corycaeus sp.</i>
Larvas de Pelecypoda	<i>Oncaea sp.</i>
Cypris de Cirripedia	<i>Centropages brachiatus</i>
Huevos de Anchoveta	<i>Paracalanus parvus</i>
<i>Acartia tonsa</i>	Calanoida indeterminada

Tabla 24. Valores de riqueza de especie, número de individuos y diversidad trófica zooplanctónica por zona de estudio.

Zona de Estudio	Global			Copepoda		
	S	N	H'	S	N	H'
Arica	29	22.686	2,250	13	16.317	1,475
Pisagua	27	2.671	3,011	13	1.772	2,230
Iquique	26	1.895	3,036	13	1.162	2,463
Punta Lobos	7	106	1,710	4	30	1,524
Tocopilla	23	947	3,030	14	571	2,614
Mejillones	42	15.178	2,666	18	12.863	2,244
Antofagasta	31	1.511	3,319	16	968	2,228

Tabla 25. Contribución porcentual de los taxa de presa zooplanctónicos por clase de talla.

CLASES (mm) TAXA - N° ESTOMAGOS	CON. NUMERICA			PORCENTAJE N°		
	<8	8-12	> 12	<8	8-12	> 12
	83	93	87	83	93	87
Hidromedusae	1			0.003		
Ostracoda	3	1	18	0.01	0.012	0.274
Cladocera Polyphemidae	4			0.013		
Amphipoda Gam	24	3		0.081	0.035	
Amphipoda Hip	1			0.003		
Isopoda	1			0.003		
Calanus chilensis	152	342	1441	0.51	3.963	21.91
Eucalanus sp.	6	31	14	0.02	0.359	0.213
Eucalanus inermis		10	79		0.116	1.201
Eucalanus attenuatus	4		13	0.013		0.198
Lucicutia flavicornis	68	9	6	0.228	0.104	0.091
Euaetideus bradyi	22	30	53	0.074	0.348	0.806
Euchaeta marina		1	3		0.012	0.046
Scolecithricella bradry	5	2	8	0.017	0.023	0.122
Paracalanus parvus	14363	2276	614	48.22	26.37	9.334
Centropages brachiatus	1462	1287	1800	4.908	14.91	27.36
Mecynocera clausii	8			0.027		
Acartia tonsa	5931	567	80	19.91	6.57	1.216
Candacia pachydactyla			1			0.015
Candacidae			4			0.061
Pleuromamma gracilis	12	13	19	0.04	0.151	0.289
Calanoida indet	3405	1693	1351	11.43	19.62	20.54
Oncaea sp.	643	1007	352	2.159	11.67	5.351
Corycaeus sp.	340	358	118	1.141	4.148	1.794
Oithona plumifera	10	2	2	0.034	0.023	0.03
Clytemnestra scutellata		7			0.081	
Oculosetella gracilis		4			0.046	
Microsetella rosea	49	51	4	0.165	0.591	0.061
Copepodito	37	18	18	0.124	0.209	0.274
Euphausidae		149	348		1.727	5.29
Apendicularia	106	41	19	0.356	0.475	0.289
Chaetognata	2	3		0.007	0.035	
Invertebrados indeter.	1		6	0.003		0.091
L. Cyphonauta	17	18	6	0.057	0.209	0.091
L. Polychaeta	1			0.003		
L. Gastropoda	1	3	5	0.003	0.035	0.076
L. Pelecypoda	230	66	47	0.772	0.765	0.715
L. Euphausido			13			0.198
N. Cirripedia	29	4	4	0.097	0.046	0.061
C. Cirripedia	126	30	6	0.423	0.348	0.091
Z. Caridea		2			0.023	
Z. Anomura	2		6	0.007		0.091
Z. Emerita	1		12	0.003		0.182
Z. Porcelanido			1			0.015
Z. Paguroidea			1			0.015
Z.Brachiura	91	7	10	0.306	0.081	0.152
M. Decapoda			2			0.03
M. Decapoda	5	4		0.017	0.046	
H. Anchoveta	2621	590	93	8.799	6.837	1.414
H. Sardina		1			0.012	
H. Teleosteo indet	2		1	0.007		0.015

Tabla 26. Espectro dietario fitoplanctónico de la Anchoveta en aguas del norte de Chile.

BACILLARIOPHYTA	Bacillariophyceae	Biddulphiales	<i>Bacteriastrum delicatulum</i> <i>Biddulphia longicuris</i> <i>Chaetoceros didymus</i> <i>Chaetoceros convolutus</i> <i>Chaetoceros compressus</i> <i>Chaetoceros lorenzianus</i> <i>Chaetoceros peruvianus</i> <i>Chaetoceros radicans</i> <i>Coscinodiscus centralis</i> <i>Coscinodiscus sp</i> <i>Detonula pumila</i> <i>Ditylum brightwelli</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Guinardia stolterfothii</i> <i>Leptocylindrus mediterraneus</i> <i>Lithodesmiun undulatum</i> <i>Planktoniella sol</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Rhizosolenia castracaneii</i> <i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira decipiens</i> <i>Thalassiosira subtilis</i>
		Bacillariales	<i>Licmophora abbreviata</i> <i>Navicula sp</i> <i>Nitzschia longissima</i> <i>Nitzschia pungens</i> <i>Nitzschia seriata</i> <i>Pleurosigma sp</i> <i>Pseudoeunotia doliolus</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i> <i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>
DINOPHYTA	Dinophyceae	Peridinales	<i>Ceratium breve var. paralelum</i> <i>Ceratium furca var. eugrammun</i> <i>Ceratium massiliense</i> <i>Ceratium tripos var. ponticum</i> <i>Ceratium tripos var. pulchellum</i> <i>Diplopsalis lenticula</i> <i>Protoperidinium claudicans</i> <i>Protoperidinium depressum</i> <i>Protoperidinium pyrum</i> <i>Protoperidinium oceanicum</i>
		Dinophysiales	<i>Dinophysis ovum</i> <i>Dinophysis tripos</i>
CHRISOPHYTA	Chrisophyceae	Dictyotales	<i>Dictiocha fibula</i> <i>Distephanus speculum var. octonaria</i>

Tabla 27. Abundancia y frecuencia de ocurrencia de la taxocenosis de presas fitoplanctónicas en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens*.

TAXA	NUMERO DE INDIVIDUOS		FRECUENCIA DE OCURRENCIA	
	TOTAL	% NUMERICO	NUMERICA	PORCENTUAL
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	25	0.051	3	1.14
<i>Biddulphia longicruris</i>	2069	4.196	45	17.11
<i>Chaetoceros didymus</i>	808	1.639	49	18.63
<i>Chaetoceros convolutus</i>	31	0.063	1	0.38
<i>Chaetoceros compressus</i>	19	0.039	1	0.38
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	6	0.012	1	0.38
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	1804	3.658	45	17.11
<i>Chaetoceros radicans</i>	169	0.343	1	0.38
<i>Coscinodiscus centralis</i>	51	0.103	5	1.90
<i>Coscinodiscus sp</i>	3493	7.083	169	64.26
<i>Detonula pumila</i>	7249	14.700	42	15.97
<i>Ditylum brighwelli</i>	478	0.969	41	15.59
<i>Eucampia zodiacus</i>	13	0.026	1	0.38
<i>Guinardia stolterfothii</i>	82	0.166	7	2.66
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	25	0.051	1	0.38
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	994	2.016	52	19.77
<i>Planktoniella sol</i>	12	0.024	2	0.76
<i>Proboscia alata</i>	2192	4.445	92	34.98
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	43	0.087	6	2.28
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	722	1.464	62	23.57
<i>Skeletonema costatum</i>	359	0.728	19	7.22
<i>Thalassiosira decipiens</i>	462	0.937	5	1.90
<i>Thalassiosira subtilis</i>	25073	50.846	49	18.63
<i>Licmophora abbreviata</i>	31	0.063	4	1.52
<i>Navicula sp</i>	56	0.114	3	1.14
<i>Nitzschia longissima</i>	101	0.205	2	0.76
<i>Nitzschia pungens</i>	32	0.065	2	0.76
<i>Nitzschia seriata</i>	738	1.497	8	3.04
<i>Pleurosigma sp</i>	42	0.085	7	2.66
<i>Pseudoeunotia doliolus</i>	200	0.406	7	2.66
<i>Thalassionema nitzchioides</i>	338	0.685	4	1.52
<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	87	0.176	5	1.90
<i>Ceratium breve var. paralelum</i>	78	0.158	13	4.94
<i>Ceratium furca var. eugrammun</i>	43	0.087	6	2.28
<i>Ceratium massiliense</i>	24	0.049	4	1.52
<i>Ceratium tripos var. ponticum</i>	238	0.483	17	6.46
<i>Ceratium tripos var. pulchellum</i>	125	0.253	6	2.28
<i>Diplopsalis lenticula</i>	62	0.126	7	2.66
<i>Protoperidinium claudicans</i>	86	0.174	9	3.42
<i>Protoperidinium depressum</i>	460	0.933	28	10.65
<i>Protoperidinium pyrum</i>	56	0.114	7	2.66
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	156	0.316	11	4.18
<i>Dinophysis ovum</i>	102	0.207	17	6.46
<i>Dinophysis tripos</i>	6	0.012	1	0.38
<i>Dictiocha fibula</i>	12	0.024	2	0.76
<i>Distephanus speculum var. octonaria</i>	60	0.122	10	3.80
	49312	100.000		

Tabla 28. Cuadro resumen de los taxa presa fitoplanctónicos de mayor frecuencia de ocurrencia en la dieta de *Engraulis ringens*.

Taxon	Frec. %	Taxon	Frec. %
<i>Coscinodiscus sp</i>	64,26	<i>Chaetoceros didymus</i>	18,63
<i>Proboscia alata</i>	34,98	<i>Thalassiosira subtilis</i>	18,63
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	23,57	<i>Biddulphia longicruris</i>	17,11
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	19,77	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	17,11

Tabla 29. Taxa de presa fitoplanctónicos con aportes mayores al 1%.

Taxon	Frec. %	Taxon	Frec. %
<i>Thalassiosira subtilis</i>	50,846	<i>Lithodesmiun undulatum</i>	2,016
<i>Detonula pumila</i>	14,700	<i>Chaetoceros didymus</i>	1,639
<i>Coscinodiscus sp</i>	7,083	<i>Nitzschia seriata</i>	1,497
<i>Proboscia alata</i>	4,445	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	1,464
<i>Biddulphia longicruris</i>	4,196		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	3,658	TOTAL	91,544

Tabla 30. Número de estómagos analizados, riqueza de taxa presa y número total de presas fitoplanctónicos (Cél./mL) por zona de estudio.

Zona	Nº de estómagos	Nº de taxa presa	Total de presas
Arica	41	26	35.809
Pisagua	34	24	1.583
Iquique	66	29	4.816
Punta Lobos	16	7	1.168
Tocopilla	21	9	426
Mejillones	45	33	4.117
Antofagasta	40	16	1.393

Tabla 31. Frecuencia de ocurrencia numérica de los taxa de presa fitoplanctónicos en los contenidos estomacales de *Engraulis ringens* por zona de muestreo.

TAXA	ARICA	PISAGUA	IQUIQUE	PTA. LOBOS	TOCOPILLA	MEJILLONES	ANTOFAG.
<i>Bacteriastrium delicatum</i>	6	6	13				
<i>Biddulphia longicruris</i>	1868	13	132	25	12		19
<i>Chaetoceros didymus</i>	57	81	436		19	83	132
<i>Chaetoceros convolutus</i>							31
<i>Chaetoceros compressus</i>			19				
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>						6	
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	26	190	159		75	921	433
<i>Chaetoceros radicans</i>			169				
<i>Coscinodiscus centralis</i>		13				38	
<i>Coscinodiscus sp</i>	1107	238	893	338	201	519	197
<i>Detonula pumila</i>	6842	87	170			100	50
<i>Ditylum brighwelli</i>	255	136	75		6	6	
<i>Eucampia zodiacus</i>						13	
<i>Guinardia stolterfothii</i>						63	19
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>						25	
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	310	108	513	44	13	6	
<i>Planktoniella sol</i>		6				6	
<i>Proboscia alata</i>	183	132	1385	62	68	187	175
<i>Rhizosolenia castracanei</i>			18		19	6	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	49	259	112		13	157	132
<i>Skeletonema costatum</i>	202	13	56			38	50
<i>Thalassiosira decipiens</i>	13	6	6	437			
<i>Thalassiosira subtilis</i>	24176	107	533	238		19	
<i>Licmophora abbreviata</i>			19			12	
<i>Navicula sp</i>						56	
<i>Nitzschia longissima</i>						101	
<i>Nitzschia pungens</i>						32	
<i>Nitzschia seriata</i>						738	
<i>Pleurosigma sp</i>	24	6	6				6
<i>Pseudoeunotia doliolus</i>	138	6	6			50	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			6			269	63
<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	6					81	
<i>Ceratium breve var. paralelum</i>	54	18	6				
<i>Ceratium furca var. eugrammun</i>	31		12				
<i>Ceratium massiliense</i>	12		6			6	
<i>Ceratium tripos var. ponticum</i>	195	19	18	6			
<i>Ceratium tripos var. pulchellum</i>	119		6				
<i>Diplopsalis lenticula</i>	6	13				25	18
<i>Protoperidinium claudicans</i>						42	44
<i>Protoperidinium depressum</i>	68	18	6	18		350	
<i>Protoperidinium pyrum</i>	19	6				31	
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	19		18			113	6
<i>Dinophysis ovum</i>	24	54	6			6	12
<i>Dinophysis tripos</i>						6	
<i>Dictiocha fibula</i>		6	6				
<i>Distephanus speculum var. octonaria</i>		42	6			6	6
S	26	25	30	8	9	34	17

Tabla 32. Taxa fitoplanctónicas de mayor ocurrencia en los contenidos estomacales de Anchoveta.

Taxa	Taxa
<i>Coscinodiscus sp</i>	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
<i>Proboscia alata</i>	<i>Thalassiosira subtilis</i>
<i>Biddulphia longicuris</i>	<i>Ditylum Brighwelli</i>
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Detonula pumila</i>	<i>Chaetoceros didymus</i>

Tabla 33 Valores de riqueza de especies fitoplanctónica, número de individuos y diversidad trófica por zona de estudio.

Zona de estudio	S	N	H'
Arica	26	35.809	1,622
Pisagua	25	1.583	3,755
Iquique	30	4.816	3,257
Punta Lobos	8	1.168	2,170
Tocopilla	9	426	2,314
Mejillones	34	4.117	3,729
Antofagasta	17	1.393	3,181

Tabla 34. Contribución porcentual de los taxa de presa fitoplanctónicos por clase de talla.

CLASES (mm) TAXA - Nº ESTOMAGOS	CON. NUMERICA			PORCENTAJE Nº		
	< 80 mm	80 - 120 mm	> 120 mm	< 80 mm	80 - 120 mm	> 120 mm
	83	93	87	83	93	87
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>		19	6	0.000	0.224	0.016
<i>Biddulphia longicruris</i>	170	165	1740	5.119	1.943	4.640
<i>Chaetoceros didymus</i>	165	492	145	4.968	5.792	0.387
<i>Chaetoceros convolutus</i>	31			0.933	0.000	0.000
<i>Chaetoceros compressus</i>		19		0.000	0.224	0.000
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>		6		0.000	0.071	0.000
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	158	969	677	4.758	11.408	1.805
<i>Chaetoceros radicans</i>		169		0.000	1.990	0.000
<i>Coscinodiscus centralis</i>	38	13		1.144	0.153	0.000
<i>Coscinodiscus sp</i>	605	1125	1763	18.217	13.245	4.702
<i>Detonula pumila</i>	268	297	6684	8.070	3.497	17.825
<i>Ditylum brighwelli</i>	74	137	267	2.228	1.613	0.712
<i>Eucampia zodiacus</i>		13		0.000	0.153	0.000
<i>Guinardia stouterfothii</i>	57		25	1.716	0.000	0.067
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>			25	0.000	0.000	0.067
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	196	514	284	5.902	6.051	0.757
<i>Planktoniella sol</i>	6		6	0.181	0.000	0.016
<i>Proboscia alata</i>	149	1523	526	4.487	17.930	1.403
<i>Rhizosolenia castracanei</i>		18	25	0.000	0.212	0.067
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	171	350	201	5.149	4.121	0.536
<i>Skeletonema costatum</i>	62	70	227	1.867	0.824	0.605
<i>Thalassiosira decipiens</i>	6	6	450	0.181	0.071	1.200
<i>Thalassiosira subtilis</i>	544	1471	23058	16.381	17.318	61.491
<i>Licmophora abbreviata</i>		25	6	0.000	0.294	0.016
<i>Navicula sp</i>	44	6	6	1.325	0.071	0.016
<i>Nitzschia longissima</i>		101		0.000	1.189	0.000
<i>Nitzschia pungens</i>		32		0.000	0.377	0.000
<i>Nitzschia seriata</i>	100	613	25	3.011	7.217	0.067
<i>Pleurosigma sp</i>	6	25	6	0.181	0.294	0.016
<i>Pseudoeunotia doliolus</i>	19	43	138	0.572	0.506	0.368
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	307	6	25	9.244	0.071	0.067
<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	6	6	75	0.181	0.071	0.200
<i>Ceratium breve var. paralelum</i>	24	6	48	0.723	0.071	0.128
<i>Ceratium furca var. eugrammun</i>		12	31	0.000	0.141	0.083
<i>Ceratium massiliense</i>		6	18	0.000	0.071	0.048
<i>Ceratium tripos var. ponticum</i>	6	31	201	0.181	0.365	0.536
<i>Ceratium tripos var. pulchellum</i>		6	119	0.000	0.071	0.317
<i>Diplopsalis lenticula</i>	13	6	43	0.391	0.071	0.115
<i>Protoperidinium claudicans</i>	36		50	1.084	0.000	0.133
<i>Protoperidinium depressum</i>	18	68	374	0.542	0.801	0.997
<i>Protoperidinium pyrum</i>	6		50	0.181	0.000	0.133
<i>Protoperidinium oceanicum</i>		24	132	0.000	0.283	0.352
<i>Dinophysis ovum</i>	18	54	30	0.542	0.636	0.080
<i>Dinophysis tripos</i>			6	0.000	0.000	0.016
<i>Dictiocha fibula</i>	6	6		0.181	0.071	0.000
<i>Distephanus speculum var. octonaria</i>	12	42	6	0.361	0.494	0.016

Tabla 35. Cuadro comparativo de la riqueza de taxa presa (S) y abundancia (N) de los componentes tróficos mayoritarios del zooplancton y fitoplancton por clases de talla.

	ZOOPLANCTON			FITOPLANCTON		
	< 80 mm	80 – 120 mm	> 120 mm	< 80 mm	80 – 120 mm	> 120 mm
S	38	34	38	31	39	37
N	29786	8630	6578	3321	8494	37497
COP	26517	7708	5980			
HOLOP	143	197	391			
MEROP	3126	725	207			
H' ZOO	2,333	3,088	2,968			
DIAT				3182	8233	36389
DINOF				121	213	1102
SILICOF				18	48	6
H' FITO				3,916	3,680	2,106

(COP = Copepoda, HOLOP = holoplancton excepto copepoda, MEROP = meroplancton, DIAT = Diatomeas, DINOF = dinoflagelados, SILICOF = silicoflageados, H' = diversidad)

Tabla 36 Límites latitudinales de las zonas correspondientes a estratos de estructuras de tallas de anchoveta.

Subzona	Latitud inicio	Latitud fin	Area (mn ²)	Lances
1	18° 22,5´S	18° 32,5´S	147,8	1,3,4,5
2	18o 32,5´S	18° 57,5´S	250,4	6,7,8,9,10
3	18° 57,5´S	20° 07,5´S	672,6	12,13,14,15,16,17,18,19,20,21
4	20° 07,5´S	20° 22,5´S	149,5	23,24
5	20° 22,5´S	20° 52,5´S	302,6	25,26
6	20° 52,5´S	22° 42,5´S	1.093,5	27,29,30,32,33,34,35,39,40,43,47
7	22° 42,5´S	23° 07,5´S	295,3	41,44,45,46,48,49,50
8	23° 07,5´S	24° 05,5´S	580,3	52,54,55,56

Tabla 37. Comparación de estructuras de tallas de anchoveta por zonas, mediante el test DHG ($\alpha=0.05$). Datos ponderados a la captura. Crucero Reclan 0111.

Zona 1		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	28
	N° Categorías =	18
	z =	1.64485
	Grupos =	4
	n=	624
Lance	X ² calculado	Ho
1	13.97	A
3	15.34	A
4	7.34	A
5	59.61	NA
% APROBACIÓN		75.00

Zona 3		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	24
	N° Categorías =	15
	z =	1.64485
	Grupos =	10
	n=	1913
Lance	X ² calculado	Ho
12	65.91	NA
13	25.84	NA
14	25.69	NA
15	9.65	A
16	2.55	A
17	7.49	A
18	13.30	A
19	10.67	A
20	13.43	A
21	2.18	A
% APROBACIÓN		70.00

Zona 5		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	28
	N° Categorías =	18
	z =	1.64485
	Grupos =	2
	n=	402
Lance	X ² calculado	Ho
25	31.82	NA
26	28.60	A
% APROBACIÓN		50.00

Zona 7		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	36
	N° Categorías =	24
	z =	1.64485
	Grupos =	7
	n=	1430
Lance	X ² calculado	Ho
41	13.65	A
44	3.06	A
45	42.58	NA
46	26.21	A
48	31.44	A
49	3.42	A
50	54.08	NA
% APROBACIÓN		71.43

Zona 2		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	28
	N° Categorías =	18
	z =	1.64485
	Grupos =	5
	n=	440
Lance	X ² calculado	Ho
6	232.71	NA
7	51.45	NA
8	21.76	A
9	8.31	A
10	5.17	A
% APROBACIÓN		60.00

Zona 4		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	30
	N° Categorías =	19
	z =	1.64485
	Grupos =	2
	n=	496
Lance	X ² calculado	Ho
23	7.02	A
24	16.37	A
% APROBACIÓN		100.00

Zona 6		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	18
	N° Categorías =	10
	z =	1.64485
	Grupos =	12
	n=	1871
Lance	X ² calculado	Ho
27	0.42	A
29	0.67	A
30	5.18	A
32	2.04	A
33	0.42	A
34	4.86	A
35	0.25	A
39	0.25	A
40	0.68	A
42	0.25	A
43	1.88	A
47	11.54	A
% APROBACIÓN		100.00

Zona 8		
Parámetros del análisis	X ² crítico =	31
	N° Categorías =	20
	z =	1.64485
	Grupos =	4
	n=	790
Lance	X ² calculado	Ho
52	15.54	A
54	96.29	NA
55	5.57	A
56	60.97	NA
% APROBACIÓN		50.00

n : n muestreado

Ho :H hipótesis nula; La estructura de tallas del lance "es igual" a la estructura generada por el conjunto de lances de la zona

A :Aprobada la igualdad

NA :No Aprobada la igualdad

Tabla 38. Resultados de la calibración del sistema de eointegración del B/I Abate Molina y de la L/P Choné en frecuencia 38 Khz. Crucero RECLAN 0111

	Abate Molina			Choné
	Corto	Medio	Largo	Medio
Sv Transducer Gain	26.89	27.54	28.15	26,56
TS Transducer Gain	26.35	27.69	28.57	26,31

Tabla 39. Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.

Fecha	Lugar	TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
		Corto	Medio	Largo	Corto	Medio	Largo
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	

Tabla 40. Valores de TS_{mo} de anchoveta a 38 Khz y pulso medio utilizados en el ajuste de la ecuación de regresión TS/L.

Archivo	Lance	Talla	TS_{mo}
T003	3	15.5	-49.0
T004	4	15.0	-49.0
T005	5	16.5	-49.0
T009	9	17.0	-48.5
T010	10	16.0	-49.0
T012	12	10.5	-52.5
T014	14	9.5	-54.0
T017	17	10.5	-53.0
T019	19	10.0	-53.5
T024	24	12.0	-51.5
T025	25	7.0	-56.5
T026	26	9.0	-54.5
T026	26	11.5	-53.5
T027	27	16.5	-49.0
T029	29	16.5	-49.5
T032	32	17.0	-49.5
T040	40	17.5	-49.0
T048	48	11.0	-52.5
T048	48	17.0	-49.5
T052	52	11.0	-52.5
T054	54	8.0	-55.0
T054	54	14.5	-49.5
T055	55	9.0	-54.5
T055	55	15.5	-49.5

Tabla 41 Análisis de varianza de la ecuación de regresión TS-L (19,9033 – 73,2966 Log L ; $r^2 = 0,95$; $n = 24$)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.980
Coefficiente de determinación R ²	0.961
R ² ajustado	0.959
Error típico	0.498
Observaciones	24

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	135.517195	135.517195	544.803836	5.1588E-17
Residuos	22	5.47238857	0.24874494		
Total	23	140.989583			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>
Intercepción	-73.2965577	0.94379967	-77.6611392
Variable X 1	19.9033268	0.85271833	23.3410333

Tabla 42. Estimados de abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por zona y talla, según el método de Hansen & Wolter. Crucero RECLAN 0111

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	13,40	0,00	0,00	0,00	13,40
6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	191,92	0,00	0,00	0,00	191,92
7,0	0,00	763,21	46,55	0,00	341,31	0,00	442,35	0,00	1.593,41
7,5	0,00	2.289,95	241,67	0,00	257,69	0,00	544,28	674,84	4.008,43
8,0	0,63	1.793,95	325,21	8,14	294,67	0,00	591,75	2.375,30	5.389,65
8,5	3,63	610,36	364,90	7,21	398,60	0,00	460,97	1.928,63	3.774,31
9,0	5,48	131,31	744,53	6,43	462,00	0,00	657,63	1.743,67	3.751,04
9,5	1,79	30,07	1.392,17	11,55	242,72	0,00	836,78	1.943,66	4.458,74
10,0	0,10	0,06	1.729,24	38,21	126,75	0,00	795,62	1.902,43	4.592,42
10,5	0,09	0,03	1.356,91	34,85	74,51	0,00	746,90	741,33	2.954,61
11,0	0,00	0,01	600,83	36,46	21,78	0,00	514,98	301,12	1.475,18
11,5	0,00	10,30	192,55	99,17	56,75	0,00	349,75	164,72	873,24
12,0	1,06	0,01	29,60	205,70	27,47	0,00	181,36	127,69	572,89
12,5	0,49	0,00	9,00	139,82	9,09	0,00	111,47	58,45	328,32
13,0	0,00	0,00	0,00	33,62	3,00	0,00	97,92	18,99	153,54
13,5	4,77	0,00	0,00	4,84	0,00	0,00	73,70	10,77	94,08
14,0	10,53	0,00	0,00	2,76	2,07	0,00	44,72	73,78	133,86
14,5	108,96	0,00	0,00	0,83	0,00	2,54	21,62	146,87	280,82
15,0	336,40	0,01	0,00	0,77	1,80	6,23	9,13	71,57	425,91
15,5	399,85	5,66	1,06	1,47	0,00	35,76	24,22	33,16	501,18
16,0	411,62	10,63	0,00	0,71	1,58	199,65	80,97	13,39	718,55
16,5	390,91	5,00	0,00	1,33	0,00	454,72	108,36	3,77	964,10
17,0	171,89	0,01	0,00	0,62	0,00	553,58	133,20	0,00	859,31
17,5	20,07	0,00	0,00	0,00	0,00	232,61	64,62	2,04	319,33
18,0	5,43	0,00	0,00	0,00	0,00	80,55	9,13	0,00	95,11
18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	9,62	0,00	21,62
19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,61
19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1.873,70	5.650,58	7.034,22	634,49	2.527,11	1.578,26	6.911,02	12.336,19	38.545,57
Reclutas	12,78	5.629,25	7.024,15	447,71	2.509,57	0,00	6.122,36	11.903,40	33.649,23
% Reclutas	0,68	99,62	99,86	70,56	99,31	0,00	88,59	96,49	87,30
C/sesgo orill					2.931,45	1.830,78			39.202,43

Tabla 43. Estimados de abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por subzona y talla según el método Bootstrap. Crucero RECLAN 0111.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	13,67	0,0	0,00	0,00	13,67
6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	195,73	0,0	0,00	0,00	195,73
7,0	0,00	765,56	47,70	0,00	348,09	0,0	448,47	0,00	1.609,83
7,5	0,00	2.297,01	247,68	0,00	262,81	0,0	551,81	691,82	4.051,14
8,0	0,64	1.799,48	333,29	8,34	300,52	0,0	599,94	2.435,05	5.477,27
8,5	3,69	612,25	373,97	7,39	406,53	0,0	467,35	1.977,14	3.848,32
9,0	5,57	131,71	763,04	6,59	471,18	0,0	666,73	1.787,53	3.832,35
9,5	1,82	30,16	1.426,80	11,83	247,54	0,0	848,36	1.992,56	4.559,06
10,0	0,10	0,06	1.772,25	39,13	129,27	0,0	806,64	1.950,28	4.697,74
10,5	0,09	0,03	1.390,65	35,69	75,99	0,0	757,23	759,97	3.019,66
11,0	0,00	0,01	615,77	37,34	22,22	0,0	522,11	308,69	1.506,14
11,5	0,00	10,33	197,34	101,56	57,88	0,0	354,59	168,86	890,56
12,0	1,08	0,01	30,34	210,66	28,01	0,0	183,87	130,91	584,87
12,5	0,50	0,00	9,23	143,20	9,27	0,0	113,01	59,92	335,12
13,0	0,00	0,00	0,00	34,43	3,06	0,0	99,27	19,47	156,24
13,5	4,85	0,00	0,00	4,96	0,00	0,0	74,72	11,04	95,57
14,0	10,71	0,00	0,00	2,83	2,11	0,0	45,34	75,64	136,62
14,5	110,79	0,00	0,00	0,85	0,00	2,6	21,92	150,56	286,68
15,0	342,05	0,01	0,00	0,79	1,84	6,3	9,25	73,37	433,59
15,5	406,57	5,68	1,09	1,51	0,00	36,0	24,55	33,99	509,36
16,0	418,54	10,66	0,00	0,72	1,62	200,8	82,09	13,73	728,17
16,5	397,48	5,02	0,00	1,36	0,00	457,3	109,86	3,87	974,94
17,0	174,78	0,01	0,00	0,64	0,00	556,8	135,05	0,00	867,26
17,5	20,41	0,00	0,00	0,00	0,00	234,0	65,51	2,09	321,96
18,0	5,52	0,00	0,00	0,00	0,00	81,0	9,25	0,00	95,79
18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,1	9,75	0,00	21,82
19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,6	0,00	0,00	0,61
19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
20,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
Total	1.905,20	5.668,00	7.209,17	649,81	2.577,34	1.587,37	7.006,67	12.646,50	39.250,06
Reclutas	12,99	5.646,62	7.198,85	458,52	2.559,45	0,00	6.207,10	12.202,81	34.286,34
% Reclutas	0,68	99,62	99,86	70,56	99,31	0,00	88,59	96,49	87,35
C/sesgo rori					2.989,71	1.841,35			39.916,41

Tabla 44. Estimados de abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por subzona y talla según el método de las variables regionalizadas. Crucero RECLAN 0111.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00	13,71
6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	196,37	0,00	0,00	0,00	196,37
7,0	0,00	771,22	47,79	0,00	349,23	0,00	438,09	0,00	1.606,34
7,5	0,00	2.314,00	248,14	0,00	263,67	0,00	539,04	684,28	4.049,13
8,0	0,64	1.812,79	333,91	9,55	301,50	0,00	586,05	2.408,53	5.452,98
8,5	3,70	616,77	374,67	8,46	407,85	0,00	456,53	1.955,60	3.823,59
9,0	5,58	132,68	764,46	7,55	472,72	0,00	651,30	1.768,05	3.802,34
9,5	1,82	30,39	1.429,45	13,55	248,35	0,00	828,73	1.970,85	4.523,13
10,0	0,10	0,06	1.775,55	44,83	129,70	0,00	787,97	1.929,04	4.667,24
10,5	0,09	0,03	1.393,24	40,89	76,24	0,00	739,71	751,70	3.001,89
11,0	0,00	0,01	616,92	42,77	22,29	0,00	510,03	305,33	1.497,35
11,5	0,00	10,41	197,71	116,36	58,07	0,00	346,38	167,02	895,94
12,0	1,08	0,01	30,40	241,35	28,10	0,00	179,61	129,48	610,02
12,5	0,50	0,00	9,25	164,05	9,30	0,00	110,39	59,27	352,76
13,0	0,00	0,00	0,00	39,45	3,07	0,00	96,97	19,26	158,76
13,5	4,85	0,00	0,00	5,68	0,00	0,00	72,99	10,92	94,45
14,0	10,72	0,00	0,00	3,24	2,12	0,00	44,29	74,82	135,18
14,5	110,93	0,00	0,00	0,97	0,00	2,54	21,42	148,92	284,79
15,0	342,48	0,01	0,00	0,91	1,84	6,25	9,04	72,57	433,11
15,5	407,09	5,72	1,09	1,73	0,00	35,86	23,98	33,62	509,09
16,0	419,07	10,74	0,00	0,83	1,62	200,23	80,19	13,58	726,25
16,5	397,98	5,06	0,00	1,56	0,00	456,03	107,32	3,83	971,77
17,0	175,00	0,01	0,00	0,73	0,00	555,17	131,92	0,00	862,84
17,5	20,43	0,00	0,00	0,00	0,00	233,28	63,99	2,06	319,77
18,0	5,53	0,00	0,00	0,00	0,00	80,78	9,04	0,00	95,35
18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,03	9,52	0,00	21,56
19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,61
19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1.907,60	5.709,91	7.222,58	744,45	2.585,76	1.582,78	6.844,50	12.508,74	39.106,32
Reclutas	13,01	5.688,37	7.212,24	525,30	2.567,81	0,00	6.063,43	12.069,88	34.140,05
% Reclutas	0,68	99,62	99,86	70,56	99,31	0,00	88,59	96,49	87,30
C/sesgo oril					2.999,48	1.836,02			39.773,29

Tabla 45. Estimados de Biomasa (toneladas) de anchoveta por subzona y tallas según el método de Hansen & Wolter. Crucero RECLAN 0111

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	13,92	0,00	0,00	0,00	13,92
6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	335,40	0,00	0,00	0,00	335,40
7,0	0,00	1.679,96	102,46	0,00	751,29	0,00	973,69	0,00	3.507,40
7,5	0,00	6.248,57	659,44	0,00	703,16	0,00	1.485,18	1.841,44	10.937,79
8,0	2,10	5.984,67	1.084,90	27,16	983,01	0,00	1.974,09	7.924,08	17.980,00
8,5	14,62	2.459,24	1.470,23	29,06	1.606,03	0,00	1.857,31	7.770,70	15.207,18
9,0	26,38	632,10	3.584,15	30,97	2.224,04	0,00	3.165,83	8.394,00	18.057,47
9,5	10,19	171,30	7.930,73	65,78	1.382,69	0,00	4.766,85	11.072,39	25.399,93
10,0	0,67	0,42	11.556,84	255,37	847,12	0,00	5.317,31	12.714,27	30.691,99
10,5	0,71	0,25	10.556,29	271,09	579,64	0,00	5.810,61	5.767,29	22.985,88
11,0	0,00	0,07	5.402,81	327,82	195,90	0,00	4.630,88	2.707,74	13.265,22
11,5	0,00	106,34	1.988,52	1.024,15	586,07	0,00	3.611,88	1.701,10	9.018,06
12,0	12,49	0,07	349,05	2.425,28	323,86	0,00	2.138,30	1.505,58	6.754,64
12,5	6,54	0,00	120,55	1.872,01	121,65	0,00	1.492,39	782,62	4.395,76
13,0	0,00	0,00	0,00	508,64	45,39	0,00	1.481,27	287,34	2.322,65
13,5	81,11	0,00	0,00	82,36	0,00	0,00	1.253,94	183,26	1.600,67
14,0	200,67	0,00	0,00	52,67	39,41	0,00	852,04	1.405,87	2.550,67
14,5	2.315,87	0,09	0,00	17,56	0,00	53,89	459,61	3.121,55	5.968,56
15,0	7.945,82	0,27	0,00	18,23	42,56	147,25	215,54	1.690,57	10.060,25
15,5	10.459,90	148,14	27,76	38,58	0,00	935,34	633,46	867,38	13.110,55
16,0	11.886,71	306,94	0,08	20,37	45,73	5.765,57	2.338,18	386,62	20.750,20
16,5	12.423,73	158,99	0,09	42,16	0,00	14.451,79	3.443,91	119,97	30.640,65
17,0	5.995,09	0,28	0,00	21,79	0,00	19.307,60	4.645,77	0,00	29.970,53
17,5	766,05	0,14	0,00	0,00	0,00	8.879,08	2.466,53	77,72	12.189,52
18,0	226,24	0,00	0,00	0,00	0,00	3.356,67	380,30	0,00	3.963,21
18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	544,56	436,42	0,00	980,98
19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,11	0,00	0,00	30,11
19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	52.374,90	17.897,85	44.833,89	7.131,04	10.826,88	53.471,85	55.831,27	70.321,50	312.689,18
Reclutas	67,17	17.283,00	44.685,41	4.456,67	10.532,13	0,00	35.731,92	61.398,59	174.154,89
% Reclutas	0,13	96,56	99,67	62,50	97,28	0,00	64,00	87,31	55,70
C/sesgo oril					12.559,18	62.027,35			322.976,98

RECLAN 0111.

egún el método Bootstrap. Crucero

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	14,20	0,00	0,00	0,00	14,20
6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	342,06	0,00	0,00	0,00	342,06
7,0	0,00	1.685,15	105,00	0,00	766,22	0,00	987,17	0,00	3.543,54
7,5	0,00	6.267,85	675,84	0,00	717,13	0,00	1.505,73	1.887,76	11.054,32
8,0	2,14	6.003,13	1.111,88	27,82	1.002,55	0,00	2.001,41	8.123,40	18.272,31
8,5	14,87	2.466,82	1.506,79	29,76	1.637,94	0,00	1.883,02	7.966,16	15.505,37
9,0	26,82	634,05	3.673,29	31,71	2.268,24	0,00	3.209,65	8.605,14	18.448,91
9,5	10,36	171,83	8.127,98	67,37	1.410,17	0,00	4.832,83	11.350,90	25.971,43
10,0	0,69	0,42	11.844,27	261,53	863,96	0,00	5.390,90	13.034,08	31.395,85
10,5	0,72	0,25	10.818,84	277,64	591,16	0,00	5.891,03	5.912,36	23.491,99
11,0	0,00	0,07	5.537,19	335,74	199,79	0,00	4.694,97	2.775,86	13.543,60
11,5	0,00	106,67	2.037,97	1.048,87	597,72	0,00	3.661,87	1.743,89	9.196,99
12,0	12,70	0,07	357,74	2.483,83	330,29	0,00	2.167,90	1.543,45	6.895,99
12,5	6,65	0,00	123,55	1.917,21	124,07	0,00	1.513,05	802,31	4.486,82
13,0	0,00	0,00	0,00	520,92	46,30	0,00	1.501,77	294,57	2.363,56
13,5	82,47	0,00	0,00	84,35	0,00	0,00	1.271,29	187,87	1.625,99
14,0	204,05	0,00	0,00	53,94	40,20	0,00	863,83	1.441,24	2.603,26
14,5	2.354,81	0,09	0,00	17,98	0,00	54,20	465,97	3.200,07	6.093,12
15,0	8.079,44	0,27	0,00	18,67	43,41	148,10	218,52	1.733,10	10.241,51
15,5	10.635,79	148,59	28,45	39,51	0,00	940,74	642,23	889,20	13.324,50
16,0	12.086,59	307,88	0,09	20,86	46,64	5.798,85	2.370,54	396,35	21.027,81
16,5	12.632,65	159,48	0,09	43,18	0,00	14.535,22	3.491,58	122,99	30.985,18
17,0	6.095,90	0,28	0,00	22,32	0,00	19.419,06	4.710,07	0,00	30.247,63
17,5	778,93	0,15	0,00	0,00	0,00	8.930,34	2.500,67	79,67	12.289,76
18,0	230,04	0,00	0,00	0,00	0,00	3.376,05	385,56	0,00	3.991,66
18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	547,70	442,46	0,00	990,16
19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,29	0,00	0,00	30,29
19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	53.255,62	17.953,05	45.948,96	7.303,22	11.042,05	53.780,55	56.603,98	72.090,36	317.977,80
Reclutas	68,30	17.336,30	45.796,79	4.564,27	10.741,44	0,00	36.226,46	62.943,01	177.676,57
% Reclutas	0,13	96,56	99,67	62,50	97,28	0,00	64,00	87,31	55,88
C/sesgo ori					12.808,78	62.385,44			328.349,42

Tabla 47. Estimados de Biomasa (toneladas) de anchoveta por subzona y tallas según el método de las variables regionalizadas. Crucero RECLAN 0111.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	14,25	0,00	0,00	0,00	14,25
6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	343,18	0,00	0,00	0,00	343,18
7,0	0,00	1.697,61	105,20	0,00	768,73	0,00	964,32	0,00	3.535,85
7,5	0,00	6.314,19	677,10	0,00	719,48	0,00	1.470,88	1.867,20	11.048,85
8,0	2,14	6.047,51	1.113,95	31,87	1.005,83	0,00	1.955,08	8.034,91	18.191,29
8,5	14,89	2.485,06	1.509,60	34,09	1.643,30	0,00	1.839,43	7.879,38	15.405,75
9,0	26,85	638,74	3.680,12	36,33	2.275,66	0,00	3.135,36	8.511,40	18.304,47
9,5	10,37	173,10	8.143,10	77,18	1.414,78	0,00	4.720,97	11.227,25	25.766,75
10,0	0,69	0,42	11.866,30	299,62	866,78	0,00	5.266,12	12.892,10	31.192,04
10,5	0,72	0,26	10.838,96	318,07	593,09	0,00	5.754,67	5.847,95	23.353,73
11,0	0,00	0,07	5.547,49	384,64	200,44	0,00	4.586,30	2.745,62	13.464,55
11,5	0,00	107,46	2.041,76	1.201,64	599,67	0,00	3.577,11	1.724,89	9.252,54
12,0	12,72	0,07	358,40	2.845,60	331,37	0,00	2.117,72	1.526,64	7.192,53
12,5	6,66	0,00	123,78	2.196,44	124,47	0,00	1.478,02	793,57	4.722,95
13,0	0,00	0,00	0,00	596,79	46,45	0,00	1.467,01	291,36	2.401,61
13,5	82,58	0,00	0,00	96,64	0,00	0,00	1.241,87	185,82	1.606,90
14,0	204,31	0,00	0,00	61,80	40,33	0,00	843,84	1.425,54	2.575,81
14,5	2.357,77	0,09	0,00	20,60	0,00	54,04	455,18	3.165,21	6.052,90
15,0	8.089,60	0,28	0,00	21,39	43,55	147,67	213,46	1.714,22	10.230,17
15,5	10.649,17	149,69	28,51	45,26	0,00	938,02	627,36	879,51	13.317,52
16,0	12.101,80	310,16	0,09	23,90	46,80	5.782,11	2.315,67	392,03	20.972,54
16,5	12.648,54	160,66	0,09	49,47	0,00	14.493,24	3.410,76	121,65	30.884,41
17,0	6.103,57	0,28	0,00	25,57	0,00	19.362,98	4.601,05	0,00	30.093,45
17,5	779,91	0,15	0,00	0,00	0,00	8.904,55	2.442,79	78,80	12.206,20
18,0	230,33	0,00	0,00	0,00	0,00	3.366,30	376,64	0,00	3.973,27
18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	546,12	432,22	0,00	978,34
19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,20	0,00	0,00	30,20
19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	53.322,61	18.085,80	46.034,44	8.366,93	11.078,15	53.625,22	55.293,83	71.305,05	317.112,03
Reclutas	68,39	17.464,49	45.881,98	5.229,05	10.776,55	0,00	35.387,96	62.257,35	177.065,77
% Reclutas	0,13	96,56	99,67	62,50	97,28	0,00	64,00	87,31	55,84
C/sesgo oril					12.850,65	62.205,26			327.464,57

Tabla 48 Índices de Cobertura (IC) y Densidad (ID) de anchoveta. Crucero RECLAN 0111

Subzona	IC (%)	ID (t/mn ²)
1	63.78	364,4
2	39.11	258,8
3	42.89	171,9
4	38.82	111,0
5	22.46	199,6
6	23.44	128,0
7	53.78	338,3
8	36.96	370,6
Total	36.60	244,7

Tabla 49. Varianza de la abundancia de anchoveta por tallas y subzona según método conglomerados.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					1,969E+14				1,969E+14
6,0									
6,5					1,752E+16				1,752E+16
7,0		1,819E+17	4,680E+14		5,347E+16		5,073E+16		2,865E+17
7,5		1,542E+18	1,085E+16		3,067E+16		7,200E+16	1,218E+17	1,778E+18
8,0	4,442E+11	9,486E+17	1,893E+16	3,612E+13	3,983E+16		8,177E+16	1,270E+18	2,359E+18
8,5	5,699E+12	1,122E+17	2,361E+16	2,834E+13	7,211E+16		4,971E+16	8,403E+17	1,098E+18
9,0	1,146E+13	5,839E+15	9,681E+16	2,255E+13	9,638E+16		9,844E+16	6,849E+17	9,824E+17
9,5	1,632E+12	5,838E+14	3,353E+17	5,917E+13	2,688E+16		1,564E+17	8,387E+17	1,358E+18
10,0	3,608E+10	2,253E+10	5,186E+17	5,407E+14	7,474E+15		1,409E+17	7,981E+17	1,466E+18
10,5	2,968E+10	1,225E+10	3,206E+17	4,512E+14	2,641E+15		1,240E+17	1,277E+17	5,754E+17
11,0		2,885E+09	6,461E+16	4,915E+14	2,578E+14		5,941E+16	2,227E+16	1,470E+17
11,5		1,060E+14	7,279E+15	3,469E+15	1,539E+15		2,782E+16	7,143E+15	4,735E+16
12,0	1,456E+12	2,037E+09	2,648E+14	1,471E+16	3,835E+14		7,787E+15	4,450E+15	2,760E+16
12,5	5,405E+11		4,035E+13	6,827E+15	5,154E+13		3,193E+15	8,208E+14	1,093E+16
13,0				4,123E+14	8,445E+12		2,539E+15	1,071E+14	3,067E+15
13,5	1,563E+13			1,111E+13			1,508E+15	4,123E+13	1,576E+15
14,0	8,930E+13			4,431E+12	4,689E+12		6,315E+14	1,852E+15	2,582E+15
14,5	4,430E+15	9,550E+08		6,478E+11		4,986E+12	1,971E+14	5,922E+15	1,056E+16
15,0	3,988E+16	2,285E+10		5,657E+11	3,558E+12	1,322E+13	5,189E+13	1,539E+15	4,149E+16
15,5	5,612E+16	3,213E+13	1,308E+12	1,468E+12		1,814E+14	2,098E+14	3,675E+14	5,691E+16
16,0	5,948E+16	7,284E+13	1,237E+10	5,250E+11	2,748E+12	4,691E+15	1,665E+15	1,300E+14	6,604E+16
16,5	5,373E+16	2,504E+13	1,093E+10	1,231E+12		2,383E+16	2,818E+15	7,190E+12	8,041E+16
17,0	1,074E+16	1,203E+10		4,119E+11		3,534E+16	4,079E+15		5,016E+16
17,5	2,027E+14	6,235E+09				6,424E+15	9,982E+14	2,616E+12	7,628E+15
18,0	2,846E+13					8,338E+14	2,519E+13		8,874E+14
18,5						2,933E+13	2,725E+13		5,658E+13
19,0						3,989E+11			3,989E+11
19,5									
20,0									
Total	2,247E+17	2,792E+18	1,397E+18	2,707E+16	3,494E+17	7,135E+16	8,869E+17	4,726E+18	1,047E+19
Reclutas	2,075E+13	2,791E+18	1,397E+18	1,981E+16	3,493E+17	0,000E+00	8,690E+17	4,715E+18	1,014E+19
C.V.	0,2530	0,2957	0,1681	0,2593	0,2339	0,1692	0,1363	0,1762	0,0840

Tabla 50. Varianza de la abundancia de anchoveta por tallas y subzona según método estratos agrupados

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					2,039E+14				2,039E+14
6,0									
6,5					9,589E+15				9,589E+15
7,0		7,557E+16	2,978E+14		2,760E+16		2,935E+16		1,328E+17
7,5		5,600E+17	6,087E+15		1,600E+16		3,891E+16	7,732E+16	6,983E+17
8,0	4,655E+11	3,463E+17	1,023E+16	2,224E+13	2,053E+16		4,217E+16	6,875E+17	1,107E+18
8,5	2,286E+12	4,316E+16	1,264E+16	1,745E+13	3,650E+16		2,569E+16	4,568E+17	5,748E+17
9,0	2,982E+12	2,814E+15	5,096E+16	1,388E+13	4,833E+16		4,917E+16	3,712E+17	5,225E+17
9,5	9,175E+11	4,988E+14	1,747E+17	2,506E+13	1,374E+16		7,614E+16	4,473E+17	7,124E+17
10,0	4,791E+10	2,746E+10	2,709E+17	1,177E+14	3,947E+15		6,832E+16	4,224E+17	7,657E+17
10,5	3,941E+10	1,522E+10	1,682E+17	1,001E+14	1,446E+15		6,002E+16	7,154E+16	3,013E+17
11,0		3,637E+09	3,491E+16	1,062E+14	1,688E+14		2,904E+16	1,316E+16	7,739E+16
11,5		1,060E+14	4,292E+15	5,404E+14	8,489E+14		1,387E+16	4,481E+15	2,414E+16
12,0	1,608E+12	2,567E+09	2,035E+14	2,018E+15	2,312E+14		4,084E+15	2,871E+15	9,409E+15
12,5	6,784E+11		3,627E+13	9,734E+14	3,881E+13		1,831E+15	4,751E+14	3,355E+15
13,0				8,187E+13	8,215E+12		1,499E+15	7,333E+13	1,662E+15
13,5	1,238E+13			5,444E+12			9,288E+14	3,127E+13	9,779E+14
14,0	7,943E+13			2,955E+12	4,858E+12		4,297E+14	1,374E+15	1,891E+15
14,5	1,034E+15	1,204E+09		6,319E+11		4,895E+12	1,572E+14	3,838E+15	5,035E+15
15,0	6,433E+15	2,887E+10		5,518E+11	3,686E+12	1,161E+13	4,726E+13	1,061E+15	7,558E+15
15,5	8,758E+15	3,215E+13	1,326E+12	1,143E+12		1,122E+14	1,543E+14	2,701E+14	9,330E+15
16,0	9,292E+15	6,220E+13	1,361E+10	5,376E+11	2,847E+12	2,474E+15	9,430E+14	1,235E+14	1,290E+16
16,5	8,507E+15	2,505E+13	1,203E+10	9,874E+11		1,230E+16	1,501E+15	6,250E+12	2,234E+16
17,0	2,158E+15	1,520E+10		4,218E+11		1,825E+16	2,063E+15		2,247E+16
17,5	1,114E+14	7,886E+09				3,418E+15	5,295E+14	2,412E+12	4,062E+15
18,0	2,799E+13					4,773E+14	1,662E+13		5,219E+14
18,5						2,210E+13	1,763E+13		3,973E+13
19,0						4,005E+11			4,005E+11
19,5									
20,0									
Total	3,642E+16	1,029E+18	7,335E+17	4,029E+15	1,792E+17	3,706E+16	4,469E+17	2,562E+18	5,028E+18
Reclutas	8,347E+12	1,029E+18	7,334E+17	2,961E+15	1,791E+17	0,000E+00	4,368E+17	2,555E+18	4,935E+18
C.V.	0,1019	0,1795	0,1218	0,1000	0,1675	0,1220	0,0967	0,1297	0,0582

Tabla 51. Varianza de la abundancia de anchoveta por tallas y subzona según método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					2,1331E+14				2,133E+14
6,0									
6,5					8,6528E+15				8,653E+15
7,0		6,6622E+16	3,1497E+14		2,4394E+16		2,9744E+16		1,211E+17
7,5		4,7651E+17	6,4533E+15		1,4194E+16		3,9348E+16	7,8637E+16	6,151E+17
8,0	4,8167E+11	2,9514E+17	1,0855E+16	2,3407E+13	1,8143E+16		4,2571E+16	6,8820E+17	1,055E+18
8,5	2,3044E+12	3,7307E+16	1,3410E+16	1,8367E+13	3,2030E+16		2,5933E+16	4,5749E+17	5,662E+17
9,0	2,9351E+12	2,5633E+15	5,4106E+16	1,4613E+13	4,2270E+16		4,9566E+16	3,7161E+17	5,201E+17
9,5	9,3616E+11	4,9435E+14	1,8555E+17	2,6482E+13	1,2098E+16		7,6686E+16	4,4702E+17	7,219E+17
10,0	4,9739E+10	2,8070E+10	2,8768E+17	1,2591E+14	3,5178E+15		6,8796E+16	4,2181E+17	7,819E+17
10,5	4,0920E+10	1,5573E+10	1,7860E+17	1,0707E+14	1,3051E+15		6,0430E+16	7,1870E+16	3,123E+17
11,0		3,7255E+09	3,7046E+16	1,1365E+14	1,6073E+14		2,9255E+16	1,3298E+16	7,987E+16
11,5		1,0667E+14	4,5464E+15	5,8383E+14	7,6806E+14		1,3987E+16	4,5524E+15	2,454E+16
12,0	1,6655E+12	2,6303E+09	2,1450E+14	2,1899E+15	2,1514E+14		4,1245E+15	2,9244E+15	9,670E+15
12,5	7,0378E+11		3,8151E+13	1,0551E+15	3,8246E+13		1,8553E+15	4,7891E+14	3,466E+15
13,0				8,7797E+13	8,5062E+12		1,5201E+15	7,5072E+13	1,691E+15
13,5	1,2748E+13			5,7427E+12			9,4330E+14	3,2271E+13	9,941E+14
14,0	8,1956E+13			3,1077E+12	5,0806E+12		4,3769E+14	1,4154E+15	1,943E+15
14,5	1,0093E+15	1,2331E+09		6,6287E+11		4,9470E+12	1,6080E+14	3,9110E+15	5,087E+15
15,0	6,0671E+15	2,9587E+10		5,7882E+11	3,8551E+12	1,1661E+13	4,8482E+13	1,0874E+15	7,219E+15
15,5	8,2283E+15	3,2347E+13	1,3923E+12	1,2012E+12		1,1012E+14	1,5750E+14	2,7809E+14	8,809E+15
16,0	8,7312E+15	6,1637E+13	1,4282E+10	5,6381E+11	2,9776E+12	2,3931E+15	9,5505E+14	1,2940E+14	1,227E+16
16,5	8,0054E+15	2,5200E+13	1,2621E+10	1,0371E+12		1,1874E+16	1,5168E+15	6,5131E+12	2,143E+16
17,0	2,0814E+15	1,5576E+10		4,4236E+11		1,7616E+16	2,0805E+15		2,178E+16
17,5	1,1357E+14	8,0811E+09				3,3102E+15	5,3502E+14	2,5233E+12	3,961E+15
18,0	2,8931E+13					4,6532E+14	1,6915E+13		5,112E+14
18,5						2,2001E+13	1,7932E+13		3,993E+13
19,0						4,0523E+11			4,052E+11
19,5									
20,0									
Total	3,437E+16	8,789E+17	7,788E+17	4,359E+15	1,580E+17	3,581E+16	4,507E+17	2,565E+18	4,906E+18
Reclutas	8,414E+12	8,787E+17	7,788E+17	3,203E+15	1,580E+17	0,000E+00	4,404E+17	2,557E+18	4,817E+18
C.V.	0,0973	0,1654	0,1224	0,1016	0,1542	0,1192	0,0958	0,1266	0,0564

Tabla 52. Varianza de la abundancia de anchoveta por tallas y subzona según método Geoestadístico.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					2,1722E+14				2,1722E+14
6,0									
6,5					5,8888E+15				5,8888E+15
7,0		2,1049E+16	1,9003E+14		1,5349E+16		1,4915E+16		5,1503E+16
7,5		5,3357E+16	2,9468E+15		9,0680E+15		1,6710E+16	3,9334E+16	1,2142E+17
8,0	4,8456E+11	3,5726E+16	4,4486E+15	2,9553E+13	1,1398E+16		1,5683E+16	1,8059E+17	2,4787E+17
8,5	2,0413E+12	7,6057E+15	5,3275E+15	2,3190E+13	1,9568E+16		9,6198E+15	1,2312E+17	1,6526E+17
9,0	2,2747E+12	1,2761E+15	2,0339E+16	1,8451E+13	2,5452E+16		1,6259E+16	9,8124E+16	1,6147E+17
9,5	8,8220E+11	4,6445E+14	6,7235E+16	3,1885E+13	7,5002E+15		2,2643E+16	1,0613E+17	2,0401E+17
10,0	5,0796E+10	3,0649E+10	1,0524E+17	1,2964E+14	2,2860E+15		1,9921E+16	9,4766E+16	2,2234E+17
10,5	4,1790E+10	1,7105E+10	6,6369E+16	1,1098E+14	8,8860E+14		1,7352E+16	2,2776E+16	1,0750E+17
11,0		4,1098E+09	1,5179E+16	1,1673E+14	1,3013E+14		8,7928E+15	5,3021E+15	2,9521E+16
11,5		1,0825E+14	2,3510E+15	5,1970E+14	5,2754E+14		4,5650E+15	2,2012E+15	1,0273E+16
12,0	1,6817E+12	2,9016E+09	1,6989E+14	1,8053E+15	1,6238E+14		1,6031E+15	1,5251E+15	5,2675E+15
12,5	7,1642E+11		3,5270E+13	8,9193E+14	3,3967E+13		9,1256E+14	1,7599E+14	2,0504E+15
13,0				8,7413E+13	8,4801E+12		7,9553E+14	4,4860E+13	9,3628E+14
13,5	1,2524E+13			7,0601E+12			5,3552E+14	2,3145E+13	5,7825E+14
14,0	8,1384E+13			3,9545E+12	5,1738E+12		2,9054E+14	9,8001E+14	1,3611E+15
14,5	7,4409E+14	1,3602E+09		8,6868E+11		4,9001E+12	1,2831E+14	2,0630E+15	2,9411E+15
15,0	3,4463E+15	3,2666E+10		7,5854E+11	3,9257E+12	1,1267E+13	4,3348E+13	6,5996E+14	4,1655E+15
15,5	4,5164E+15	3,2835E+13	1,4109E+12	1,5492E+12		9,5507E+13	1,1530E+14	1,8960E+14	4,9526E+15
16,0	4,7979E+15	5,7888E+13	1,5253E+10	7,4106E+11	3,0322E+12	1,9310E+15	4,5684E+14	1,2105E+14	7,3685E+15
16,5	4,4613E+15	2,5576E+13	1,3479E+10	1,3407E+12		9,4734E+15	6,1812E+14	5,5764E+12	1,4585E+16
17,0	1,4101E+15	1,7198E+10		5,8143E+11		1,4059E+16	7,1555E+14		1,6185E+16
17,5	1,0666E+14	8,9241E+09				2,6834E+15	2,1531E+14	2,2963E+12	3,0076E+15
18,0	2,8967E+13					3,9056E+14	1,0742E+13		4,3027E+14
18,5						2,0413E+13	1,1050E+13		3,1464E+13
19,0						4,0322E+11			4,0322E+11
19,5									
20,0									
Total	1,961E+16	1,197E+17	2,898E+17	3,782E+15	9,849E+16	2,867E+16	1,529E+17	6,781E+17	1,391E+18
Reclutas	7,457E+12	1,196E+17	2,898E+17	2,785E+15	9,844E+16	0,000E+00	1,481E+17	6,739E+17	1,333E+18
C.V.	0,0734	0,0606	0,0745	0,0826	0,1214	0,1070	0,0571	0,0658	0,0302

Tabla 53. Varianza de la biomasa de anchoveta por tallas y subzona según método conglomerados.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					1,361E+01				1,361E+01
6,0									
6,5					2,451E+04				2,451E+04
7,0		8,695E+05	1,931E+03		1,182E+05		2,403E+05		1,230E+06
7,5		1,139E+07	2,555E+04		1,389E+05		5,053E+05	8,996E+05	1,296E+07
8,0	4,943E+00	1,051E+07	1,356E+05	3,961E+02	3,031E+05		9,037E+05	1,393E+07	2,578E+07
8,5	9,252E+01	1,752E+06	2,996E+05	4,577E+02	8,624E+05		7,945E+05	1,357E+07	1,728E+07
9,0	2,655E+02	1,342E+05	1,778E+06	5,171E+02	1,762E+06		2,253E+06	1,575E+07	2,167E+07
9,5	5,296E+01	1,753E+04	9,026E+06	1,916E+03	7,107E+05		5,026E+06	2,705E+07	4,184E+07
10,0	1,612E+00	1,006E+00	2,032E+07	2,395E+04	2,829E+05		6,243E+06	3,546E+07	6,233E+07
10,5	1,797E+00	7,412E-01	1,627E+07	2,715E+04	1,377E+05		7,451E+06	7,678E+06	3,157E+07
11,0		2,333E-01	4,711E+06	3,952E+04	1,848E+04		4,785E+06	1,794E+06	1,135E+07
11,5		1,110E+04	7,763E+05	3,685E+05	1,466E+05		2,956E+06	7,574E+05	5,016E+06
12,0	2,024E+02	2,832E-01	3,654E+04	2,037E+06	4,871E+04		1,079E+06	6,156E+05	3,818E+06
12,5	9,689E+01		7,203E+03	1,219E+06	8,610E+03		5,708E+05	1,467E+05	1,953E+06
13,0				9,402E+04	1,770E+03		5,782E+05	2,446E+04	6,985E+05
13,5	4,523E+03			3,182E+03			4,344E+05	1,183E+04	4,539E+05
14,0	3,239E+04			1,602E+03	1,613E+03		2,287E+05	6,630E+05	9,273E+05
14,5	2,000E+06	4,314E-01		2,926E+02		2,249E+03	8,878E+04	2,664E+06	4,755E+06
15,0	2,223E+07	1,261E+01		3,156E+02	1,898E+03	7,310E+03	2,872E+04	8,560E+05	2,313E+07
15,5	3,837E+07	2,143E+04	8,948E+02	9,963E+02		1,234E+05	1,398E+05	2,506E+05	3,890E+07
16,0	4,936E+07	6,043E+04	1,032E+01	4,378E+02	2,228E+03	3,895E+06	1,378E+06	1,073E+05	5,480E+07
16,5	5,411E+07	2,523E+04	1,104E+01	1,243E+03		2,396E+07	2,829E+06	7,250E+03	8,093E+07
17,0	1,301E+07	1,463E+01		5,011E+02		4,279E+07	4,944E+06		6,075E+07
17,5	2,953E+05	9,086E+00				9,326E+06	1,448E+06	3,795E+03	1,107E+07
18,0	4,941E+04					1,440E+06	4,368E+04		1,533E+06
18,5						6,017E+04	5,606E+04		1,162E+05
19,0						9,699E+02			9,699E+02
19,5									
20,0									
Total	1,795E+08	2,480E+07	5,339E+07	3,821E+06	4,570E+06	8,160E+07	4,500E+07	1,222E+08	5,149E+08
Reclutas	6,218E+02	2,469E+07	5,338E+07	2,500E+06	4,554E+06	0,000E+00	3,224E+07	1,175E+08	2,349E+08
C.V.	0,2558	0,2782	0,1630	0,2741	0,1974	0,1689	0,1202	0,1572	0,0726

Tabla 54. Varianza de la biomasa de anchoveta por tallas y subzona según método estratos agrupados

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					1,410E+01				1,410E+01
6,0									
6,5					1,342E+04				1,342E+04
7,0		3,613E+05	1,229E+03		6,098E+04		1,390E+05		5,625E+05
7,5		4,137E+06	1,433E+04		7,248E+04		2,731E+05	5,713E+05	5,068E+06
8,0	5,181E+00	3,839E+06	7,328E+04	2,439E+02	1,563E+05		4,661E+05	7,541E+06	1,208E+07
8,5	3,712E+01	6,736E+05	1,603E+05	2,818E+02	4,365E+05		4,106E+05	7,379E+06	9,060E+06
9,0	6,911E+01	6,467E+04	9,358E+05	3,184E+02	8,834E+05		1,125E+06	8,535E+06	1,154E+07
9,5	2,978E+01	1,498E+04	4,703E+06	8,116E+02	3,631E+05		2,447E+06	1,443E+07	2,196E+07
10,0	2,140E+00	1,227E+00	1,061E+07	5,213E+03	1,494E+05		3,027E+06	1,877E+07	3,256E+07
10,5	2,385E+00	9,209E-01	8,538E+06	6,026E+03	7,541E+04		3,606E+06	4,301E+06	1,653E+07
11,0		2,941E-01	2,545E+06	8,539E+03	1,210E+04		2,339E+06	1,061E+06	5,966E+06
11,5		1,110E+04	4,578E+05	5,741E+04	8,086E+04		1,474E+06	4,752E+05	2,557E+06
12,0	2,236E+02	3,569E-01	2,808E+04	2,793E+05	2,937E+04		5,660E+05	3,972E+05	1,300E+06
12,5	1,216E+02		6,474E+03	1,738E+05	6,483E+03		3,273E+05	8,489E+04	5,991E+05
13,0				1,867E+04	1,721E+03		3,414E+05	1,674E+04	3,785E+05
13,5	3,585E+03			1,559E+03			2,676E+05	8,973E+03	2,817E+05
14,0	2,881E+04			1,068E+03	1,671E+03		1,556E+05	4,918E+05	6,789E+05
14,5	4,666E+05	5,437E-01		2,854E+02		2,208E+03	7,080E+04	1,727E+06	2,266E+06
15,0	3,586E+06	1,593E+01		3,078E+02	1,966E+03	6,416E+03	2,616E+04	5,905E+05	4,211E+06
15,5	5,988E+06	2,144E+04	9,072E+02	7,759E+02		7,635E+04	1,028E+05	1,842E+05	6,374E+06
16,0	7,711E+06	5,160E+04	1,135E+01	4,483E+02	2,308E+03	2,054E+06	7,805E+05	1,019E+05	1,070E+07
16,5	8,567E+06	2,524E+04	1,215E+01	9,973E+02		1,236E+07	1,507E+06	6,302E+03	2,247E+07
17,0	2,615E+06	1,849E+01		5,131E+02		2,209E+07	2,500E+06		2,721E+07
17,5	1,623E+05	1,149E+01				4,962E+06	7,683E+05	3,499E+03	5,896E+06
18,0	4,860E+04					8,242E+05	2,882E+04		9,016E+05
18,5						4,534E+04	3,627E+04		8,161E+04
19,0						9,739E+02			9,739E+02
19,5									
20,0									
Total	2,918E+07	9,199E+06	2,808E+07	5,566E+05	2,347E+06	4,243E+07	2,279E+07	6,667E+07	2,012E+08
Reclutas	3,693E+02	9,101E+06	2,807E+07	3,582E+05	2,333E+06	0,000E+00	1,587E+07	6,346E+07	1,192E+08
C.V.	0,1031	0,1695	0,1182	0,1046	0,1415	0,1218	0,0855	0,1161	0,0454

Tabla 55. Varianza de la biomasa de anchoveta por tallas y subzona según método Bootstrap.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					1,4746E+01				1,4746E+01
6,0									
6,5					1,2106E+04				1,2106E+04
7,0		3,1850E+05	1,2993E+03		5,3908E+04		1,4092E+05		5,1462E+05
7,5		3,5198E+06	1,5191E+04		6,4313E+04		2,7616E+05	5,8105E+05	4,4566E+06
8,0	5,3605E+00	3,2713E+06	7,7754E+04	2,5667E+02	1,3808E+05		4,7048E+05	7,5484E+06	1,1506E+07
8,5	3,7410E+01	5,8231E+05	1,7015E+05	2,9664E+02	3,8304E+05		4,1454E+05	7,3898E+06	8,9402E+06
9,0	6,8020E+01	5,8908E+04	9,9359E+05	3,3510E+02	7,7257E+05		1,1341E+06	8,5444E+06	1,1504E+07
9,5	3,0380E+01	1,4846E+04	4,9943E+06	8,5765E+02	3,1983E+05		2,4647E+06	1,4420E+07	2,2214E+07
10,0	2,2216E+00	1,2538E+00	1,1272E+07	5,5762E+03	1,3313E+05		3,0476E+06	1,8740E+07	3,3198E+07
10,5	2,4766E+00	9,4254E-01	9,0662E+06	6,4437E+03	6,8061E+04		3,6307E+06	4,3207E+06	1,7092E+07
11,0		3,0125E-01	2,7007E+06	9,1368E+03	1,1520E+04		2,3563E+06	1,0714E+06	6,1491E+06
11,5		1,1170E+04	4,8487E+05	6,2023E+04	7,3158E+04		1,4862E+06	4,8272E+05	2,6001E+06
12,0	2,3154E+02	3,6566E-01	2,9605E+04	3,0320E+05	2,7327E+04		5,7172E+05	4,0455E+05	1,3366E+06
12,5	1,2616E+02		6,8095E+03	1,8842E+05	6,3892E+03		3,3165E+05	8,5577E+04	6,1896E+05
13,0				2,0022E+04	1,7825E+03		3,4623E+05	1,7141E+04	3,8517E+05
13,5	3,6902E+03			1,6446E+03			2,7177E+05	9,2616E+03	2,8637E+05
14,0	2,9725E+04			1,1234E+03	1,7480E+03		1,5848E+05	5,0674E+05	6,9782E+05
14,5	4,5566E+05	5,5702E-01		2,9944E+02		2,2312E+03	7,2423E+04	1,7592E+06	2,2899E+06
15,0	3,3822E+06	1,6326E+01		3,2294E+02	2,0560E+03	6,4464E+03	2,6839E+04	6,0490E+05	4,0227E+06
15,5	5,6252E+06	2,1576E+04	9,5275E+02	8,1506E+02		7,4923E+04	1,0493E+05	1,8965E+05	6,0181E+06
16,0	7,2453E+06	5,1134E+04	1,1910E+01	4,7017E+02	2,4137E+03	1,9872E+06	7,9051E+05	1,0673E+05	1,0184E+07
16,5	8,0623E+06	2,5394E+04	1,2748E+01	1,0475E+03		1,1936E+07	1,5230E+06	6,5675E+03	2,1554E+07
17,0	2,5219E+06	1,8948E+01		5,3810E+02		2,1331E+07	2,5217E+06		2,6376E+07
17,5	1,6544E+05	1,1775E+01				4,8051E+06	7,7634E+05	3,6603E+03	5,7505E+06
18,0	5,0238E+04					8,0348E+05	2,9327E+04		8,8305E+05
18,5						4,5139E+04	3,6889E+04		8,2027E+04
19,0						9,8538E+02			9,8538E+02
19,5									
20,0									
Total	2,754E+07	7,875E+06	2,981E+07	6,028E+05	2,071E+06	4,099E+07	2,298E+07	6,679E+07	1,987E+08
Reclutas	3,774E+02	7,777E+06	2,981E+07	3,881E+05	2,057E+06	0,000E+00	1,599E+07	6,350E+07	1,195E+08
C.V.	0,0985	0,1563	0,1188	0,1063	0,1303	0,1190	0,0847	0,1134	0,0443

Tabla 56. Varianza de la biomasa de anchoveta por tallas y subzona según método Geoestadístico.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
5,0									
5,5					1,502E+01				1,5017E+01
6,0									
6,5					8,239E+03				8,2390E+03
7,0		1,006E+05	7,839E+02		3,392E+04		7,066E+04		2,0599E+05
7,5		3,941E+05	6,937E+03		4,109E+04		1,173E+05	2,906E+05	8,5007E+05
8,0	5,393E+00	3,960E+05	3,187E+04	3,241E+02	8,674E+04		1,733E+05	1,981E+06	2,6690E+06
8,5	3,314E+01	1,187E+05	6,759E+04	3,745E+02	2,340E+05		1,538E+05	1,989E+06	2,5632E+06
9,0	5,271E+01	2,933E+04	3,735E+05	4,231E+02	4,652E+05		3,720E+05	2,256E+06	3,4967E+06
9,5	2,863E+01	1,395E+04	1,810E+06	1,033E+03	1,983E+05		7,278E+05	3,424E+06	6,1744E+06
10,0	2,269E+00	1,369E+00	4,123E+06	5,742E+03	8,651E+04		8,825E+05	4,210E+06	9,3083E+06
10,5	2,529E+00	1,035E+00	3,369E+06	6,679E+03	4,634E+04		1,042E+06	1,369E+06	5,8338E+06
11,0		3,323E-01	1,107E+06	9,384E+03	9,327E+03		7,082E+05	4,272E+05	2,2607E+06
11,5		1,134E+04	2,507E+05	5,521E+04	5,025E+04		4,851E+05	2,334E+05	1,0860E+06
12,0	2,338E+02	4,034E-01	2,345E+04	2,499E+05	2,063E+04		2,222E+05	2,110E+05	7,2744E+05
12,5	1,284E+02		6,295E+03	1,593E+05	5,674E+03		1,631E+05	3,145E+04	3,6596E+05
13,0				1,993E+04	1,777E+03		1,812E+05	1,024E+04	2,1315E+05
13,5	3,626E+03			2,022E+03			1,543E+05	6,642E+03	1,6658E+05
14,0	2,952E+04			1,430E+03	1,780E+03		1,052E+05	3,509E+05	4,8878E+05
14,5	3,359E+05	6,145E-01		3,924E+02		2,210E+03	5,779E+04	9,280E+05	1,3243E+06
15,0	1,921E+06	1,802E+01		4,232E+02	2,094E+03	6,229E+03	2,400E+04	3,671E+05	2,3210E+06
15,5	3,088E+06	2,190E+04	9,655E+02	1,051E+03		6,498E+04	7,682E+04	1,293E+05	3,3827E+06
16,0	3,981E+06	4,802E+04	1,272E+01	6,180E+02	2,458E+03	1,603E+06	3,781E+05	9,984E+04	6,1139E+06
16,5	4,493E+06	2,577E+04	1,361E+01	1,354E+03		9,523E+06	6,206E+05	5,623E+03	1,4670E+07
17,0	1,709E+06	2,092E+01		7,073E+02		1,702E+07	8,673E+05		1,9601E+07
17,5	1,554E+05	1,300E+01				3,895E+06	3,124E+05	3,331E+03	4,3663E+06
18,0	5,030E+04					6,744E+05	1,862E+04		7,4333E+05
18,5						4,188E+04	2,273E+04		6,4613E+04
19,0						9,805E+02			9,8050E+02
19,5									
20,0									
Total	1,577E+07	1,160E+06	1,117E+07	5,163E+05	1,294E+06	3,284E+07	7,938E+06	1,832E+07	8,901E+07
Reclutas	3,585E+02	1,064E+06	1,116E+07	3,291E+05	1,281E+06	0,000E+00	4,955E+06	1,639E+07	3,518E+07
C.V.	0,0745	0,0595	0,0726	0,0859	0,1027	0,1069	0,0510	0,0600	0,0298

Tabla 57. Claves talla-edad de anchoveta en la zona norte. Crucero RECLAN 0111

GRUPOS DE EDAD																OTOLITOS RECIBIDOS											
TALLAS (cm)	ARICA					IQUIQUE					ANTOFAGASTA					ZONA_NORTE					long	ZONA			Total		
	Frec.	0	I	II	III IV	Frec.	0	I	II	III IV	Frec.	0	I	II	III IV	Frec.	0	I	II	III IV		1	2	3			
4,0																											
4,5																											
5,0																											
5,5						2	2									2	2										
6,0																											
6,5						8	8									8	8							20		20	
7,0	3	3				8	8									11	11						4	16		20	
7,5	11	11														11	11						20			20	
8,0	11	11														11	11						20			20	
8,5	12	12														12	12						20			20	
9,0	12	12														12	12						20			20	
9,5						12	12									12	12									20	
10,0	8	8				5	5									13	13									20	
10,5	11	11														11	11									20	
11,0	12	12														12	12									28	
11,5	7	7				8	8									15	15									12	
12,0						14	9	5								14	9	5								20	
12,5						15	6	9								15	6	9								21	
13,0	1		1			14	1	13								15	1	14					1	19		20	
13,5						6		6			9					15		15						6	15	21	
14,0						4		3	1		11		7	4		15		10	5				4	18		22	
14,5	2		2			1		1			12		10	2		15		13	2				3	1	19	23	
15,0	14		6	8		1		1								15		7	8				19	1		20	
15,5	15		7	8												15		7	8				20			20	
16,0	14		2	11	1	1			1							15		2	12	1			19	1		20	
16,5	13		1	10	2	2			2							15		1	12	2			18	2		20	
17,0	4			4		11			5	6						15			9	6			7	13		20	
17,5	1			1		9			6	3	5			2	2	1			9	5	1		1	19	6	26	
18,0						7				7	8			2	5	1			2	12	1		1	8	13	22	
18,5						1					14				11	3				11	4			1	20		21
19,0						1				1	1					1					2			1	1		2
TOTAL	151	87	19	42	3	130	59	38	15	16	2	60	26	10	18	6	341	146	83	67	37	8	Total	239	187	91	520
%	100,0	57,6	12,6	27,8	2,0	100,0	45,4	29,2	11,5	12,3	1,5	100,0	43,3	16,7	30,0	10,0	100,0	42,8	24,3	19,6	10,9	2,3					

Tabla 58. Varianzas de la clave talla-edad en la zona norte. Crucero RECLAN 0111

TALLA (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD (Criterio cumpleaños arbitrario 1º de enero)					
		O	I	II	III	IV	V
5,0							
5,5							
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	0,035321821	0,017661	0,017661				
12,5	0,034285714	0,017143	0,017143				
13,0	0,008888889	0,004444	0,004444				
13,5							
14,0	0,031746032		0,015873	0,015873			
14,5	0,016507937		0,008254	0,008254			
15,0	0,035555556		0,017778	0,017778			
15,5	0,035555556		0,017778	0,017778			
16,0	0,024126984		0,008254	0,011429	0,004444		
16,5	0,024126984		0,004444	0,011429	0,008254		
17,0							
17,5							
18,0	0,024126984			0,008254	0,011429	0,004444	
18,5	0,027936508				0,013968	0,013968	
19,0							
19,5							

TABLA 59. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la bundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método conglomerados (Hansen)

TALLAS (cm)	FRECUENCIAS (Millones)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas
4,0											
4,5											
5,0											
5,5	13	13	1,9687E+14								
6,0											
6,5	192	192	1,7517E+16								
7,0	1593	1.593	2,8654E+17								
7,5	4008	4.008	1,7775E+18								
8,0	5390	5.390	2,3589E+18								
8,5	3774	3.774	1,0980E+18								
9,0	3751	3.751	9,8238E+17								
9,5	4459	4.459	1,3579E+18								
10,0	4592	4.592	1,4657E+18								
10,5	2955	2.955	5,7542E+17								
11,0	1475	1.475	1,4704E+17								
11,5	873	873	4,7353E+16								
12,0	573	368	1,6715E+16	205	8,8293E+15						
12,5	328	131	3,4098E+15	197	5,5964E+15						
13,0	154	10	1,0477E+14	143	2,7625E+15						
13,5	94			94	1,5757E+15						
14,0	134			89	1,3910E+15	45	5,3034E+14				
14,5	281			243	8,4919E+15	37	7,5143E+14				
15,0	426			199	1,1523E+16	227	1,4289E+16				
15,5	501			234	1,5848E+16	267	1,9642E+16				
16,0	719			96	4,8907E+15	575	4,7412E+16	48	2,2948E+15		
16,5	964			64	4,1311E+15	771	6,1167E+16	129	8,4378E+15		
17,0	859					516	1,8056E+16	344	8,0251E+15		
17,5	319					192	2,7460E+15	106	8,4753E+14	21	3,39012E+13
18,0	95					13	8,3110E+13	76	6,6118E+14	6	4,02007E+13
18,5	22							16	3,6164E+13	6	9,75969E+12
19,0	1									1	3,98872E+11
19,5											
TOTAL	38.546	33.536		1.748		2.537		662		63	
%	100,00	87,00		4,54		6,58		1,72		0,16	
L.PR.(cm)	9,9	9,0		14,0		16,3		17,1		18,1	
VAR (Nº)	1,03848E+19	1,01347E+19		6,5039E+16		1,64677E+17		2,03026E+16		8,42605E+13	
CV (Nº)	0,08	0,09		0,16		0,15		0,20		0,27	

Tabla 60. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método estratos agrupados (Wolter).

TALLAS (cm)	FRECUENCIAS (Millones)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas
4,0											
4,5											
5,0											
5,5	13	13	2,0394E+14								
6,0											
6,5	192	192	9,5886E+15								
7,0	1593	1.593	1,3281E+17								
7,5	4008	4.008	6,9834E+17								
8,0	5390	5.390	1,1068E+18								
8,5	3774	3.774	5,7482E+17								
9,0	3751	3.751	5,2248E+17								
9,5	4459	4.459	7,1242E+17								
10,0	4592	4.592	7,6572E+17								
10,5	2955	2.955	3,0131E+17								
11,0	1475	1.475	7,7395E+16								
11,5	873	873	2,4143E+16								
12,0	573	368	9,5184E+15	205	6,8302E+15						
12,5	328	131	2,3272E+15	197	2,9983E+15						
13,0	154	10	1,0477E+14	143	1,5453E+15						
13,5	94			94	9,7790E+14						
14,0	134			89	1,0947E+15	45	4,6450E+14				
14,5	281			243	4,3909E+15	37	6,9885E+14				
15,0	426			199	4,7364E+15	227	5,2403E+15				
15,5	501			234	6,3313E+15	267	6,9533E+15				
16,0	719			96	4,3845E+15	575	1,4008E+16	48	2,2948E+15		
16,5	964			64	4,1311E+15	771	2,4664E+16	129	7,8848E+15		
17,0	859					516	8,0880E+15	344	3,5947E+15		
17,5	319					192	1,4622E+15	106	4,5130E+14	21	1,80521E+13
18,0	95					13	7,9629E+13	76	4,3144E+14	6	4,02007E+13
18,5	22							16	2,7338E+13	6	8,79684E+12
19,0	1									1	4,00508E+11
19,5											
TOTAL	38.546	33.536		1.748		2.537		662			
%	100,00	87,00		4,54		6,58		1,72		0,16	
L.PR.(cm)	9,9	9,0		14,0		16,3		17,1		18,1	
VAR (Nº)	5,05181E+18	4,93798E+18		3,74207E+16		6,16588E+16		1,46843E+16		6,74502E+13	
CV (Nº)	0,06	0,07		0,12		0,09		0,17		0,24	

Tabla 61. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Crucero RECLAN 0111. Método Bootstrap.

TALLAS (cm)	FRECUENCIAS (Millones)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas
4,0											
4,5											
5,0											
5,5	14	14	2,1331E+14								
6,0											
6,5	196	196	8,6528E+15								
7,0	1610	1.610	1,2107E+17								
7,5	4051	4.051	6,1514E+17								
8,0	5477	5.477	1,0549E+18								
8,5	3848	3.848	5,6619E+17								
9,0	3832	3.832	5,2013E+17								
9,5	4559	4.559	7,2187E+17								
10,0	4698	4.698	7,8192E+17								
10,5	3020	3.020	3,1231E+17								
11,0	1506	1.506	7,9874E+16								
11,5	891	891	2,4544E+16								
12,0	585	376	9,8670E+15	209	7,1041E+15						
12,5	335	134	2,4204E+15	201	3,1137E+15						
13,0	156	10	1,0849E+14	146	1,5744E+15						
13,5	96			96	9,9407E+14						
14,0	137			91	1,1291E+15	46	4,8136E+14				
14,5	287			248	4,4570E+15	38	7,2680E+14				
15,0	434			202	4,7860E+15	231	5,2673E+15				
15,5	509			238	6,3741E+15	272	6,9614E+15				
16,0	728			97	4,4934E+15	583	1,3775E+16	49	2,3566E+15		
16,5	975			65	4,2245E+15	780	2,4332E+16	130	8,0496E+15		
17,0	867					520	7,8403E+15	347	3,4846E+15		
17,5	322					193	1,4261E+15	107	4,4014E+14	21	1,76058E+13
18,0	96					13	8,0602E+13	77	4,2616E+14	6	4,07799E+13
18,5	22							16	2,7567E+13	6	8,93118E+12
19,0	1									1	4,05226E+11
19,5											
TOTAL	39.250	34.222		1.593		2.675		668		63	
%	100,00	87,19		4,06		6,82		1,70		0,16	
L.PR.(cm)	9,9	9,0		14,1		16,3		17,1		18,1	
VAR (Nº)	4,93325E+18	4,81926E+18		3,82505E+16		6,0891E+16		1,47846E+16		6,77221E+13	
CV (Nº)	0,06	0,06		0,12		0,09		0,17		0,24	

Tabla 62. Composición en número y sus varianzas por grupo de edad en la abundancia de anchoveta. Método variables regionalizadas. Crucero RECLAN 0111.

TALLAS (cm)	FRECUENCIAS (Millones)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas	Número	Varianzas
4,0											
4,5											
5,0											
5,5	17	17	3,2046E+14								
6,0											
6,5	237	237	3,7973E+15								
7,0	1255	1.255	2,4598E+16								
7,5	2692	2.692	5,7127E+16								
8,0	3515	3.515	1,1564E+17								
8,5	2601	2.601	7,4747E+16								
9,0	2721	2.721	7,8957E+16								
9,5	3135	3.135	1,2133E+17								
10,0	3206	3.206	1,4313E+17								
10,5	2155	2.155	7,4304E+16								
11,0	1089	1.089	1,9784E+16								
11,5	700	700	6,3905E+15								
12,0	513	330	6,0059E+15	183	5,0205E+15						
12,5	303	121	1,7879E+15	182	2,0896E+15						
13,0	129	9	7,3527E+13	120	6,0143E+14						
13,5	72			72	3,5637E+14						
14,0	91			61	3,8282E+14	30	1,8832E+14				
14,5	205			178	1,4139E+15	27	3,5991E+14				
15,0	369			172	3,0590E+15	197	3,2702E+15				
15,5	454			212	4,4723E+15	242	4,7420E+15				
16,0	685			91	3,9368E+15	548	9,2386E+15	46	2,0883E+15		
16,5	966			64	4,1470E+15	773	1,8597E+16	129	7,8218E+15		
17,0	888					533	5,1183E+15	355	2,2748E+15		
17,5	332					199	9,7468E+14	111	3,0083E+14	22	1,20331E+13
18,0	103					14	9,1904E+13	83	3,8367E+14	7	4,73499E+13
18,5	21							15	2,2080E+13	6	7,82658E+12
19,0	1									1	5,1552E+11
19,5											
TOTAL	28.453	23.741		1.491		2.474		682		66	
%	100,00	83,44		5,24		8,70		2,40		0,23	
L.PR.(cm)	10,2	9,1		14,0		16,4		17,1		18,1	
VAR (Nº)	8,09015E+17	7,27995E+17		2,54797E+16		4,25807E+16		1,28914E+16		6,77252E+13	
CV (Nº)	0,03	0,04		0,12		0,08		0,15		0,23	

Tabla 63. Resultados del test de comparación aplicado para establecer la existencia de diferencias significativas entre las claves edad-talla de anchoveta de Arica e Iquique.

ZONAS	GRUPOS DE EDAD	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR DE X^2		RESULTADO
			CRITICO	CALCULADO	
ARICA V/S IQUIQUE	0	15	25,0	107.5	ACEPTA(*)
	I	9	16.9	46,0	ACEPTA(*)
	II	6	12.6	27.8	ACEPTA(*)
ARICA V/S Z. TOTAL	0	14	23.7	33.2	ACEPTA(*)
	I	9	16.9	30.1	ACEPTA(*)
	II	8	15.5	12.5	RECHAZA
IQUIQUE V/S Z. TOTAL	0	14	23.7	46.4	ACEPTA(*)
	I	9	16.9	18.2	ACEPTA(*)
	II	8	15.5	13.2	RECHAZA

(*) Acepta o rechaza Hipótesis de Igualdad de ambas distribuciones

Tabla 64. Índice de Ocupación (IOC) de toda la zona, por categorías de densidad para el total de anchoveta y reclutas, determinada desde el SIG.

Reclutas de anchoveta		
Categorías	Número de pixeles	IOC (%)
1	1334	29,2
2	286	6,3
3	210	4,6
4	90	2,0
Total	1920	42,1
TOTAL Anchoveta		
1	1810	42,0
2	368	8,1
3	310	6,8
4	156	3,4
Total	2753	60,3

Tabla 65. Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y clorofila "a" integrada hasta 25 m. Crucero RECLAN 0111.

	V de Cramer	
	Sa total Anchoveta	Sa reclutas Anchoveta
Tem. sup.	0.506	0.509
Tem. 11 m.	0.520	0.523
Sal. sup.	0.521	0.535
Sal. 11 m.	0.535	0.543
Clor. Int. 25 m.	0.518	0.507

Tabla 66. Coeficientes de Cramer resultante de la tabulación cruzada entre las imágenes de distribución de reclutas y total de anchoveta y las variables oceanográficas temperatura y salinidad superficial y 11 m. y clorofila "a" integrada hasta 25 m., por zonas. Crucero RECLAN 0111.

		V de Cramer				V de Cramer	
Zona	Variable	Sa total anchoveta	Sa reclutas anchoveta	Zona	Variable	Sa total anchoveta	Sa reclutas anchoveta
1	Tem. sup.	0.615	0.812	5	Tem. sup.	0.510	0.509
	Tem. 11 m.	0.616	0.704		Tem. 11 m.	0.585	0.584
	Sal. sup.	0.726	0.704		Sal. sup.	0.709	0.709
	Sal 11 m.	0.730	0.707		Sal 11 m.	0.728	0.727
	Clor. Int 25m	0.634	0.722		Clor. Int 25m	0.542	0.542
2	Tem. sup.	0.525	0.525	6	Tem. sup.	0.516	0.710
	Tem. 11 m.	0.609	0.609		Tem. 11 m.	0.519	0.709
	Sal. sup.	0.721	0.719		Sal. sup.	0.504	0.713
	Sal 11 m.	0.588	0.587		Sal 11 m.	0.520	0.711
	Clor. Int 25m	0.578	0.571		Clor. Int 25m	0.532	0.715
3	Tem. sup.	0.536	0.535	7	Tem. sup.	0.548	0.538
	Tem. 11 m.	0.529	0.529		Tem. 11 m.	0.557	0.567
	Sal. sup.	0.540	0.540		Sal. sup.	0.620	0.616
	Sal 11 m.	0.507	0.506		Sal 11 m.	0.601	0.601
	Clor. Int 25m	0.532	0.531		Clor. Int 25m	0.718	0.716
4	Tem. sup.	0.590	0.585	8	Tem. sup.	0.557	0.553
	Tem. 11 m.	0.596	0.591		Tem. 11 m.	0.626	0.619
	Sal. sup.	0.720	0.716		Sal. sup.	0.631	0.629
	Sal 11 m.	0.667	0.644		Sal 11 m.	0.677	0.680
	Clor. Int 25m	0.677	0.649		Clor. Int 25m	0.669	0.674

Tabla 67. Area de cobertura (mn²), de reclutas y adultos de anchoveta por crucero.

	Cruceros						
	9601	9611	9801	9811	0001	0012	0111
Reclutas	203	500	126	923	0	5	375
Adultos	2172	912	256	6	1841	569	2310
Mixto	2125	2074	3189	2913	377	3875	1374
Total	4500	3485	3571	3841	2218	4448	4058

Tabla 68 Posición de inicio y término de las transectas realizadas por la L/P Choné

Trans N°	UBMs	Inicio		Término	
		Latitud (S)	Longitud (O)	Latitud (S)	Longitud (O)
1	10	2153.62	7010.82	2152.54	7015.72
2	9	2150.02	7013.90	2149.3	7009.38
3	10	2145.22	7009.93	2144.77	7015.16
4	12	2140.24	7014.90	2138.59	7009.04
5	10	2201.62	7012.10	2200.77	7017.3
6	11	2155.12	7017.37	2154.09	7011.59
7	14	2134.78	7011.87	2135.36	7005.98
8	13	2130.22	7010.81	2133.22	7007.43
9	15	2117.99	7004.36	2119.18	7010.61
10	12	2125.11	7011.27	2124.52	7004.99
11	13	2110.03	7007.41	2110.31	7014.39
12	17	2115.36	7014.26	2115.45	7005.5
13	10	2104.88	7008.52	2105.1	7013.86
14	6	2059.84	7012.57	2059.05	7009.86
15	8	2049.55	7011.66	2049.89	7015.84
16	11	2055.01	7015.82	2054.96	7010.04
101	6	2152.50	7015.84	2150.12	7013.98
102	27	2149.31	7008.99	2145.22	7009.92
103	9	2144.76	7015.18	2140.28	7014.9
104	3	2138.54	7009.04	2137.85	7008.16
105	11	2200.61	7017.82	2155.13	7017.38
106	42	2154.05	7011.56	2134.97	7011.88
107	7	2135.37	7005.98	2137.81	7008.24
108	41	2134.48	7006.01	2117.99	7004.35
109	12	2119.07	7011.14	2125.11	7011.28
110	15	2124.51	7004.99	2118.91	7004.53
111	10	2110.31	7014.43	2115.34	7014.26
112	16	2115.59	7005.42	2121.98	7005.93
113	11	2105.08	7013.86	2059.85	7012.58
114	6	2059.04	7009.85	2056.77	7008
115	10	2049.89	7015.87	2054.92	7015.84
116	71	2054.96	7009.97	2022.15	7011.93
204	59	2137.73	7008.62	2201.61	7012.1
206	18	2127.02	7004.10	2134.79	7006.24
207	29	2137.80	7008.28	2126.72	7003.85
208	13	2134.79	7006.24	2130.27	7010.76
209	13	2119.01	7004.76	2118.51	7005.23
210	27	2118.49	7005.24	2110	7007.42
212	39	2122.10	7005.80	2105.22	7008.07
214	17	2056.51	7007.97	2049.6	7011.62

Tabla 69 Análisis de varianza entre las lecturas acústicas promedio de la lancha Choné y Abate Molina en la zona de prospección común

Grupos	n	Suma	Promedio	Varianza
Choné	8	3617.60	452.20	108706.333
Abate Molina	8	3814.55	476.81	76805.9425

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F	Probabilidad	F
Entre grupos	2424.27	1	2424.27	0.026136	0.873878	4.6
Dentro de los grupos	1298585.93	14	92756.14			
Total	1301010.20	15				

Tabla 70. Resumen de operación de pesca por zarpe, realizado a bordo de la lancha Choné durante el período del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoveta en la I y II regiones año 2001.

Zarpe	Zarpe		Recalada		Lance	Zona de pesca	Posición		Captura (kg)	
	Fecha	Hora	Fecha	Hora			Latitud	Longitud	Anchoveta	Total
1	13.12.2001	17:00	15.12.2001	10:00	1	Playa Chipana	21° 20,0'	70° 06,0'	0	0
2	17.12.2001	12:00	19.12.2001	18:30	1	Playa Chipana	21° 20,0'	70° 06,0'	0	7000
					2				2000	2000
3	20.12.2001	22:45	21.12.2001	06:30	1	Caleta Buena	19° 55,0'	70° 10,0'	0	0
Total capturado de anchoveta									2000	
Total captura									9000	

Tabla 71. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

	Max	Min	Promedio	Desvest	Nº obs
Prof. Card (m)	49,7	3,7	8,5	4,7	1.933
Prof. Fondo (m)	818,5	15,8	134,7	106,1	1.933
Largo (m)	3.051,6	1,5	24,4	90,1	1.933
Alto (m)	49,8	1,3	3,8	2,6	1.933
Perímetro (m)	6.102,0	6,3	64,7	197,9	1.933
Area (m ²)	8.721,5	2,0	76,8	292,1	1.933
Dimensión Fractal	2,00	1,00	1,31	0,15	1.933
Elongación	539,7	0,4	5,6	15,2	1.933
Índice altura	98,9	4,8	91,8	7,6	1.933

Tabla 72. Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.

	P.Card	Fondo	Largo	Alto	Perim	Area	Dfractal	Elon	IndAlt
Prof. Card	1	0,293	0,01	0,358	0,029	0,073	-0,053	-0,013	-0,671
Prof. Fondo		1	-0,02	0,029	-0,029	-0,030	0,021	-0,013	0,320
Largo			1	0,209	0,987	0,953	0,181	0,974	-0,047
Alto				1	0,282	0,386	-0,092	0,075	-0,248
Perímetro					1	0,968	0,202	0,936	-0,058
Area						1	0,139	0,885	-0,090
Dim. Fractal							1	0,220	0,044
Elongación								1	-0,028
Índice altura									1

Tabla 73. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.

	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
valor propio	3,986	1,876	1,222	0,990	0,727	0,112	0,063	0,021	0,003
% variabilidad	44,289	20,848	13,576	11,004	8,080	1,240	0,695	0,238	0,030
% acumulado	44,289	65,137	78,713	89,717	97,797	99,037	99,732	99,970	100

Tabla 77. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.

	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
valor propio	3,733	1,738	1,333	0,884	0,636	0,391	0,207	0,057	0,021
% variabilidad	41,475	19,307	14,806	9,826	7,070	4,350	2,300	0,628	0,239
% acumulado	41,475	60,782	75,587	85,413	92,483	96,833	99,133	99,761	100

Tabla 78. Vectores propios de la matriz de variables originales y componentes principales, agregaciones nocturnas.

Variable	Com. 1	Com. 2	Com. 3	Com. 4	Com. 5	Com. 6	Com. 7	Com. 8	Com. 9
Prof. Card	-0.143	-0.522	-0.423	-0.163	0.434	-0.129	0.544		
Prof. Fondo	-0.113	0.331	-0.688	-0.106	0.297	-0.106	-0.541		
Largo	-0.497		0.119	0.157				0.489	0.678
Alto	-0.328	-0.277	-0.186	-0.405	-0.404	0.651	-0.139	-0.104	
Perímetro	-0.503				-0.129	-0.176		0.453	-0.697
Area	-0.457				-0.358	-0.550		-0.578	0.156
Dim. Fractal		0.277	0.382	-0.817	0.283	-0.142			
Elongación	-0.381	0.171	0.225	0.322	0.518	0.406		-0.457	-0.169
Índice altura		0.655	-0.307		-0.243	0.172	0.623		

Tabla 79. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta en noche con luna.

	Max	Min	Promedio	Desvest	Nº obs
Prof. Card (m)	27,3	4,3	7,4	2,9	283
Prof. Fondo (m)	670,9	16,8	139,8	125,6	283
Largo (m)	5.908,7	3,4	232,8	712,9	283
Alto (m)	25,3	1,3	5,9	3,2	283
Perímetro (m)	11.818,4	11,3	563,0	1.574,9	283
Area (m ²)	22.585,5	5,8	997,9	3.136,6	283
Dimensión Fractal	1,90	1,05	1,44	0,1	283
Elongación	1.215,6	0,8	31,0	103,8	283
Índice altura	99,0	36,4	92,3	5,5	283

Tabla 80. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta en noche sin luna.

	Max	Min	Promedio	Desvest	Nº obs
Prof. Card (m)	32,7	4,1	8,6	3,1	685
Prof. Fondo (m)	920,6	44,4	160,7	118,2	685
Largo (m)	8.200,8	3,2	166,6	550,4	685
Alto (m)	39,3	1,8	7,8	3,9	685
Perímetro (m)	26.681,8	15,5	561,7	1.861,4	685
Area (m ²)	128.525,5	7,7	1.036,8	6.550,7	685
Dimensión Fractal	1,77	1,05	1,51	0,12	685
Elongación	377,4	0,3	15,0	32,0	685
Indice altura	99,1	66,8	93,0	3,9	685

Tabla 81. Pesos de anchovetas de la pesquería, estimados con los promedios a la talla.

Longitud (cm)	Datos de peso promedio de la Pesquería				
	Ene-00	Nov-00	Dic-00	Nov-01	Dic-01
9.5					5.60
10.0					7.00
10.5					8.53
11.0					8.82
11.5		10.40	9.57		10.23
12.0	13.10	11.72	11.33		11.31
12.5	13.58	13.86	13.00		13.37
13.0	16.12	16.07	15.35		14.88
13.5	17.22	17.78	17.13		17.08
14.0	19.56	19.75	19.31	19.22	18.55
14.5	22.91	21.72	21.28	21.43	21.12
15.0	25.07	24.59	23.88	23.86	23.19
15.5	27.51	27.87	26.28	26.17	25.73
16.0	29.62	31.58	30.48	28.94	28.23
16.5	31.58	33.82	33.01	31.54	31.19
17.0	33.34	36.03	35.29	34.04	33.67
17.5	36.93	38.79	38.16	36.05	36.07
18.0	41.30	41.69	40.12	38.86	38.68
18.5		42.78	37.25	41.58	42.09
19.0		43.00		46.00	41.80

Tabla 82. Pesos de anchoveta a la talla de la pesquería, estimados mediante parámetros del modelo lineal.

Longitud (cm)	Pesos de anchoveta de la Pesquería estimados por modelo lineal				
	Ene-00	Nov-00	Dic-00	Nov-01	Dic-01
a	0.0121294	0.00903089	0.01010965	0.00816659	0.00797529
b	2.8100048	2.91685176	2.87597285	2.94089007	2.94840355
9.5					6.09
10.0					7.08
10.5					8.18
11.0					9.38
11.5		11.21	11.36		10.69
12.0	13.07	12.69	12.84		12.12
12.5	14.66	14.30	14.44		13.67
13.0	16.37	16.03	16.16		15.35
13.5	18.20	17.90	18.01		17.16
14.0	20.16	19.90	20.00	19.17	19.10
14.5	22.25	22.04	22.12	21.26	21.18
15.0	24.47	24.33	24.39	23.49	23.41
15.5	26.83	26.78	26.80	25.86	25.78
16.0	29.34	29.37	29.36	28.39	28.31
16.5	31.99	32.13	32.08	31.08	31.00
17.0	34.79	35.06	34.95	33.94	33.85
17.5	37.74	38.15	37.99	36.96	36.87
18.0	40.85	41.42	41.20	40.15	40.07
18.5		44.86	44.57	43.52	43.44
19.0		48.49		47.07	46.99

A N E X O 1

**Asignación de personal
profesional y técnico**

PERSONAL PARTICIPANTE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

***EVALUACIÓN ACUSTICA
GEOREFERENCIACION Y
ANALISIS CONJUNTO***

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

BIOLOGÍA PESQUERA

Patricio Barría
Carlos Martínez
Gloria Arriagada
Juan Bellet
Luis Morales

EDAD Y CRECIMIENTO

Raúl Gili
Amalia López
Hernán Reyes

***OCEANOGRAFIA Y
CLOROFILA-a
ITEMS ALIMENTARIOS DE
ANCHOVETA***

Jorge Osses
Eduardo Oliva
Claudio Briebe
Gabriel Claramount
Cristina Andrade
René Vergara



ASIGNACION DE PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO

Proyecto: Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones Temporada 2001-2002.

OBJETIVO B1 Estimar la abundancia (en número), y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorpora en el periodo de máxima reclutamiento a la pesquería

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
J.Castillo	121	42	45	90	298
M.Espejo	185	107			292
A.Saavedra	143	90			233
P.Galvez	72	48			120
H.Miranda			20		20
Total	521	287	65	90	963

OBJETIVO B2 Estimar la composición de talla, peso, edad , proporción sexual e ítems alimentarios del stock recluta de anchoveta en el área de estudio

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
P. Barría			90	85	175
G. Arriagada	190	143	95	47	475
J. Bellet	143				143
J. Castillo	42	15	42	42	141
A. Saavedra					0
M.Espejo	15	10	8		33
L.Morales	143				143
C. Martinez			15		15
R.Gili		40	10	10	60
A.Lopez		40			40
G. Claramunt			60	40	100
E. Oliva A.		20	120	60	200
C. Briebe R.		20	120	60	200
C. Andrade		60			60
R. Vergara		60			60
Total	533	408	560	344	1845



OBJETIVO B3 Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además las condiciones oceanográficas y metereológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
J. Osses		90	42	90	222
H.Reyes	154	138	20	115	427
J. Castillo	42	20	41	40	143
M. Espejo	33	10			43
V. Catasti		185		47	232
M A. Barbieri			23	43	66
Total	229	443	126	335	1133

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

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
J.Castillo	40		47	47	134
P.Gálvez	71	115			186
Total	111	115	47	47	320

BASE DE DATOS



**Sección Documentación,
Difusión y Biblioteca**

IFOP