



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

**INFORMES TECNICOS F I P**

FIP - IT / 95 - 08

INFORME : EVALUACION HIDROACUSTICA DE LOS  
FINAL RECURSOS ANCHOVETA Y SARDINA COMUN  
EN LA ZONA CENTRO-SUR

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,  
EJECUTORA DIRECCION ZONAL V, VI, VII, VIII Y IX  
REGIONES E ISLAS OCEANICAS

**REQUIRENTE:**

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA - CIP**  
Presidente del Consejo: PATRICIO BERNAL PONCE

**EJECUTOR:**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP**  
Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA

• Noviembre de 1996 •

**JEFE DE PROYECTO:**

JORGE CASTILLO P.

**AUTORES:**

*EVALUACION HIDROACUSTICA Y DISTRIBUCION  
ESPACIAL DE LOS RECURSOS ANCHOVETA Y  
SARDINA COMUN*

JORGE CASTILLO P.  
JOSE CORDOVA M.  
M. ANGELA BARBIERI B.  
SERGIO LILLO V.

**COLABORADOR:**

ALVARO SAAVEDRA G.

*CONDICIONES OCEANOGRAFICAS Y  
METEOROLOGICAS ASOCIADAS A LA  
DISTRIBUCION DE ANCHOVETA Y SARDINA COMUN*

SERGIO NUÑEZ E.  
ALFREDO TRONCOSO D.  
ALEJANDRO URRUTIA R.

*DISTRIBUCION ESPACIAL Y ABUNDANCIA DE  
HUEVOS Y LARVAS DE SARDINA COMUN Y  
ANCHOVETA*

SERGIO NUÑEZ E.  
ALFREDO TRONCOSO D.

*FLUORESCENCIA Y CLOROFILA a*

ALFREDO TRONCOSO D.  
SERGIO NUÑEZ E.

**PERSONAL PARTICIPANTE IFOP**

**Acústica**

---

<b>JORGE CASTILLO P.</b>	<b>Jefe de Crucero</b>
<b>JOSE CORDOVA M.</b>	<b>Ingeniero Pesquero</b>
<b>SERGIO LILLO V.</b>	<b>Ingeniero Pesquero</b>
<b>MARIA ANGELA BARBIERI B.</b>	<b>Ingeniero Pesquero</b>
<b>ALVARO SAAVEDRA G.</b>	<b>Ingeniero Pesquero</b>
<b>ALFREDO NIKLITSCHK S.</b>	<b>Electrónico</b>
<b>ALFREDO CUEVAS P.</b>	<b>Técnico</b>

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS VIII REGION**

**Oceanografía Física y Química**

---

<b>SERGIO NUÑEZ E.</b>	<b>Biólogo Marino</b>
<b>ALFREDO TRONCOSO D.</b>	<b>Biólogo Marino</b>
<b>ALEJANDRO URRUTIA R.</b>	<b>Profesor de Física</b>
<b>DAGOBERTO ARCOS R.</b>	<b>Licenciado en Biología</b>
<b>LUIS CUBILLOS S.</b>	<b>Biólogo Pesquero</b>

**Oceanografía Biológica (Ictioplancton)**

---

<b>SERGIO NUÑEZ E.</b>	<b>Biólogo Marino</b>
<b>JORGE OLEA M.</b>	<b>Licenciado en Biología Marina</b>
<b>MARIO HERRERA A.</b>	<b>Biólogo Marino</b>

## I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, correspondiente al Informe Final del proyecto FIP 95-08 "Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur", presenta los resultados de la estimación de la biomasa y distribución espacial de las especies objetivo; las condiciones oceanográficas físicas y la distribución y abundancia del ictioplancton y biomasa zooplancónica medidas durante el crucero.

El área de estudio estuvo circunscrita al litoral marítimo de la región centro-sur de Chile. El crucero de investigación se realizó a bordo del B/I Abate Molina, operado por el Instituto de Fomento Pesquero, en el período estival de 1995, entre los días 06 y 21 de diciembre de 1995. El crucero cubrió un área comprendida entre los 32°45' y 38°07'S.

Desde un punto de vista operacional, el área de estudio se dividió en dos sectores, a saber: (a) subzona I (sector norte), entre los 32°45'S y los 34°12'S y (b) subzona II (sector sur), entre los 35°00'S a los 38°07'S. El límite longitudinal estuvo determinado por el quiebre de la plataforma continental, por lo que su extensión tuvo características variables, fluctuando entre 10 y 48 mn desde la costa. Además, del área prospectada (muestreo regular), se realizaron observaciones hidroacústicas, planctónicas y oceanográficas de carácter intensivo al interior del golfo de Arauco (Octava Región).

En todas las estaciones de muestreo se realizaron observaciones planctónicas, en tanto que sólo en las estaciones de muestreo dispuestas en las transectas impares, se realizaron observaciones de carácter oceanográfico.

En cada estación oceanográfica, se obtuvieron registros continuos de temperatura, salinidad y densidad, por medio de una sonda oceanográfica CTD (NEIL BROWN, modelo Mark III), conectado a un sistema de muestro automático tipo roseta (GENERAL OCEANICS), provista de 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad cada una y termómetros de inversión Kurt Gohla.

La evaluación de la clorofila-a en cada estación se realizó a través de perfiles discretos en la columna de agua, considerando profundidades de 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 y 100 m, dependiendo de la profundidad de ecosonda. La evaluación del oxígeno disuelto en agua de mar, se realizó a las profundidades de 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 200 y 300 m, dependiendo de la profundidad de ecosonda en cada estación de muestreo.

En el sector de estudio intensivo (golfo de Arauco), se contempló la realización de 13 estaciones oceanográficas para la obtención de registros verticales continuos de temperatura, salinidad y densidad y, perfiles verticales discretos de oxígeno disuelto y clorofila-a.

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 de vientos.

El muestreo para la evaluación de la abundancia de huevos y estados larvales de sardina común y anchoveta, y para la biomasa zooplanctónica total, se realizó en todas las estaciones mediante lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de  $300\mu$  de abertura de poro, provistas de flujómetros TSK calibrados.

El muestreo acústico fue realizado en los períodos de luz diurna mediante transectas perpendiculares a la costa y paralelas entre sí, sistemáticamente distribuidas con una separación de 12,5 mn. Con el fin de estudiar el comportamiento nictimeral de los recursos, el muestreo diurno fue replicado en la noche en 5 transectas y en 3 intertransectas.

La recolección de los datos acústicos se realizó en forma continua durante la navegación, discretizándose la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de eointegración con el navegador satelital GPS.

Además, del área prospectada (muestreo regular), se realizaron observaciones hidroacústicas, planctónicas y oceanográficas de carácter intensivo al interior del golfo de Arauco (Octava Región) donde se efectuaron 4 transectas diurnas, con dos réplicas nocturnas, separadas por 6 mn.

Se efectuaron dos experiencias tendientes a establecer la relación entre la intensidad de blanco (TS) in situ de sardina común y la longitud de los peces. Se efectuaron 20 lances de pesca de reconocimiento de ecotrazos mediante una red de arrastre de media agua.

Se calculó la biomasa de los recursos objetivo y sus varianzas asociadas mediante los métodos conglomerados, estratos agrupados, bootstrap y geoestadístico.

Los resultados oceanográficos obtenidos en este estudio, sugieren un comportamiento diferencial de la distribución de las variables oceanográficas medidas, entre el sector norte (hasta los 34° S) y el sector sur (35 - 38° S).

Así, la distribución horizontal superficial de la temperatura presentó un claro descenso con la latitud y un gradiente térmico importante, de aproximadamente 2 °C/30 mn, situado en las cercanías de Constitución (35°S), que dividió el área de estudio en un sector norte (entre 32°40' y 34°S) con presencia de aguas más cálidas (> 15 °C) y un sector sur (35°20' y 38°S) con temperaturas más frías (13 y los 11,5 °C).

La variable oxígeno disuelto superficial, no presentó variaciones latitudinales de importancia, con valores fluctuando entre los 5 y 6 ml/l en toda el área prospectada, a excepción del sector comprendido entre los 36°40' y 37°30'S, donde se detectaron concentraciones superficiales de hasta 3 ml/l.

En la región más costera del área de estudio, fueron detectadas aguas con temperaturas más frías (< 13 °C), y densas (> 26 u. sigma-t), asociadas principalmente a cabo Carranza (35°34'S), punta Tumbes (36°38' S), punta Lavapié (37°08'S) y punta Morguilla (37°43'S), revelando la presencia de focos locales de surgencia costera. Lo anterior es concordante con el análisis de secciones oceanográficas, donde se evidencia el ascenso, hacia el sector costero, de aguas frías (isoterma de 12) y densas (isopicna de 26,4) a los estratos mas superficiales de la columna de agua.

La distribución horizontal de la clorofila-a evidenció valores más bajos asociados al sector norte del área de estudio. Las mayores concentraciones de esta variable estuvieron asociadas a la presencia de dos núcleos de altas concentraciones en las cercanías de cabo Carranza y punta Lavapié, situación concordante con la ubicación de focos locales de surgencia costera.

El análisis de los perfiles verticales para las variables oceanográficas medidas, reveló la presencia de una termoclina y

picnoclina bien desarrolladas, con máximos gradientes situados entre los 10 y 25 m de profundidad. Por el contrario, la salinidad mostró poca variación con la profundidad. Las variaciones verticales de oxígeno disuelto también fueron importantes, alcanzando valores menores a 1 ml/l en las estaciones más oceánicas, a partir de los 100 m de profundidad.

No fue posible determinar una relación significativa entre algunas variables meteorológicas, i e., intensidad del viento (considerando los componentes este-oeste y norte-sur) y la profundidad base de la termoclina y capa de mezcla.

La variación latitudinal de la biomasa zooplanctónica total (promedios por transecta) muestra valores similares en toda el área prospectada (prom.=51,78, d.s.=70.701), a excepción de los transectos 19, 22, 23 y 24, correspondientes a la zona sur, que evidencian valores superiores a 100 g/1000m<sup>3</sup>. La contrastación de los valores de biomasa zooplanctónica total para los tres sectores estudiados en el crucero (i e., norte, sur y golfo de Arauco), indicó la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas para los tres sectores.

La distribución espacial de huevos de sardina común abarcó toda el área de prospección, evidenciando las mayores densidades asociadas al interior del golfo de Arauco (> 5000 huevos/10m<sup>2</sup>). Por el contrario, los huevos de anchoveta, estuvieron asociados sólo al sector sur del área de estudio. Al igual que para el caso de sardina común, los huevos de anchoveta mostraron las mayores densidades asociadas al interior del golfo de Arauco.

Los estados larvales de ambas especies presentaron valores de densidad muy deprimidos, con presencia sólo en el sector sur del área de estudio, lo que es concordante con el desfase existente entre

el período de estudio (diciembre) y el máximo de actividad reproductiva de ambas especies en el área centro-sur de Chile (junio-agosto).

No fue posible detectar la existencia de rangos de variables oceanográficas (e g., temperatura, salinidad, densidad, oxígeno, clorofila-a) que sean preferenciales o que limiten efectivamente la distribución huevos de anchoveta en el área y período de estudio.

Para los tres sectores estudiados (norte, sur y golfo de Arauco), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para huevos de sardina común y anchoveta y larvas de anchoveta.

La relación gráfica y estadística entre las variables biológicas (biomasa zooplanctónica total, huevos y larvas de sardina común y anchoveta) y las variables oceanográficas medidas, no mostraron un patrón claro de asociación.

La relación intensidad de blanco in situ (TS) respecto a la longitud de los peces determinada fue  $TS = -72,59 + 20 \log L$ .

Las tallas de la sardina común variaron entre 3 y 14,5 cm con modas entre 5 y 6,5, se observó una tendencia a aumentar las modas de las tallas de los ejemplares capturados en los lances realizados hacia el sur de la subzona II. En la subzona I y norte de la subzona II las tallas de las anchovetas variaron entre 4 y 7,5 cm, con modas entre 6 a 6,5 cm.

La sardina común se distribuyó entre Valparaíso y bahía Carnero ( $37^{\circ}30'S$ ) entre la costa y las 30 mn. Presentando una distribución altamente gregaria, observándose una clara estratificación en su

localización en tres sectores. Las mayores densidades se ubicaron en las primeras 10 mn de la costa.

La anchoveta presentó una mayor homegeneidad en su distribución que la sardina común, detectándose entre Valparaíso y el límite sur de la prospección y entre la costa y las 30 mn registrándose en bajas densidades con pequeños focos de alta concentración, ubicados en las primeras 5 mn de la costa. Las mayores densidades se ubicaron preferentemente en la subzona II. En el golfo de Arauco esta especie tuvo una escasa presencia, con registros de baja densidad, localizados en las inmediaciones de la isla Santa María.

La biomasa del total de especies pelágicas detectadas en la zona alcanzó a 262.676 t, el 98,3% de esta biomasa correspondió a sardina común y anchoveta en conjunto y el 1,7% restante fue identificado como jurel. La sardina común fue la especie mas abundante en la zona de estudio con una biomasa de 205.165 t, representando el 78,1% del total de especies pelágicas detectadas. La anchoveta alcanzó el 20,2% de la biomasa detectada, con 53.143 t. En la subzona I la biomasa total alcanzó a las 67.270 t, siendo el 91,2% correspondiente a sardina común (61.326 t) y el 8,4% asignada a anchoveta (5.620 t). En la subzona II la biomasa total de pelágicos alcanzó a 195.406 t, con 143.839 t (73,6%) para sardina común y 47.523 t (24,3%) para anchoveta.

Los Indices de Cobertura (IC), indican que la anchoveta ocupó un 10,5 y un 18,0% del área prospectada en las subzonas I y II, respectivamente. La sardina en cambio ocupó un 16,7% del área prospectada en la subzona I y 15,5% en la subzona II.

Los Indices de Densidad (ID) señalan que la sardina común en la subzona I presentó un ID de 219,4 t/mn<sup>2</sup>, registrándose hasta 374,0

t/mn<sup>2</sup> en los sectores de mayor agregación detectado en las cercanías de la costa. La anchoveta alcanzó a 31,8 t/mn<sup>2</sup>, alcanzando las 139,8 t/mn<sup>2</sup> en el sector de alta concentración ubicado hacia el límite sur de la subzona.

En la subzona II el ID de sardina común y anchoveta fue 169,7 t/mn<sup>2</sup> y 48,1 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. En el sector de mayor concentración de sardina, ubicado al sur de la desembocadura del río Maule (35°30'S), se registró una densidad de 1.114,8 t/mn<sup>2</sup>. De igual modo, la mayor concentración de anchoveta presentó un ID de 282,1 t/mn<sup>2</sup>.

La salinidad tuvo una correlación significativa con la densidad acústica, a un nivel de confianza del 95 %. En el caso de anchoveta en la subzona I el oxígeno tuvo una mayor significancia, mientras que en la subzona II las tres variables consideradas (T°, S y O<sub>2</sub>) tuvieron una correlación significativa, siendo mas relevante para la salinidad.

Para sardina en la subzona I, solo la salinidad tuvo una correlación inversa con la densidad acústica, mientras que en la subzona II, aún cuando las tres variable oceanográficas consideradas estuvieron correlacionadas con la densidad acústica, la salinidad fue la menos significativa, mientras que la temperatura y el oxígeno presentaron niveles de significancia similares.

El análisis anterior conjunto de las variables oceanográficas y la distribución de los recursos, trasluce la existencia de diferencias en las condiciones oceanográficas asociadas a los recursos entre las subzonas I y II y entre las especies, señalando que la salinidad es la variable que se mantiene con menor variación en el sentido latitudinal, registrándose la anchoveta y sardina común en temperaturas mayores en la subzona I (hacia el norte), mientras

que la salinidad mostró leves variaciones latitudinales. De igual modo, entre las especies se aprecian valores de temperatura y salinidad diferentes, ubicándose la anchoveta en mayores temperaturas y menores salinidades que la sardina común.

Además los focos de mayor densidad de anchoveta y sardina común tendieron a localizarse en las cercanías de las desembocaduras de los grandes ríos, que en el caso de sardina común se ubicó hacia el sur de estos sectores. Estos sectores también estuvieron asociados con las áreas de mayor surgencia y concentración de clorofila-a.

	Pág.
<b>II. INDICE GENERAL</b>	
I. RESUMEN EJECUTIVO	i
II. INDICE GENERAL	x
III. INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	xiv
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1. Objetivo general	1
2. Objetivos específicos	1
V. ANTECEDENTES	2
VI. METODOLOGIA	5
1. Zona de estudio y plan de muestreo	5
2. Metodología por objetivo	7
2.1 Objetivo específico 2.4	7
2.1.1 Diseño de muestreo	7
2.1.2 Análisis de las muestras	8
2.1.3 Registro de datos meteorológicos	9
2.1.4 Análisis de datos oceanográficos y meteorológicos	9
2.2 Objetivo específico 2.3	10
2.2.1 Diseño de muestreo	10
2.2.2 Procesamiento de la información	11
2.2.3 Análisis de la información	12
2.3 Objetivo específico 2.1 y 2.2	13
2.3.1 Muestreo acústico	13
2.3.2 Calibración del sistema acústico	14
2.3.3 Identificación de especies	19
2.3.4 Procesamiento de la información acústica	22

2.3.5	Estimación de la biomasa y sus varianzas	22
2.3.6	Distribución de los recursos	29
2.3.7	Determinación y descripción de estructuras espaciales en la información acústica	30
2.3.8	Análisis de las estructuras espaciales de las distribuciones	31
2.3.9	Indices de cobertura y abundancia relativa	31
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
1.	Resultados objetivo específico 2.4	33
1.1	Condiciones atmosféricas	33
1.2	Distribución horizontal de las variables hidrográficas	34
1.2.1	Temperatura	34
1.2.2	Salinidad	34
1.2.3	Densidad	36
1.2.4	Oxígeno disuelto	37
1.2.5	Clorofila-a superficial	37
1.2.6	Clorofila-a integrada	38
1.2.7	Relación entre clorofila-a superficial y la clorofila-a integrada	38
1.2.8	Profundidad base de la termoclina y de la capa de mezcla	38
1.3	Distribución vertical de la temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto	40
1.4	Estabilidad vertical	44
1.5	Diagramas T-S	44
1.6	Clorofila-a	45
2.	Resultados objetivo específico 2.3.	47
2.1	Biomasa zooplanctónica total	47
2.1.1	Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica	47
2.2	Huevos y estados larvales de sardina común y anchoveta	49

---

2.2.1	Distribución horizontal del componente ictioplanctónico	49
2.2.2	Distribución latitudinal del componente ictioplanctónico	50
3.	Resultados Objetivos específicos 2.1 y 2.2	53
3.1	Pescas de reconocimiento	53
3.1.1	Estructura de tallas de las especies capturadas en los lances de reconocimiento	54
3.1.2	Estructura de pesos de las especies capturadas en los lances de reconocimiento	55
3.2	Calibración de los equipos acústicos	56
3.2.1	Calibración electroacústica	56
3.2.2	Calibración de la intensidad de blanco (TS) "in situ" de sardina común	57
3.3	Relación día noche de la prospección acústica	62
3.4	Distribución espacial de los recursos	64
3.4.1	Distribución geográfica de los recursos	64
3.4.2	Distribución batimétrica de los recursos	66
3.4.3	Análisis cartográfico de la información	68
3.5	Estimados de la biomasa	70
3.5.1	Estimados de biomasa mediante geoestadística	72
3.6	Precisión de los estimados de biomasa	72
3.6.1	Estimados de la precisión mediante geoestadística	73
3.7	Indices de cobertura y densidad	74

---

<b>VIII. ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>76</b>
1. Análisis de resultados del objetivo específico 2.4	76
2. Análisis de resultados del objetivo específico 2.3.	79
3. Análisis de la precisión de los estimados de biomasa	82
4. Análisis integrado de la información	84
4.1 Relación entre condiciones hidrográficas y el componente zoo e ictioplanctónico	84
4.1.1 Biomasa zooplanctónica total	84
4.1.2 Huevos y larvas de sardina común y anchoveta	85
4.2 Relación entre la abundancia de peces, medidos mediante hidroacústica y las variables oceanográficas físicas t°, S y O <sub>2</sub>	96 88
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>96</b>
<b>FIGURAS</b>	
<b>TABLAS</b>	
<b>ANEXO</b>	

## III. INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

## FIGURAS

- Figura 1. Red de transectas de muestreo acústico y lances de reconocimiento realizados. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 2. Ubicación de transectos y estaciones de muestreo.
- Figura 3. Presión atmosférica y temperatura del aire durante el crucero PELASUR 9512.
- Figura 4. Rapidez y dirección del viento durante el crucero PELASUR 9512.
- Figura 5. Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad .
- Figura 6. Distribución horizontal de la salinidad (psu) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad.
- Figura 7. Distribución horizontal de la densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad.
- Figura 8. Distribución horizontal del oxígeno disuelto (ml/l) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad.
- Figura 9. Distribución superficial horizontal de la Clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y de la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) en el área de estudio.

- Figura 10. (a) Distribución latitudinal de la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), (b) relación entre la clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).
- Figura 11. Distribución horizontal de la profundidad base de la termoclina (m) y de la capa de mezcla en el área de estudio.
- Figura 12. Componente este-oeste de la velocidad del viento y la profundidad de la capa de mezcla.
- Figura 13. Componente este-oeste de la velocidad del viento y la profundidad base de la termoclina.
- Figura 14. Componente norte-sur de la velocidad del viento y la profundidad de la capa de mezcla.
- Figura 15. Componente norte-sur de la velocidad del viento y la profundidad base de la termoclina.
- Figura 16. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ). Transecta 1.
- Figura 17. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ). Transecta 3.
- Figura 18. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ). Transecta 5.
- Figura 19. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{l}$ ). Transecta 7.

- Figura 20. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 9.
- Figura 21. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 11.
- Figura 22. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 13.
- Figura 23. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 15.
- Figura 24. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 17.
- Figura 25. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 18.
- Figura 26. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 19.
- Figura 27. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 21.
- Figura 28. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 23.

- Figura 29. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 18(GA).
- Figura 30. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 19(GA).
- Figura 31. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 1.
- Figura 32. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 3.
- Figura 33. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 5.
- Figura 34. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 7.
- Figura 35. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 9.
- Figura 36. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 11.
- Figura 37. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 13.
- Figura 38. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 15.
- Figura 39. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 17.
- Figura 40. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 18.
- Figura 41. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 19.
- Figura 42. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 21.
- Figura 43. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 23.
- Figura 44. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ). Transecta 18(GA).

- Figura 45. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ). Transecta 19(GA).
- Figura 46. Diagramas TS para las transectas 1-3 y 5-7.
- Figura 47. Diagramas TS para las transectas 9-11 y 13-15-17.
- Figura 48. Diagramas TS para las transectas 18-18GA y 19-19GA.
- Figura 49. Diagramas TS para las transectas 21-23.
- Figura 50. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 3, 5 y 7.
- Figura 51. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 9, 11 y 13.
- Figura 52. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 15, 17, 18.
- Figura 53. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 19, 21, 23.
- Figura 54. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 18(GA) y 19(GA).
- Figura 55. Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica total ( $g/1000m^3$ ) en el área de estudio.
- Figura 56. Distribución latitudinal de la biomasa zooplanctónica total ( $g/1000m^3$ ) en el área de estudio.
- Figura 57. Distribución horizontal de huevos (huevos/ $10m^2$ ) y larvas (larvas/ $10 m^2$ ) de *S. bentincki* en el área de estudio.

- Figura 58. Distribución horizontal de huevos (huevos/10 m<sup>2</sup>) y larvas (larvas/10m<sup>2</sup>) de **E. ringens** en el área de estudio.
- Figura 59. Distribución horizontal de huevos (huevos/10m<sup>2</sup>) y larvas (larvas/10 m<sup>2</sup>) totales en el área de estudio.
- Figura 60. Distribución latitudinal de huevos y larvas de **S. bentincki** (ind/10m<sup>2</sup>) en el área de estudio.
- Figura 61. Distribución latitudinal de huevos y larvas de **E. ringens** (ind/10m<sup>2</sup>) en el área de estudio.
- Figura 62. Distribución latitudinal de huevos y larvas totales (ind/10m<sup>2</sup>) en el área de estudio.
- Figura 63. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 1 y 3. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 64. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 4 y 6. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 65. Estructura de tallas de sardina común y merluza común capturadas en los lances 5 y 7. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 66. Estructura de tallas de anchoveta y sardina común capturadas en el lance 9. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 67. Estructura de tallas de sardina común y anchoveta capturadas en los lances 10 y 11. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 68. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 12 y 13. Crucero PELASUR 9512.

- Figura 69. Estructura de tallas de sardina común y mote capturados en los lances 14 y 15. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 70. Estructura de tallas de merluza común y sardina común capturadas en los lances 16 y 17. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 71. Estructura de tallas de anchoveta y merluza de cola capturadas en los lances 17 y 18. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 72. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 19 y 20. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 73. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 19 y 20, valores integrados . Crucero PELASUR 9512.
- Figura 74. Relación longitud - peso de sardina común por lance de pesca (lances 1 a 5). Crucero PELASUR 9512.
- Figura 75. Relación longitud - peso de sardina común por lance de pesca (lances 6 a 12). Crucero PELASUR 9512.
- Figura 76. Relación longitud - peso de sardina común por lance de pesca (lances 13 a 19). Crucero PELASUR 9512.
- Figura 77. Relación longitud - peso de sardina común y mote por lance de pesca (lances 20 y 15). Crucero PELASUR 9512.
- Figura 78. Relación longitud - peso de sardina común y anchoveta para el total de lances. Crucero PELASUR 9512.

- Figura 79. Relación longitud - peso de anchoveta por lance de pesca (lances 9, 11 y 17). Crucero PELASUR 9512.
- Figura 80. Relación longitud - peso de merluza común por lance de pesca (lances 7, 16 y 18). Crucero PELASUR 9512.
- Figura 81. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 120 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 82. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 120 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 83. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 120 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 84. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 120 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 85. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 120 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 86. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 120 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 87. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 38 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.

- Figura 88. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 38 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 89. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 38 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 90. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 38 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 91. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 38 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 92. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 38 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 93. Distribución geográfica de sardina común. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 94. Distribución geográfica de anchoveta. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 95. Distribución batimétrica, temperatura, salinidad y oxígeno de anchoveta y sardina común en la subzona 1. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 96. Distribución batimétrica, temperatura, salinidad y oxígeno de anchoveta y sardina común en la subzona 2. Crucero PELASUR 9512.

- 
- Figura 97. Distribución batimétrica, temperatura, salinidad y oxígeno de anchoveta y sardina común en el golfo de Arauco. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 98. Histogramas de las lecturas acústicas (Sa) por especie acumulados por transecta.
- Figura 99. Correlogramas de anchoveta y sardina común en la subzona 1. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 100. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 1. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 101. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 1, incluyendo las intertransectas. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 102. Relación entre el tamaño de las macroestructuras de anchoveta y sardina común con las I.B.M.'s (+) y las lecturas acústicas (Sa).
- Figura 103. Correlogramas de anchoveta y sardina común en la subzona 2. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 104. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 2. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 105. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 2, incluyendo las intertransectas. Crucero PELASUR 9512.
- Figura 106. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la temperatura y salinidad superficial.
- Figura 107. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la densidad y oxígeno disuelto superficial.

- 
- Figura 108. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la temperatura y salinidad ponderada.
- Figura 109. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la densidad y oxígeno disuelto ponderado.
- Figura 110. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la clorofila-a superficial e integrada.
- Figura 111. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina.
- Figura 112. Relación entre los huevos de sardina común y la temperatura y salinidad superficial.
- Figura 113. Relación entre los huevos de sardina común y la densidad y oxígeno disuelto superficial.
- Figura 114. Relación entre los huevos de sardina común y la temperatura y salinidad ponderada.
- Figura 115. Relación entre los huevos de sardina común y la densidad y oxígeno disuelto ponderado.
- Figura 116. Relación entre los huevos de sardina común y la clorofila-a superficial e integrada.
- Figura 117. Relación entre los huevos de sardina común y la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina.
- Figura 118. Relación entre los huevos de anchoveta y la temperatura y salinidad superficial.

- Figura 119. Relación entre los huevos de anchoveta y la densidad y oxígeno disuelto superficial.
- Figura 120. Relación entre los huevos de anchoveta y la temperatura y salinidad ponderada.
- Figura 121. Relación entre los huevos de anchoveta y la densidad y oxígeno disuelto ponderado.
- Figura 122. Relación entre los huevos de anchoveta y la clorofila-a superficial e integrada.
- Figura 123. Relación entre los huevos de anchoveta y la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina.

## TABLAS

- Tabla 1. División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas por sector de estudio.
- Tabla 2. Estaciones de muestreo (a) planctónico y (b) oceanográfico programadas y realizadas, por sector de estudio.
- Tabla 3. Categorías por densidad
- Tabla 4. Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.
- Tabla 5. Estadística básica para la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000\text{m}^3$ ), considerando las diferentes divisiones operacionales del área de estudio.
- Tabla 6. Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ), considerando los sectores norte (II), sur (I) y golfo de Arauco.
- Tabla 7. Estadística básica para el componente ictioplanctónico ( $\text{ind}/10\text{m}^2$ ). (a) área de estudio, (b) zona norte (I), (c) zona sur (II), (d) golfo de Arauco. HT= huevos totales, LT= larvas totales, HSC= huevos de sardina común, LSC= larvas de sardina común, HA= huevos de anchoveta, LA= larvas de anchoveta.
- Tabla 8. Resumen de información ictioplanctónica. Densidad ( $\text{ind}/10\text{m}^2$ ) y frecuencia (%) para las especies sardina común y anchoveta por sector de estudio.
- Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis para las variables huevos y larvas de sardina común y anchoveta, considerando los

sectores norte (I), sur (II) y golfo de Arauco. HSC= Huevos sardina común, LSC= Larvas sardina común, HA= Huevos anchoveta, LA= Larvas anchoveta.

- Tabla 10. Prueba U de Mann-Whitney para las variables (a) huevos de sardina común, (b) larvas de sardina común, (c) huevos de anchoveta y (d) larvas de anchoveta (ind/10m<sup>2</sup>), considerando los sectores norte (I), sur (II) y golfo de Arauco.
- Tabla 11. Posición, capturas y aporte porcentual por especie, de los lances de pesca de reconocimiento realizados mediante arrastre de media agua. Crucero PELASUR 9512.
- Tabla 12. Parámetros de las relaciones longitud-peso determinadas en los lances de reconocimiento, según  $PESO = a L^b$ .
- Tabla 13. Resultados de las calibraciones electroacústicas del sistema EK-500 del B/I Carlos Porter para la frecuencia de 38 Khz, por longitud de pulso (ms).
- Tabla 14. Valores modales de la intensidad de blanco  $TS_{mo}$  (dB), longitud de los peces, L (cm) e intercepto de la relación TS-L ( $b_{20}$ ).
- Tabla 15. Relaciones funcionales de TS respecto a la longitud de diversos autores.
- Tabla 16. Valores modales de la intensidad de blanco  $TS_{mo}$  (dB), longitud de los peces, L (cm) e intercepto de la relación TS-L ( $b_{20}$ ) en el grupo secundario de datos.
- Tabla 17. Valores de TS y  $TS_{kg}$  de anchoveta y sardina común obtenidas en el presente estudio en relación a los resultados informados por Barange *et al.* (1996).

- Tabla 18. Posición geográfica de las transectas utilizadas para el análisis día-noche de la sardina común y la anchoveta. Crucero PELASUR 9512.
- Tabla 19. Información de valores promedio y sus varianza por especie y transecta.
- Tabla 20. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la anchoveta (transecta 12) ( $S_a$  diurno/nocturno).
- Tabla 21. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la anchoveta (transecta 17) ( $S_a$  diurno/nocturno).
- Tabla 22. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la sardina común (transecta 19) ( $S_a$  diurno/nocturno)
- Tabla 23. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la sardina común (transecta 26) ( $S_a$  diurno/nocturno).
- Tabla 24. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para el jurel (transecta 12) ( $S_a$  diurno/nocturno).
- Tabla 25. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la sardina común (transecta 26) ( $S_a$  diurno/nocturno).
- Tabla 26. Resultados de pruebas de estadísticos a la información de integración diurna y nocturna.

- Tabla 27. Tallas, pesos y valores de  $TS_{kg}$  aplicados en la evaluación de la biomasa de sardina común y anchoveta, por zona.
- Tabla 28. Estimados de biomasa de recursos pelágicos en la zona centro-sur. Crucero PELASUR 9512.
- Tabla. 29 Varianza  $V(\hat{B}_0)$  , coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de sardina común y anchoveta por el método Geoestadístico.
- Tabla 30. Varianza  $\hat{V}(\hat{B}_0)$  coeficientes de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa de anchoveta.
- Tabla 31. Varianza  $\hat{V}(\hat{B}_0)$  , coeficiente de variación (CV) y de error (%) de los estimados de biomasa de sardina común
- Tabla 32. Indices de Cobertura (IC) (%) y Densidad (ID) (t/mn<sup>2</sup>) por especie y zona.
- Tabla 33. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>), considerando el total del área de estudio. TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

Tabla 34. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (datos transformado a  $\ln(x+1)$ ; g/1000 m<sup>3</sup>) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial (°C), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial (sigma-t), osup= oxígeno superficial (ml/l), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial (mg/m<sup>3</sup>), clint= clorofila integrada (mg/m<sup>2</sup>). \*= p<0.05. Los coeficientes que no tienen asterísco corresponden a correlaciones no significativas.

Tabla 35. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de sardina común (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el sector norte del área de estudio (I). TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

Tabla 36. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de sardina común (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el sector sur del área de estudio (II). TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a

superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), CLINT= clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

Tabla 37. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de sardina común (huevos/10  $\text{m}^2$ ), considerando el golfo de Arauco. TSUP= Temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada ( $^{\circ}\text{C}$ ), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada ( $\sigma\text{-t}$ ), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), CLINT= clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

Tabla 38. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de anchoveta (huevos/10  $\text{m}^2$ ), considerando el sector sur (II). TSUP= Temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada ( $^{\circ}\text{C}$ ), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada ( $\sigma\text{-t}$ ), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), CLINT= clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

Tabla 39. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de anchoveta (huevos/10  $\text{m}^2$ ), considerando el golfo de Arauco del área de estudio. Los promedios ponderados fueron calculados a partir de la profundidad mínima y máxima de cada lance planctónico. TSUP= Temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada ( $^{\circ}\text{C}$ ), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada ( $\sigma\text{-t}$ ), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a

superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), CLINT= clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

Tabla 40. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre los huevos de sardina común (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ; huevos/ $10\text{m}^2$ ) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), osup= oxígeno superficial ( $\text{ml}/\text{l}$ ), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), clint= clorofila integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), zterm= prof. base termoclina (m), zcmz= prof. capa de mezcla (m). \*=  $p < 0.05$ . Los coeficientes que no tienen asterísco corresponden a correlaciones no significativas.

Tabla 41. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre los huevos de anchoveta (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ; huevos/ $10\text{m}^2$ ) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), osup= oxígeno superficial ( $\text{ml}/\text{l}$ ), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), clint= clorofila integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), zterm= prof. base termoclina (m), zcmz= prof. capa de mezcla (m). \*=  $p < 0.05$ . Los coeficientes que no tienen asterísco corresponden a correlaciones no significativas.

Tabla 42. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre las larvas de anchoveta (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ; larvas/ $10\text{m}^2$ ) y variables ambientales, considerando la

---

subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), osup= oxígeno superficial (ml/l), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), clint= clorofila integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), zterm= prof. base termoclina (m), zcmz= prof. capa de mezcla (m).

Tabla 43. Resultados del análisis de correlación múltiple entre las densidades acústicas ( $S_a$ ) y las variables oceanográficas (coeficientes de correlación).

#### IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

##### 1. Objetivo General

Cuantificar mediante la aplicación del método hidroacústico los recursos pelágicos sardina común y anchoveta y evaluar las condiciones bio-oceanográficas asociadas, en el área marítima circunscrita a las primeras 50 mn de la costa correspondientes al litoral de la V a VIII Regiones.

##### 2. Objetivos Específicos

- 2.1 Determinar la distribución y biomasa (en peso) del recurso sardina común y su varianza asociada.
- 2.2 Determinar la distribución y biomasa (en peso) del recurso anchoveta y su varianza asociada.
- 2.3 Determinar la distribución espacial y la abundancia de huevos y larvas de sardina común y anchoveta.
- 2.4 Registrar y analizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de los recursos sardina común y anchoveta en el área de estudio.

## V. ANTECEDENTES

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

La pesquería de estos recursos colapsó entre los años 1975-76, observándose niveles de captura muy bajos entre 1977 y 1988 (Cubillos y Arancibia, 1993). A partir del año 1989, ambas especies presentaron una fase de recuperación y aumento en las capturas; situación que para el caso de la sardina común significó máximos históricos de desembarque en los años 1991 y 1992. Sin embargo, en 1993 se produce una importante disminución en los desembarques, situación que ha generado incertidumbre en la evolución de las capturas de este recurso en el mediano plazo (Cubillos *et al.*, 1994).

En los últimos años, las capturas de ambas especies han presentado una marcada estacionalidad, con una temporada entre octubre y marzo, registrándose un máximo en enero-febrero. Los desembarques se concentran en los puertos de San Antonio, Talcahuano y Coronel (SERNAPESCA, 1993).

Estos recursos se caracterizan por presentar una distribución asociada con la intensidad de las surgencias costeras y en el caso de sardina común, con la desembocadura de los principales ríos, motivo por el cual el límite longitudinal de su distribución normalmente no supera las 30-40 millas náuticas desde la costa. (Serra, 1978; Aguayo y Soto, 1978; Arrizaga y Veloso, 1982; Yáñez *et al.*, 1990; Cubillos y Arancibia, 1993; Cubillos *et al.*, 1994).

Aún cuando ambas especies son consideradas como desovantes parciales durante todo el año, la máxima actividad reproductiva se presenta fundamentalmente en el segundo semestre y principios del segundo, iniciándose entre julio y agosto extendiéndose hasta enero (Serra *et al.*, 1978) (Cubillos y Arancibia, 1993; Cubillos *et al.*, 1994), pudiendo detectarse un máximo de densidad de estados larvales en el plancton entre septiembre y octubre (Sepúlveda, 1990). Al término del verano (febrero-marzo), ambos recursos exhiben un máximo secundario de actividad reproductiva y presencia de estados larvales en el plancton.

La sardina común presenta su período de mayor intensidad de desove entre mayo y septiembre, existiendo algunos indicios de un desove secundario en verano (Serra *et al.*, 1979) (Cubillos y Arancibia, 1993).

Los antecedentes de evaluaciones de la biomasa de estos recursos en la zona centro-sur son escasos y corresponden a estimaciones mediante métodos indirectos, no disponiéndose hasta la fecha de estimaciones de la biomasa mediante métodos directos.

Debido a la incertidumbre en la evolución de las capturas futuras de los recursos sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur, producida por importantes fluctuaciones en los desembarques de los últimos años, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó en el Programa de Investigación Pesquera de 1995, un proyecto de evaluación directa de la biomasa, mediante métodos hidroacústicos, que considerara las variables bio-oceanográficas que tuvieran una incidencia directa en la abundancia y distribución de los recursos.

De acuerdo a las Bases Especiales establecidas para el proyecto FIP 95-08 "Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur", el presente documento, correspondiente al Informe Final del proyecto, describe detalladamente la metodología y los resultados del estudio.

## VI. METODOLOGIA

### 1. Zona de estudio y plan de muestreo

El área de estudio estuvo circunscrita al litoral marítimo de la región centro-sur de Chile.

La zona de estudio se dividió en dos subzonas. La subzona 1 se localizó entre Quintero ( $32^{\circ}45'S$ ) y Topocalma ( $34^{\circ}12'S$ ) y la subzona 2 entre la desembocadura del río Mataquito ( $35^{\circ}00'S$ ) y el paralelo  $38^{\circ}07'S$ . El límite occidental de ambas subzonas estuvo determinado por el veril de los 300 m, considerada como límite de la plataforma continental, con un incremento de 5 mn, por lo que su extensión tuvo características variables, fluctuando entre 10 y 48 m.n. desde la costa. Ambas subzonas cubren adecuadamente el sector de operación de la flota que desembarca en la V y VIII Regiones (Fig. 1 y 2).

El crucero se realizó a bordo del B/I Abate Molina entre el 6 y el 21 de diciembre de 1995, coincidiendo con el fin del período del desove de anchoveta y con los máximos históricos de la captura de las dos especies objetivo en la zona centro-sur.

El crucero tuvo una duración total de 16 días; 8 días de prospección acústica y muestreo bio-oceanográfico; 1 día de muestreo acústico y bio-oceanográfico en el golfo de Arauco; 3 días de pesca y 2 días de calibración de la intensidad de blanco "*in situ*" (TS) de los peces y 1 día de navegación entre la zona de estudio y Valparaíso.

El muestreo acústico fué realizado en los períodos de luz diurna mediante transectas perpendiculares a la costa y paralelas entre

sí, sistemáticamente distribuidas con una separación de 12,5 mn (Fig. 1), efectuándose 8 transectas en la subzona 1 y 16 en la subzona 2. Con el fin de estudiar el comportamiento nictimeral de los recursos, el muestreo diurno fue replicado en la noche en 5 transectas y en 3 intertransectas (Fig. 1).

La recolección de los datos acústicos se realizó en forma continua durante la navegación, discretizándose la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de eointegración con el navegador satelital GPS.

Además, del área prospectada (muestreo regular), se realizaron observaciones hidroacústicas, planctónicas y oceanográficas de carácter intensivo al interior del golfo de Arauco (Octava Región) donde se efectuaron 4 transectas diurnas, con dos réplicas nocturnas, separadas por 6 mn.

La Tabla 1 presenta un resumen de las transectas y estaciones de observaciones planctónicas y oceanográficas para ambos sectores de estudio.

En todas las estaciones de muestreo se realizaron observaciones planctónicas, en tanto que sólo en las estaciones de muestreo dispuestas en las transectas impares, se realizaron observaciones de carácter oceanográfico.

Las malas condiciones de operación (estado del mar), no permitieron la ejecución de algunas estaciones planctónicas y oceanográficas programadas en el proyecto. El porcentaje de estaciones planctónicas y oceanográficas efectivamente realizadas, respecto de las programadas se presentan en la Tabla 2.

Debido a la exigencia impuesta por el diseño de muestreo correspondiente a los objetivos de la evaluación hidroacústica, aproximadamente el 80% de las observaciones planctónicas y oceanográficas fueron realizadas durante la noche (entre las 19:30 y 06:30 horas).

## **2. Metodología por objetivo**

### **2.1 Objetivo específico 2.4**

Registrar y analizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de los recursos sardina común y anchoveta en el área de estudio.

#### **2.1.1 Diseño de muestreo**

En este estudio, las observaciones oceanográficas fueron realizadas en las transectas impares (Fig. 2). En cada estación oceanográfica, se obtuvieron registros continuos de temperatura, salinidad y densidad, hasta una profundidad máxima de 5-10 m sobre el fondo de ecosonda. Para esto se utilizó una sonda oceanográfica CTD (NEIL BROWN, modelo Mark III), conectado a un sistema de muestro automático tipo roseta (GENERAL OCEANICS), provista de 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad cada una y termómetros de inversión Kurt Gohla.

Debido a fallas en el fluorómetro (SEA-TECH) adosado a la roseta, ocurridas al final de la primera transecta realizada, la evaluación de la clorofila-a en cada estación se realizó a través de perfiles discretos en la columna de agua, considerando profundidades de 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 y 100 m, dependiendo de la profundidad de ecosonda.

Para la evaluación del oxígeno disuelto en agua de mar, se colectaron muestras de agua a las profundidades de 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 200 y 300 m, dependiendo de la profundidad de ecosonda en cada estación de muestreo.

Por otra parte, ocasionalmente se tomaron muestras de agua de mar para el análisis de salinidad y se registró la temperatura con termómetros de inversión, con el objeto de verificar el funcionamiento de los sensores de conductividad y temperatura del CTD.

En el sector de estudio intensivo (golfo de Arauco), se contempló la realización de 13 estaciones oceanográficas para la obtención de registros verticales continuos de temperatura, salinidad y densidad y, perfiles verticales discretos de oxígeno disuelto y clorofila-a.

#### **2.1.2 Análisis de la muestras**

La salinidad se determinó en un salinómetro de inducción marca BECKMAN Modelo RS7C. La concentración de oxígeno disuelto se llevó a cabo por el método de Winkler, según lo reseñado en Parsons **et al.** (1984).

La cuantificación de la clorofila-a, se realizó según la técnica fluorométrica descrita en Parsons **et al.** (1984), para el método con y sin acidificación.

### 2.1.3 Registro de 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 de vientos. Se utilizaron las normas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

### 2.1.4 Análisis de datos oceanográficos y meteorológicos

A partir de la información calibrada, se calculó la densidad del agua de mar (expresada como  $\sigma-t$ ), utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero y Poisson, 1981; UNESCO, 1981).

La estabilidad hidrostática, considerando profundidades someras, fue calculada a partir de la ecuación reseñada en Pond y Pickard (1983).

La información oceanográfica es presentada en cartas de distribución horizontal para las variables temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a, considerando los niveles superficial, 25 y 50 m de profundidad. La graficación de estas distribuciones se realizó a través del Programa SURFER, utilizando el método "kriging" de interpolación.

La caracterización de las masas de agua presentes en el área y período de estudio, es realizada por medio de diagramas T-S.

La distribución vertical para cada variable medida, se presenta en perfiles verticales (para cada estación oceanográfica) y secciones oceanográficas (para cada transecta), la graficación de estos perfiles se realizó utilizando el programa GRAPHER.

Respecto de la información meteorológica, la información se presenta en forma gráfica para las variables dirección y rapidez del viento, temperatura del aire y presión atmosférica.

## **2.2 Objetivo específico 2.3: Determinar la distribución espacial y la abundancia de huevos y larvas de sardina común y anchoveta.**

### **2.2.1 Diseño de muestreo**

El muestreo para la evaluación de la abundancia de huevos y estados larvales de sardina común y anchoveta, y de la biomasa zooplanctónica total, se realizó en todas las estaciones. Para estos efectos se utilizaron lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de  $300\mu$  de abertura de poro, provistas de flujómetros TSK calibrados. La calibración de los flujómetros se realizó siguiendo la metodología descrita por Smith y Richardson (1979).

Debido a las características neríticas del área de estudio y el mayor porcentaje de observaciones nocturnas, aproximadamente el 80 % de las pescas planctónicas se realizaron considerando como profundidad máxima lances hasta 5-10 m sobre la profundidad del fondo. En las estaciones más oceánicas que fueron realizadas durante el día, la profundidad máxima del lance estuvo determinada por la disposición vertical de la capa de plancton, a través de la información provista por el equipo SIMRAD EK-500.

En cada pesca planctónica, las velocidades de calado y virado de la red fueron aproximadamente de 0,8 m/s y 0,6 m/s, respectivamente. Durante cada lance la velocidad del buque se mantuvo en un rango de velocidad entre 1,5 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas y del estado del mar, de manera de mantener un

ángulo aproximado de cable que fluctuó entre 45 y 50°. La profundidad real de muestreo se corrigió mediante la medición periódica y repetitiva del ángulo del cable por medio de un clinómetro manual, que en el presente caso varió entre 42 y 65°.

Durante la ejecución de cada lance se registraron los siguientes datos de carácter básico: número de estación, fecha y hora, duración del lance y posición geográfica, tipo de red utilizada, lectura de flujómetro, lecturas de clinómetro y cable arriado e información climática de carácter complementario.

### 2.2.2 Procesamiento de la información

Las muestras planctónicas obtenidas en cada una de las estaciones de muestreo, se fijaron inmediatamente después de extraídas del copo colector de la red, con formalina al 5% en agua de mar, tamponada con bórax. Las muestras fueron almacenadas en frascos de 0,5 l de capacidad provistos de contratapa y etiquetados apropiadamente.

En el laboratorio, se procedió a extraer de cada una de las muestras, la totalidad de los huevos y estados larvales de peces, con la ayuda de estereomicroscopios Zeiss y Leica.

Posteriormente, se cuantificó la abundancia de huevos y estados larvales totales de peces y específicamente, la densidad de huevos y larvas de las especies sardina común y anchoveta. La biomasa zooplanctónica total se realizó a través de la determinación del peso seco de las muestras (Boltovskoy, 1981; Omori y Ikeda, 1984), considerando alícuotas de la muestra total (1/2 - 1/8), generadas por medio de un submuestreador Folsom (Griffiths *et al.*, 1984).

Los resultados de abundancia larval y biomasa zooplanctónica total, fueron estandarizados a ind/10m<sup>2</sup> y g/1000m<sup>3</sup>, respectivamente, utilizando la información de volúmen de agua filtrada por la red (Smith y Richardson, 1979).

### 2.2.3 Análisis de la Información

La información relativa a huevos y larvas de sardina común y anchoveta y de biomasa zooplanctónica total, es presentada en forma gráfica en mapas horizontales de distribución espacial, considerando toda el área de estudio y gráficos de distribución latitudinal y longitudinal. Las cartas horizontales para estas variables fueron graficadas utilizando planillas EXCEL versión 5.0.

La exploración de los datos con el objeto de detectar diferencias estadísticamente significativas entre los distintos sectores considerados en el estudio (i e., zona norte, zona sur y golfo de Arauco), fue realizado utilizando estadística no paramétrica. La contrastación de los tres sectores de muestreo fue realizada a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel, 1986), en tanto que la contrastación de pares de zonas fue realizada mediante la prueba U de Mann-Whitney (Siegel, 1986). Estos análisis fueron realizados en el programa SYSTAT versión 5.0

Con el objeto de detectar relaciones entre la distribución del componente ictioplanctónico y de la biomasa zooplanctónica total respecto de variables oceanográficas, se exploraron los datos a través de métodos gráficos (relaciones univariadas) realizados en planillas Quattro.Pro y por medio de métodos estadísticos. El análisis estadístico (correlación parcial múltiple) fue realizado en el programa SYSTAT versión 5.0.

En consecuencia, se establecieron relaciones entre las variables oceanográficas físicas medidas en toda el área de estudio y en particular con la situación registrada en el golfo de Arauco con: la biomasa zooplanctónica total; con la densidad de huevos y; con las larvas de sardina común y anchoveta.

**2.3 Objetivo 2.1. "Determinar la distribución y biomasa (en peso) del recurso sardina común y su varianza asociada."**

**Objetivo 2.2. "Determinar la distribución y biomasa (en peso) del recurso anchoveta y su varianza asociada".**

#### **2.3.1 Muestreo acústico**

En consideración a la escasa información disponible acerca de la distribución y comportamiento de la sardina común y anchoveta en la zona de estudio, el diseño de muestreo para la evaluación acústica, se realizó asumiendo un comportamiento similar al registrado en la zona norte de Chile.

Considerando lo anterior, el diseño de muestreo sistemático es el mas adecuado, asumiendo aleatoriedad de la distribución de los recursos pelágicos con respecto a la posición de las transectas (Shotton y Bazigos, 1984; Francis, 1984; Simmonds, 1984 y Simmonds et al., 1991), lo que se ajusta adecuadamente a la característica altamente contagiosa de los recursos objeto del presente proyecto.

La varianza obtenida con este método, es similar a la alcanzada con un muestreo aleatorio cuando no existe tendencia lineal en la dirección del muestreo (Shotton y Bazigos, 1984; Jolly y Hampton, 1990).

Una ventaja de este diseño de muestreo lo constituye la disminución de la varianza del estimador cuando la información presenta una gradiente de densidad en el sentido de las transectas. Además, el muestreo sistemático es recomendado para obtener adecuada información sobre la distribución de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992).

La separación entre las transectas se definió considerando aspectos tales como: distancia mínima para evitar el posible sobre muestreo por desplazamiento de los recursos; adecuada precisión en la cuantificación mediante el índice de cobertura y coeficiente de variación esperados y presupuestos disponibles.

### 2.3.2 Calibración del sistema acústico

#### a) 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 de referencia conocido ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el valor teórico del blanco de referencia (Foote *et al.*, 1987).

Se utilizaron blancos estándar de cobre diseñados para las frecuencias de 38 y 120 KHz, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (Foote *et al.*, 1987). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de  $\pm 0,5$  dB, siendo aceptable con  $\pm 1$  dB.

Los controles de los equipos durante la calibración deben ser iguales que los utilizados durante la prospección, por lo tanto

ante eventuales cambios en estos controles es necesario realizar las mediciones con las diferentes alternativas ó repetir la medición.

Las mediciones se efectuaron en Valparaíso antes del inicio de la prospección. El buque se fondeó con dos anclas por la proa y una por la popa (barbas de gato).

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración, ésta se ubicó en el haz acústico mediante tres líneas de nailon monofilamento, utilizándose carretes de cañas de pescar para variar y controlar la ubicación del blanco en el haz.

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

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

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 ( $S_a$ ) se aplica el siguiente procedimiento:

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

siendo:

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

donde:

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

**b) Calibración de la intensidad de blanco (TS) "in situ"**

Con el fin de determinar la intensidad de blanco (TS) "in situ" de las especies objetivo se realizaron dos experiencias en zonas de alta y baja abundancia de sardina común, ubicadas en las cercanías de Constitución, asignada al lance 12 y en el golfo de Arauco (lances 19 y 20).

Los datos fueron recolectados durante la noche, sobre agregaciones tipo estratos con las frecuencias de 38 y 120 Khz en pulsos corto, medio y alto. La velocidad del buque varió entre 2,0 y 2,5 nudos.

Con el fin de analizar en forma cualitativa la posible presencia de blancos múltiples, se utilizó como patrón para establecer los rangos de la distribución de los TS, la información proveniente de la frecuencia de 120 khz en los tres pulsos, particularmente en pulsos corto y medio, y 38 khz en pulso corto. De este modo, se seleccionaron los rangos de los TS obtenidos preferentemente con el pulso medio a 38 khz, para ser analizado respecto a la talla de los peces.

En todo caso se debe tener presente que la prospección se realizó con la frecuencia de 38 khz con pulso medio, siendo la frecuencia y pulso mas utilizada a nivel mundial (Foote, 1987; Foote, 1986 y Simmonds *et al.*, 1987), debido a la mejor penetración del sonido (Clay 1990) y para evitar interferencias del pasabanda que se pueden producir en pulsos cortos (Soule *et al.*, 1995).

La información de TS detectada por el sistema acústico fue recolectada ping a ping\* con una tasa de sondeo automaticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utilizó una escala de 25 m, almacenándose en medios magnéticos.

La información fue procesada de acuerdo a las siguientes consideraciones; se consideró blanco individual aquellos ecos registrados a igual profundidad en al menos 2 pings, se aceptó que en 1 ping el blanco estuviera ausente, debiendo volver a ser detectado en el sondeo siguiente, también se aceptó como blanco aquellos que presentaran una variación de hasta 15 cm en la profundidad.

El TS corresponde a la ecuación:

$$TS = 10 \log \frac{\sigma}{4 \Pi}$$

donde:

TS = intensidad de blanco (dB)

$\sigma$  = área dispersante (m<sup>2</sup>)

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 tales como las medias aritmética y geométrica; la mediana y la moda.

De estas medidas del valor central se seleccionó la moda para asociarla con las tallas de los peces capturados en los lances de pesca, las otras medidas del valor central fueron desestimadas por encontrarse influenciadas por la simetría de las distribuciones.

Las muestras de tallas de los peces se obtuvieron en lances de pesca realizados antes de las mediciones de TS, en la estructura de tallas de los lances considerados se determinó la media aritmética, que coincidió con la moda, valores que fueron considerados para correlacionarlos con los TS medidos en la respectiva zona.

Debido a que los datos disponibles de TS fueron insuficientes para ajustar una regresión lineal simple de esta variable con la longitud de los peces, para cada pulso, frecuencia y talla se determinó la ecuación considerando la pendiente como 20, según el procedimiento aplicado internacionalmente y recomendado por Foote (1987) según:

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

donde:

TS = intensidad de blanco (dB)

L = longitud total (cm)

El TS se refirió a valores de TS<sub>kg</sub> según:

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

siendo:

TS<sub>kg</sub> = intensidad de blanco (dB/kg)

w = peso del pez (kg).

Finalmente, la constante de eointegración (C) se calculó según:

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

donde:

### 2.3.3 Identificación de especies

La identificación de especies se efectuó mediante lances de pesca de reconocimiento con red de arrastre a mediagua realizadas por el B/I Abate Molina en sectores en que las características de las agregaciones lo permitieron. De las capturas obtenidas en cada lance se obtuvieron los aportes porcentuales de cada especie, aplicándose a las lecturas acústicas en las I.B.M's cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1991).

Las unidades de eointegración asignadas a cada especie se estimaron según la siguiente expresión:

$$K_j = \frac{w_j * \sigma_j}{\sum (w_j * \sigma_j)}$$

donde:

- $K_j$  = aporte de la especie "j" a la lectura acústica.
- $w_j$  = proporción en peso de la especie "j" en la captura
- $\sigma_j$  = coeficiente de dispersión acústica de la especie "j".

Los datos recopilados en las pescas de identificación permitieron además, establecer la estructura de tallas y peso de los stocks de los recursos evaluados mediante los métodos acústicos.

En los sectores en que no fue factible realizar lances de pesca de reconocimiento, se aplicó el método acústico (Guzmán *et al.*, 1983) y el análisis de los ecogramas (Simmonds *et al.*, 1991) para separar los ecos provenientes de especies distintas a la sardina y la anchoveta.

El método acústico de identificación de especies consiste en calcular el coeficiente volumétrico de dispersión, Sv de cada cardumen, considerando el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes, comportamiento de las especies y su relación con la señal acústica, utilizándose la siguiente formulación:

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

En el caso de muestras digitales como la entregada por el sistema EK-500, la altura media de la señal corresponde al promedio de las alturas observadas en cada ping, respecto al número total de muestras consideradas, para este caso se aplica la siguiente ecuación.

$$S_v = 10 \log \left[ \frac{S_{a(c)}}{L_a D_a} \right] \quad [ dB ]$$

donde:

- $S_v$  = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardumen.
- $C1$  = constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK 500 está incluida en la salida calibrada del ecointegrador.
- $L$  = longitud de la agregación (m)
- $D$  = altura media de la señal remitida por la agregación (m).
- $S_{a(c)}$  = lectura del ecointegrador correspondiente a la agregación.
- $V$  = señal electrónica del cardumen (volt)

De este modo, es posible separar los ecos de las especies pelágicas pequeñas objeto del estudio de otras como merluza o jurel, considerando que el  $S_v$  de anchoveta y sardina común se encuentran entre -32 a -42 dB (Guzmán *et al.*, 1983). En el caso de jurel, los  $S_v$  se ubican entre -37 y -47 dB, mientras que los ecos de merluza de cola y común fueron discriminados según la información proveniente de los lances de pesca.

**c) Análisis biológico de las capturas**

A las capturas de cada lance se realizaron muestreos biológicos tendientes a establecer la estructura de tallas y peso de la especie dominante.

**2.3.4 Procesamiento de la información acústica**

El procesamiento de los datos se realizó en gran parte a bordo mediante un conjunto de programas computacionales *ad hoc*. Se crearon bases de datos con las lecturas acústicas por cada I.B.M. separados por especie, tipo de agregación, sus profundidades máximas y mínimas, la posición geográfica de cada I.B.M., fecha, número y rumbo de la transecta.

Con tales datos se obtuvieron las cartas de distribución (geográfica y batimétrica) de los recursos, expresadas en categorías de densidad y se calcularon los estimados de biomasa y sus varianzas.

El área prospectada fue medida mediante un planímetro digital.

**2.3.5 Estimación de la biomasa y sus varianzas**

**a) Biomasa**

La biomasa ( $\hat{B}$ ) se estimó según:

$$\hat{B} = A \hat{R} \hat{C}_b$$

donde:

- A = área de estudio en millas náuticas cuadradas  
 $\hat{R}$  = Estimador de razón de densidad media por número de intervalos básicos de muestreo.  
 $\hat{C}_b$  = Coeficiente de eointegración (t/mn<sup>2</sup>/Sa).

siendo la razón  $\hat{R}$  equivalente a las lecturas acústicas del eointegrador (Sa) por I.B.M., calculándose según:

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

donde:

- n = número de transectas de la muestra  
 $x_i$  = densidad de la transecta i-ésima.  
 $y_i$  = número de I.B.M. en la transecta i-ésima.

La lectura acústica del eointegrador por I.B.M. corresponde a la expresión:

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

donde :

- $S_a$  = lecturas promedio del eointegrador por I.B.M., en este caso se señala como la razón  $\hat{R}$  .  
 $S_v$  = coeficiente volúmetrico de dispersión (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>).  
 $R_o$  = profundidad de referencia del blanco (m).

$r_2, r_1$  = límites superior e inferior de la eointegración ó de los estratos programados (m).

1.852 = factor de transformación de metros a millas náuticas.

Un segundo estimador de biomasa utilizado correspondió al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z) 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, 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 estima como la media aritmética de los datos de Sa por intervalo básico de muestreo.

#### **b) Estimadores de la Varianza**

Para diseños sistemáticos como el aplicado en la presente evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra sistemática, 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. Por esta razón, la varianza de la biomasa se ha estimado mediante los Métodos Conglomerados de Tamaños Desiguales (Hansen *et al.*, 1954); Estratos Agrupados (Volter, 1985) y Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990). Adicionalmente se ha estimado la varianza de la biomasa mediante métodos geoestadísticos.

El estimador de la varianza de la biomasa ( $\hat{B}$ ), se expresa según:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 \times \hat{V}_i(\hat{R})$$

Los estimadores de la varianza de la razón  $\hat{V}_i(\hat{R})$  son:

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

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

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

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

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

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

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

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

**Estratos agrupados (Kirk M. Volter, 1985)**

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

donde:

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

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

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

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

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

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

donde:

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

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  $\hat{G}$  representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

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

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2Z_0 - Z_\alpha) \} ; \hat{F}^{-1} \{ \phi(2Z_0 + Z_\alpha) \})$$

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

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

y donde,

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

siendo  $\phi^{-1}$  la función inversa de la distribución normal estándar y  $Z_\alpha$  es el percentil superior de una normal estándar.

### Método Geoestadístico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La estimación de la varianza se realizó mediante el software EVA (Petitgas y Prampart, 1993).

#### 2.3.6 Distribución de los recursos

La distribución de cada especie, se presenta en mapas, utilizando una escala de densidad ( $t/mn^2$ ), determinada por la expresión  $75 \cdot 2^{(n-1)}$ , donde n representa el nivel de la categoría, siendo  $0 < n \leq 4$  (Tabla 3).

Los mapas de distribución se confeccionaron realizando una interpolación mediante el método de la distancia inversa al cuadrado ( $1/d^2$ ), presentándose gráficamente en dos tipos de representación, en mantos tri-dimensional, se presenta la lectura acústica completa y, en isoclinas planas de igual densidad según las categorías señaladas anteriormente.

En el sentido batimétrico, la distribución de los recursos es presentada en gráficos por cada zona.

### 2.3.7 Determinación y descripción de estructuras espaciales en la información acústica

En forma complementaria a los mapas de distribución espacial de los recursos, se analizan las características de las agregaciones mediante correlogramas para cada transecta, con lo que se describen los patrones de agregación en forma analítica. Esta herramienta es ampliamente utilizada en el estudio de series de tiempo de información acústica y permite determinar el tamaño de macroestructuras en la información recolectada (Barbieri 1981, Barbieri y Córdova 1986).

El procedimiento consistió en construir para cada transecta su correspondiente correlograma, el cual es medido como el coeficiente de autocorrelación ( $R_0$ ) entre los intervalos básicos de muestreo (IBM).

El coeficiente de autocorrelación  $R_0$  esta dado por:

$$R_0 = \frac{n_i}{n_i - k} \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \bar{Y}_i) (Y_{ji+k} - \bar{Y}_i)}{\sum_{i=1}^{ni} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)^2}$$

donde:

- k = orden de autocorrelación.
- $Y_{ji}$  = densidad j-ésima de la transecta i-ésima
- $Y_i$  = densidad media de la transecta i-ésima
- $n_i$  = número de IBM en la transecta i-ésima
- n = número total de observaciones

### 2.3.8 Análisis de las estructuras espaciales de las distribuciones

Para conocer la estructura espacial de la distribución de los recursos, se determinaron los variogramas  $Y(h)$ . Este procedimiento ha sido utilizado por Foote y Rivoirard (1992) y Petitgas (1993), donde el variograma está dado por la siguiente expresión:

$$Y(h) = \frac{1}{2} E[Z(x+h) - z(h)]^2$$

donde:

- z = densidad de peces en unidades de Sa.
- x = denota el vector de posición de la medición (I.B.M.)
- h = vector de magnitud h o distancia entre la posición de z(x) a z(x+h).

### 2.3.9 Índices de cobertura y abundancia relativa

Además de lo anterior y con el fin de complementar el análisis de la distribución espacial de los recursos en estudio, se utilizan los índices de Densidad y Cobertura (Castillo *et al.*, 1986). El Índice de Cobertura (IC) 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. El IC se calculó según:

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

La abundancia relativa de los recursos se determinó con el Índice de Densidad (ID), que indica el grado de concentración de los recursos en aquellas observaciones acústicas que detectaron su presencia. El procedimiento de cálculo para el ID es:

$$ID = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{Sa_{ij} \times C_b}{k}$$

donde:

- k = número de observaciones acústicas con presencia de recurso
- z = número total de observaciones acústicas en el crucero.
- Sa<sub>ij</sub> = lecturas acústicas en la i-ésima I.B.M. de la j-ésima transecta.
- C<sub>b</sub> = factor de eointegración, obtenido en base al TS<sub>kg</sub>, este valor varió en cada subzona, dependiendo de la relación TS/L y L/PESO.
- I.C. = índice de cobertura (%)
- I.D. = índice de densidad en t/mn<sup>2</sup>.

## VII. RESULTADOS

### 1. Resultados objetivo específico 2.4

Registrar y analizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de los recursos sardina común y anchoveta en el área de estudio.

#### 1.1 Condiciones atmosféricas

Las características de las variables atmosféricas intensidad y dirección del viento; temperatura del aire (seca y húmeda) y presión, fueron registradas a bordo del B/I Abate Molina. La Fig. 3, 4 y la Tabla 4 resumen la información meteorológica.

La temperatura del aire a nivel del mar se mantuvo en un rango de fluctuación entre 10,0 y 16,0 °C (media= 12,95, d.e.= 1.318), con valores mayores (> 15°C) en la región norte del área de estudio (días 6-8 de diciembre de 1996). En la región sur (a excepción del día 15 de diciembre de 1996), la temperatura del aire se mantuvo homogénea entre los 13 y 15 °C, para disminuir (<12°C) en las estaciones realizadas en el golfo de Arauco.

Durante el desarrollo del crucero, la velocidad del viento (Fig. 3) fluctuó entre períodos de calma y 23 nudos, presentando las mayores intensidades en el sector sur del área de estudio (entre los días 15 y 18 de diciembre de 1996), la dirección del viento estuvo en el tercer cuadrante (180 a 270°) entre el 6 y el 10 de diciembre, rolando al segundo cuadrante (90 a 180°) entre el 11 y 13 de diciembre y al primer cuadrante (0 a 90°) entre el 14 y 18 de diciembre. Con el objeto de evitar posibles sesgos por falta de temporaneidad de los datos de vientos, puesto que estos fueron recolectados en un periodo de 13 días, y que pudieran provocar

interpretaciones equivocadas, los resultados (Fig. 4) de la intensidad y dirección del viento, se presentan como serie de tiempo sin considerar la dimensión espacial.

## 1.2 Distribución horizontal de las variables hidrográficas

### 1.2.1 Temperatura

Se observa la presencia de un claro descenso de la temperatura, en el estrato de 5 m de profundidad, con el aumento de la latitud (Fig. 5). El área de estudio se divide por un gradiente térmico importante, de aproximadamente 2 °C (entre 15 y 13 °C) en una distancia de 20-30 mn, en las cercanías de Constitución (35°S), en un sector norte (entre 32°40' y 34°S) con presencia de aguas más cálidas (> 15 °C) y un sector sur (35°20' y 38°S) con temperaturas más frías, fluctuando entre los 13 y los 11,5 °C.

Temperaturas más frías (< 13 °C) fueron detectadas también en la zona más costera, asociada principalmente a puntas y cabos, *e.g.*, cabo Carranza (35°34'S), punta Tumbes (36°38'S), punta Lavapié (37°08'S) y punta Morquilla (37°43'S), revelando la presencia de focos locales de surgencia costera.

A nivel de 25 m de profundidad se observa un gradiente longitudinal (costa-océano) importante en el sector norte del área de estudio (1,5 °C en 30 mn), con la presencia de la isoterma de 13 °C en todo el sector más costero. Frente a Constitución (35° S) y al igual que lo detectado en la distribución de temperatura a 5 m de profundidad, se observa un fuerte gradiente térmico (2-2,5 °C en 20-30 mn) que divide el área de estudio en un sector norte, caracterizado por temperaturas mayores a 13,5 °C y un sector sur, con temperaturas menores a 11,5 °C, sobre todo en el

sector más costero, asociado a la presencia de focos locales de surgencia costera de aguas más frías.

La distribución horizontal de la temperatura en el estrato de 50 m de profundidad, aunque muestra un rango mucho más estrecho de variación (12,5-10,5 °C), presenta aguas levemente más cálidas en el sector norte del área de estudio. En el sector sur, y hacia la costa se presentaron valores menores a 11°C.

### 1.2.2 Salinidad

En el estrato de los 5 m se observó la presencia de aguas con salinidades entre 34 y 34,5 psu (Fig. 6). Un leve gradiente salino se sugiere al norte de Constitución (35° S), asociado al aporte fluvial del río Maule. En tanto que, un leve aumento de la salinidad con la longitud fue evidenciado en las cercanías de punta Lavapié (37°08'S), por efecto de focos locales de surgencia de aguas más salinas (>34,4 psu) en este sector. En la región más oceánica del sistema nerítico, las salinidades detectadas en el sector norte del área de estudio fueron levemente mayores (34,5 psu) que las registradas en el sur (34,1-34,2 psu).

La distribución horizontal de la salinidad a 25 m de profundidad, muestra un estrecho rango de fluctuación de la variable en toda el área prospectada (34,4-34,6 psu). En el sector más costero (< 10-15 mn) fueron detectadas aguas más salinas (> 34,6 psu) coincidiendo con menores temperaturas (< 11,5 °C) producto de eventos de surgencia costera.

En el estrato de 50 m se aprecia un leve, pero evidente gradiente salino de disposición longitudinal, con valores que aumentan hacia el sector costero. En este estrato de profundidad no fue posible la detección de diferencias salinas entre el sector norte y sur

del área de estudio. En el sector más costero cercanos a las localidades de cabo Carranza ( $35^{\circ}34' S$ ), punta Tumbes ( $36^{\circ}38' S$ ) y a la boca del golfo de Arauco ( $37^{\circ}08' S$ ) se presentaron aguas con salinidades mayores a 34,7.

### 1.2.3 Densidad:

El campo horizontal de densidad, en el estrato de 5 m de profundidad (Fig. 7), evidenció valores levemente menores (25,4 u. sigma-t) en el sector norte del área de estudio, con la presencia de un gradiente de densidad (0,4 u. sigma-t en 30 mn) en las cercanías de Constitución ( $35^{\circ} S$ ). Valores mayores a 26 u. sigma-t fueron detectados en el sector costero asociado a las localidades de cabo Carranza ( $35^{\circ}34' S$ ), Talcahuano ( $36^{\circ}38' S$ ) y punta Lavapié ( $37^{\circ}08' S$ ).

El estrato de 25 m evidenció aguas levemente menos densas en el sector más oceánico situado en el norte del área de estudio (25,6-25,8 u. sigma-t). Al sur de la localidad de Constitución ( $35^{\circ} S$ ), se presentan aguas con densidades mayores a 26 u. sigma-t, presentándose un gradiente longitudinal de densidad, con aguas más densas situadas en el sector más costero del área de estudio ( $>24,6$  u. sigma-t), asociado a surgencia local.

La distribución horizontal de densidad en el estrato de 50 m de profundidad, mostró un leve gradiente latitudinal en el área de estudio, modulado principalmente por leves variaciones de la temperatura. La densidad fue mayor ( $> 26,4$  u. sigma-t) al norte de los  $35^{\circ} S$ , y prácticamente en todo el sector sur del área de estudio.

#### 1.2.4 Oxígeno disuelto:

En el estrato de 5 m de profundidad, la variable oxígeno disuelto no presentó variaciones latitudinales de importancia, con valores fluctuando entre los 5 y 6 ml/l en toda el área prospectada (Fig. 8), a excepción del sector comprendido entre los 36°40' y 37°30'S, donde se detectaron concentraciones superficiales de hasta 3 ml/l.

A 25 m de profundidad y al sur de los 34 °S se observa un evidente gradiente longitudinal (costa-océano) de concentraciones de oxígeno disuelto variando entre 2 a 2,5 ml/l en 15-20 mn, disminuyendo hacia el sector más costero, mientras que al norte de los 34 °S el oxígeno se presentó en forma homogénea fluctuando entre 5 y 5,5 ml/l. Los valores más bajos para esta variable fueron detectados en zonas asociadas a focos locales de surgencia costera, e g., cabo Carranza (35°34'S), punta Tumbes (36°38'S) y punta Lavapié (37°08'S). En esta última localidad, los valores en el sector costero fueron menores a 2 ml/l.

Al igual que lo detectado para el estrato de 25 m, la distribución de oxígeno disuelto en los 50 m de profundidad, evidenció un claro gradiente de concentraciones en sentido longitudinal, con valores de 4 ml/l en el sector más oceánico y de 2 ml/l en el sector más costero del área de estudio. Los menores valores de oxígeno disuelto estuvieron asociados a las localidades de cabo Carranza (35°34'S), punta Tumbes (36°38'S) a la boca del golfo de Arauco (37°08'S) y a punta Morquilla (37°43'S), con valores menores a 1,5 ml/l.

#### 1.2.5 Clorofila-a superficial

La distribución horizontal de la clorofila-a superficial, en el área de estudio (Fig. 9) presenta claramente dos núcleos de altas

concentraciones, asociados a áreas de ubicación de focos locales de surgencia costera, e g., cabo Carranza (35°34'S) y punta Lavapié (37°08'S), presentando valores mayores a 10 y 18 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente. En el sector norte del área de estudio, los valores de clorofila-a fluctuaron entre 1 y 6 mg/m<sup>3</sup>.

#### **1.2.6 Clorofila-a integrada**

La distribución de la clorofila-a integrada en la columna de agua (Fig. 9) muestra una distribución similar a la clorofila-a superficial, evidenciándose los mayores valores en el sector sur del área de estudio, y específicamente dos núcleos de mayores concentraciones asociados a cabo Carranza (35°34'S) y punta Lavapié (37°08'S), con valores integrados mayores a 240 y 320 mg/m<sup>2</sup>. Por el contrario, la zona norte del área de estudio, presentó valores extraordinariamente bajos de clorofila-a integrada, con valores menores a 40 mg/m<sup>2</sup>.

#### **1.2.7 Relación entre la clorofila-a superficial y la clorofila-a integrada.**

Con el fin de evaluar el valor de las concentraciones superficiales de clorofila-a como predictor de standing stock de la biomasa fitoplanctónica de la columna de agua se ajustó una regresión lineal entre esta variable y la clorofila-a integrada. El ajuste lineal de los datos (n=49) mostró una correlación positiva y baja, con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,514 (Fig. 10).

#### **1.2.8 Profundidad base de la termoclina y de la capa de mezcla**

La distribución horizontal de la profundidad de la termoclina, mostró un claro gradiente longitudinal (costa-océano) en toda el área de estudio, presentándose a profundidades de 30-35 m en el

sector más oceánico y alcanzando los 15 m en el sector más costero del área de distribución (Fig. 11), no observándose una variación de la profundidad de la termoclina en el sentido latitudinal.

La relación de la profundidad base de la termoclina y el viento, no presenta un patrón claro de asociación.

La Fig. 12 muestra la distribución de las profundidades de la capa de mezcla en el área de estudio, notándose un estrato de mayor profundidad, mezclado verticalmente, en el sector más oceánico del área de estudio (entre 24 y 22 m), situado al norte de la localidad de Talcahuano ( $36^{\circ}50'S$ ). El análisis en el sentido vertical, también permite observar un claro gradiente longitudinal en este parámetro, disminuyendo hacia la costa, pudiendo alcanzar profundidades menores a 10 m, sobre todo al interior del golfo de Arauco ( $37^{\circ}S$ ), evidenciando una relación entre la profundidad de la capa de mezcla y la batimetría.

Las Fig. 12 y 13 muestran el análisis entre la profundidad base de la termoclina y de la capa de mezcla respecto de la componente este-oeste del viento (componente x). Por convención el eje x positivo indica vientos del este.

Así se observa una leve dominancia de los vientos del oeste, pero no es posible definir una relación significativa entre las variables: componente este-oeste del viento y la profundidad de la termoclina y capa de mezcla.

Respecto de la componente y (norte-sur), por convención los valores positivos indican vientos del norte, también existe un leve predominio de los vientos del sur (valores negativos), aunque tampoco es posible encontrar una relación entre la componente y

del viento y la profundidad de la termoclina y de la capa de mezcla (Fig. 14 y 15).

De estas cuatro figuras, se observa además que los vientos de dirección este-oeste son de menor intensidad (rango= 0-5 nudos) que los de dirección norte-sur (rango= 0-12 nudos), tanto en la dirección norte como sur.

La inexistencia de relaciones significativas entre las variables analizadas puede tener una base de explicación si se considera que durante el crucero se tienen valores instantáneos de viento y, que las escalas de variación de las variables son distintas. Por esto, en el análisis "punto a punto", donde la escala de variación temporal del viento es de más alta frecuencia que la fluctuación de la profundidad de la termoclina o de la capa de mezcla, es posible pensar en la inexistencia de correlaciones entre ambas variables sobre mediciones instantáneas.

### **1.3 Distribución vertical de la temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto**

En la subzona 1 (**Transectas 1 a 7**) se aprecia una marcada estratificación de la temperatura en los primeros 20-30 m de profundidad (15-13 °C), que tiende a hacerse más somera en las estaciones más costeras (Fig. 16 a 19). Bajo los 50 m de profundidad se encuentra una columna de agua mas bien homogénea, con valores fluctuando entre los 12 y 11°C. La excepción a lo anterior lo constituye la situación registrada en la transecta 5, en que la estructura térmica vertical revela gradientes importantes en los primeros 40 m de la columna de agua, situación que es menos evidente en la estación más oceánica, donde la profundidad de la capa de mezcla tiende a ser mayor (25 m). Lo anterior determinó una termoclina bien desarrollada, con gradientes verticales máximos

(3,5 °C/10 m), asociados a los 10-30 m de profundidad, con los máximos en los primeros 15 m.

De igual modo, la estructura salina vertical muestra un leve ascenso de las isohalinas de 34,5 y 34,6 psu en el sector costero, hacia los 15-20 m de profundidad, con variaciones pequeñas de la salinidad con la profundidad, manifestándose en leves haloclinas situadas entre los 10 y 20 m de profundidad. Al igual que en la temperatura, la excepción lo constituyó la situación registrada en la transecta 5 en que se registró una termoclina y picnoclina muy fuerte, asociada al estrato entre los 10-30 m.

La densidad sigue aproximadamente el comportamiento de la variable salinidad, notándose un mayor gradiente en el estrato de 20-30 m en el sector más oceánico y entre los 15-20 m en el sector más costero, producto del ascenso de las isopicnas, mostrando una picnoclina bien desarrollada, sobre todo en las cercanías de la costa, con un gradiente máximo de 0,7 u. sigma-t/10 m, evidenciando que la distribución vertical de la densidad está modulada por la temperatura.

La estructura vertical de oxígeno disuelto muestra una oxiclina importante, principalmente en las cercanías de la costa (3 ml l<sup>-1</sup>/10 m) con un descenso paulatino de las concentraciones, hasta alcanzar valores menores a 1 ml/l bajo los 100 m en sectores más oceánicos. Hacia la costa se aprecia un leve ascenso de la isolínea de 3 ml/l alcanzando los 50 m de profundidad, se destaca un núcleo de concentraciones mayores de oxígeno disuelto situado bajo los 100 m de profundidad en la transecta 7, asociado al quiebre de la plataforma continental.

En la subzona 2, entre las **Transecta 9 y 17** (Fig. 20 a 24) la distribución vertical de temperatura presenta un claro ascenso de

aguas más frías en los sectores costeros a partir de las estaciones realizadas a 10 mn de la costa, provocando una división longitudinal en este sector, de tal modo que es posible caracterizar un sector costero más mezclado verticalmente y otro oceánico, que presenta una clara estratificación entre los 20 y 40 m de profundidad, aunque en las estaciones más oceánicas (especialmente en la Transecta 9), fueron evidentes gradientes de temperatura levemente menores (ca, 3 °C/10 m) además de una mayor profundidad de la capa de mezcla.

Este ascenso de aguas más frías también se observa al analizar la estructura de salinidad y densidad, la salinidad presentó una gradiente vertical de 1 a 1,5 u sigma-t/10 m, con una penetración de aguas de mayor densidad y menor temperatura hacia el sector más costero. La penetración de aguas de características subsuperficiales ecuatoriales queda evidenciada por el ascenso de las isohalinas de 34,6 y 34,7 y la isopicna de 26,4, abarcando gran parte de la plataforma continental.

La variable oxígeno disuelto también presenta gradientes verticales mayores en el sector costero (4 ml l<sup>-1</sup>/10 m) asociados a los 10-20 m de profundidad con un ascenso de las isolíneas de 2 y 3 ml/l hasta casi los 20-25 m de profundidad, sin que se detecten variaciones con la distancia de la costa, salvo en la estación más oceánica, donde la estratificación tiende a ser menor.

**Transectas 18, 18GA, 19 y 19GA** (Fig. 25, 26, 29 y 30): Estas 4 transectas están situadas en la boca (Transecta 18) y al interior del golfo de Arauco (18GA, 19 y 19GA).

La Transecta 18, de mayor profundidad, presenta un evidente ascenso de la isohalina de 34,6 y de la isopicna de 26,4, por sobre los

25 m de profundidad, concordando con la distribución vertical de la isolínea de 2ml/l de oxígeno disuelto. La temperatura mostró valores bajos en superficie, con una leve estratificación en el sector más oceánico de la transecta.

La Transecta 18GA, situada al interior del golfo, presenta gradientes de temperatura y densidad importantes entre los 10 y 20 m de profundidad a lo largo de la transecta, con un leve ascenso de las isoterms de 12 y la isopicna de 26,2 hacia la estación más costera (18GA-1). La distribución vertical de oxígeno disuelto a lo largo de la transecta, reveló gradientes importantes entre los 20 y 30 m de profundidad, con un ascenso de las isolíneas hacia la estación más costera.

La transecta 19 mostró una columna de agua bien mezclada verticalmente, dominada por aguas frías (11,5-11 °C) y más densas (26,4-26,6 u. sigma-t) y concentraciones de oxígeno disuelto que superan los 2,5 ml/l.

La transecta situada en el fondo de saco del golfo de Arauco (Transecta 19GA), que corresponde a la más somera de todas (prof. máxima= 25 m), reveló una columna de agua bien mezclada verticalmente, hasta aproximadamente los 10 m de profundidad.

**Transectas 21 y 23** (Fig. 27 y 28), situadas en el extremo sur del área prospectada, de batimetrías semejantes, revelaron un comportamiento similar en la distribución vertical de las variables medidas a lo largo de las transectas. Este patrón estuvo caracterizado por el ascenso de aguas más frías (11-10,5 °C), salinas (34,6 psu) y densas (26,6 u sigma-t), hacia el sector más costero sobre la plataforma continental, especialmente en la Transecta 21, situada frente a punta Morquilla (37°43'S).

La distribución vertical de oxígeno disuelto a lo largo de los transectos, reveló un notable ascenso de aguas con menores concentraciones de oxígeno disuelto (isolínea de 2 ml/l) hacia la costa, alcanzando los 20 m de profundidad, en tanto que a profundidades similares, el sector oceánico estuvo dominado por concentraciones de oxígeno mayores a 5 ml/l.

#### **1.4 Estabilidad vertical**

La distribución vertical de la estabilidad es presentado para cada estación de muestreo en las Fig. 31 a la 45. Los mayores valores de estabilidad ( $10^{-5} \text{ m}^{-1}$ ), asociados a la ubicación vertical de los máximos gradientes de densidad, fluctuaron principalmente entre profundidades de 10 y 50 m.

Esta asociación es evidente, por ejemplo, en la estación más costera de la Transecta 9, donde la capa de mezcla alcanza los 35 m de profundidad y en la Transecta 15 (Estación 2), donde se verifica un gradiente importante de densidad en los primeros metros de la columna de agua, redundando en altos valores de estabilidad vertical.

El desarrollo del crucero en el sector nerítico del área de estudio, hace que sea necesario considerar el factor batimétrico respecto de la profundidad de la pycnoclina, que en la gran mayoría de los casos tiende a aumentar hacia el sector oceánico del área de estudio, notándose valores mayores de estabilidad a profundidades entre los 20 y 30 m.

#### **1.5 Diagramas T-S**

El análisis de los diagramas T-S para el sector de estudio (Fig. 46 a 49), muestra que la estabilidad está más modulada por la

temperatura (rango más amplio) que por la salinidad. En las transectas del sector norte del área de estudio (Fig. 46), fue posible observar una zona de mezcla, altamente variable, aguas subantárticas superficiales y la presencia de aguas ecuatoriales subsuperficiales.

Las características más someras de las estaciones situadas mas al sur, por ejemplo las transectas 13, 15 y 17, implica el reconocimiento de una zona variable de mezcla, con temperaturas entre 14,5-13,0 °C y salinidades entre 33,6-34,2 psu, y aguas ecuatoriales subsuperficiales con salinidades fluctuando entre 34,4 y 34,8 psu.

Las transectas situadas al interior de golfo de Arauco, estaciones muy someras (< 40-50 m), presentan aguas mezcladas con salinidades fluctuando entre 34,5 y 34,8 psu y entre 10,5 y 14,0 °C de temperatura.

#### 1.6 Clorofila-a

Las secciones oceanográficas de clorofila-a, para todas las transectas realizadas en este estudio, se presentan en las Fig. 50 a la 54.

La distribución vertical de la clorofila-a a lo largo del Transecta 3, presenta un núcleo costero de bajas concentraciones, con valores máximos de 3 mg/m<sup>3</sup> y valores muy deprimidos hacia el sector oceánico de la transecta (1 mg/m<sup>3</sup>). Valores menores aún fueron detectados a lo largo de la Transecta 5 con un núcleo subsuperficial (10 m) de 1,5 mg/m<sup>3</sup>.

Por el contrario, en la Transecta 5 los mayores valores fueron detectados superficialmente en el sector oceánico ( $7 \text{ mg/m}^3$ ), presentando concentraciones bajas ( $< 1 \text{ mg/m}^3$ ) en hacia la costa.

Las transectas situadas en el sector central del área de estudio (entre Constitución y Talcahuano), *i e.*, transectas 9, 11, 13, 15 y 17, presentaron un patrón de distribución vertical de clorofila-a similar, caracterizado por la presencia de gradientes verticales importantes entre los 10 y 20 m de profundidad. Estas transectas presentaron mayores concentraciones de clorofila-a que las situadas en el norte del área de estudio, evidenciando núcleos superficiales y subsuperficiales de concentración, situados en la región intermedia (transectas 11, 13 y 17) y costera (transectas 9 y 15), con valores que fluctuaron entre  $3 \text{ mg/m}^3$  (Transecta 9) y mayores que  $12 \text{ mg/m}^3$  (transectas 11 y 15).

Las transectas asociadas al golfo de Arauco fueron las que presentaron los mayores valores de clorofila-a, alcanzando concentraciones sobre  $20 \text{ mg/m}^3$  en la transecta situada en el fondo de saco del golfo (Transecta 19GA). En la Transecta 18, la distribución de la variable estuvo caracterizada por la presencia de un núcleo subsuperficial (10 m) más oceánico de concentración ( $>12 \text{ mg/m}^3$ ), presentando valores muy deprimidos ( $2-4 \text{ mg/m}^3$ ) en el sector más costero.

La Transecta 18GA, presentó valores mayores a  $8 \text{ mg/m}^3$  en los primeros 15 m de la columna de agua, a excepción de la estación más costera, que evidenció concentraciones menores (Estación 18GA-1;  $2 \text{ mg/m}^3$ ). Bajo los 30 m las concentraciones en todo el transecto fueron menores a  $2 \text{ mg/m}^3$ .

La Transecta 19 presentó concentraciones relativamente altas en los primeros 20 m de profundidad, con valores que fluctuaron entre

8-19 mg/m<sup>3</sup>, evidenciándose un núcleo de concentraciones (> 18 mg/m<sup>3</sup>) en la región más costera de la transecta. En cambio, la Transecta 19GA (fondo de saco del golfo), presentó los mayores valores detectados en el estudio, evidenciando un importante gradiente longitudinal con valores menores a 8 mg/m<sup>3</sup> en la costa y mayores a 20 mg/m<sup>3</sup> asociados a la estación situada en las cercanías de la boca chica del golfo de Arauco.

Por último, las transectas 21 y 23 revelaron valores menores de clorofila-a (<4 mg/m<sup>3</sup>) núcleos superficiales situados en el sector intermedio de las transectas.

## 2. Resultados objetivo específico 2.3

Determinar la distribución espacial y la abundancia de huevos y larvas de sardina común y anchoveta.

### 2.1 Biomasa zooplanctónica total

#### 2.1.1 Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica

La distribución espacial de la biomasa zooplanctónica total (g/1000m<sup>3</sup>) descrita en este estudio, se realizó a través de cartas de distribución horizontal de la variable y un análisis latitudinal (promedios por transecta).

La Fig. 55 muestra la distribución espacial horizontal de la biomasa zooplanctónica total en el área prospectada. Esta figura revela la presencia de núcleos de valores altos (>100 g/1000m<sup>3</sup>) centrados en la parte sur del área de estudio, principalmente asociados al interior del golfo de Arauco (37°S) y punta Morguilla (37°43'S). El sector norte, presentó valores mayores a 100

g/1000m<sup>3</sup> en el sector más costero, asociado a las puntas Curaumilla (33°06'S) y Topocalma (34°08'S).

El análisis por sectores en el área de estudio para la variable biomasa zooplanctónica, se presenta en la Tabla 5, la que considera el área prospectada total, y la división en sectores norte, sur y golfo de Arauco.

Los valores promediados por sector revelan un relativo aumento de la biomasa zooplanctónica hacia el sur, encontrándose en promedio, mayores valores en el sector del golfo de Arauco (prom.= 60,22 g/1000 m<sup>3</sup>).

El resultado reseñado en el párrafo anterior, es coincidente con lo indicado en la Fig. 56, que muestra la variación latitudinal de la distribución de la biomasa zooplanctónica total (promedios por transecta) para el área de estudio, la cual muestra valores relativamente similares en toda el área prospectada (prom.=51,78, d.s.=70,701), a excepción de los transectas 19, 22, 23 y 24, correspondientes a la zona sur, que evidencian valores superiores a 100 g/1000m<sup>3</sup>.

La contrastación de los valores de biomasa zooplanctónica total para los tres sectores estudiados en el crucero (i e., norte, sur y golfo de Arauco), indicó la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas para los tres sectores (estadístico Kruskal-Wallis= 2,501; p= 0,286).

Con el objeto de explorar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la biomasa zooplanctónica total, respecto de las distintas zonas evaluadas durante el estudio, se realizó una prueba no paramétrica (prueba U de Mann-Whitney) entre pares

de sectores, a saber: norte vs sur, norte vs golfo de Arauco y sur vs golfo de Arauco (Tabla 6).

La Tabla 6 revela la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas de la biomasa zooplanctónica total respecto de los tres sectores analizados.

## **2.2 Huevos y estados larvales de sardina común y anchoveta**

### **2.2.1 Distribución horizontal del componente ictioplanctónico**

En atención a los objetivos específicos del proyecto, el componente ictioplanctónico es referido aquí, específicamente, a la distribución de huevos y larvas de los recursos sardina común y anchoveta en el área de estudio. Se integra además la información de huevos y estados larvales totales de peces con fines meramente comparativos.

La distribución espacial de huevos y larvas de sardina común, anchoveta y estados larvales totales, son presentadas en las Fig. 57 a 59, respectivamente. El análisis de huevos de sardina común mostró un rango de distribución que abarcó toda el área de prospección (Fig. 57), evidenciando las mayores densidades asociadas al interior del golfo de Arauco ( $> 5000$  huevos/10m<sup>2</sup>).

Por el contrario, para el caso de huevos de anchoveta, el rango de distribución fue menor con estaciones positivas sólo en el sector sur del área de estudio, específicamente asociadas al sur de los 36° S. (Fig. 58). Al igual que para el caso de sardina común, los huevos de anchoveta mostraron las mayores densidades asociadas al interior del golfo de Arauco ( $> 5000$  huevos/10m<sup>2</sup>).

Debido al período en que se efectuó el crucero (diciembre), las densidades de estados larvales de sardina común y anchoveta, presentaron valores extremadamente bajos, lo que fue particularmente evidente para larvas de sardina común (Fig. 57) con sólo dos estaciones positivas en toda el área prospectada. Para el caso de estados larvales de anchoveta, las estaciones con presencia de larvas del recurso fueron levemente mayores, estando ausentes del sector norte del área de prospección y, generalmente de las estaciones situadas en el sector más oceánico del área de estudio.

La Tabla 7 presenta la estadística básica para huevos y larvas totales y, específicamente, para huevos y larvas de las especies sardina común y anchoveta, considerando la totalidad del área prospectada, la zona norte, la zona sur y el golfo de Arauco y, la Tabla 8 resume la información de frecuencia (%) y densidades (ind/10m<sup>2</sup>), considerando similar sectorización del área de estudio.

Los valores promedios detectados para las tres zonas estudiadas, confirman las mayores densidades para huevos de sardina común (prom.= 5.406,8 huevos/10m<sup>2</sup>) y de anchoveta (1.576,2 huevos/10m<sup>2</sup>) al interior del golfo de Arauco. La baja densidad de larvas de sardina común y anchoveta se ve reflejado en los valores promediados para el área de estudio, i e., 0,3 y 2,3 larvas/10m<sup>2</sup>, respectivamente.

### 2.2.2 Distribución latitudinal del componente ictioplanctónico

Un análisis latitudinal (promedio por transecta), para huevos y estados larvales totales de peces, y específicamente para huevos y larvas de sardina común y anchoveta, es presentado en las Fig. 60 a la 62.

La distribución latitudinal de huevos de anchoveta (Fig. 62) destaca la ausencia de huevos de la especie en el sector norte del área de estudio (hasta la transecta 12, a excepción de las transectas 9 y 10, con muy bajas densidades). En el sector sur se destacan concentraciones mayores en las transectas 13, 19 y 24, sobrepasando los 650 huevos/10 m<sup>2</sup>.

Por el contrario, los huevos sardina común (Fig. 60) se encontraron presentes en toda el área de prospección, con densidades menores a los 500 huevos/10m<sup>2</sup>, a excepción de la Transecta 16 (> 1.100 huevos/10m<sup>2</sup>) y una muy alta densidad en la Transecta 19 (12.141 huevos/10m<sup>2</sup>).

Respecto de la distribución latitudinal de larvas, para la especie sardina común (Fig. 60) se detectó sólo una estación positiva (Transecta 16) con valores de densidad muy deprimidos (< 8 larvas/10m<sup>2</sup>). Para anchoveta (Fig. 61), también se detectó un bajo número de estaciones positivas adscritas principalmente al sector sur del área de estudio, con densidades generalmente menores a 10 larvas/19 m<sup>2</sup>, a excepción de la Transecta 20 (> 35 larvas/10m<sup>2</sup>).

La contrastación de las densidades de huevos y larvas de sardina común y anchoveta para los tres sectores estudiados en el crucero (i e., norte, sur y golfo de Arauco), se presenta en la Tabla 9.

La Tabla 9 reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas (p<0,05) para las variables huevos de sardina común, huevos de anchoveta y larvas de anchoveta.

Con el objeto de explorar la existencia de diferencias estadísticamente significativas para los huevos y estados larvales de sardina común y anchoveta, respecto de las distintas zonas evaluadas

durante el estudio, se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, entre pares de sectores, a saber: sector norte versus sector sur, sector norte versus golfo de Arauco y, sector sur versus golfo de Arauco: los resultados de este análisis se resumen en la Tabla 10.

Las densidades extraordinariamente bajas de larvas, tanto de sardina común como de anchoveta, detectadas en toda el área de estudio y, la ausencia de estados larvales de ambas especies en los sectores norte y en el golfo de Arauco, no permiten una contrastación de estas zonas a través de la prueba estadística U de Mann-Whitney.

Para la contrastación de los sectores norte y sur, los resultados revelan la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para los huevos y larvas de sardina común ( $p = 0,482$  y  $p = 0,354$ , respectivamente) y, por el contrario, fueron detectadas diferencias significativas para huevos y estados larvales de anchoveta ( $p < 0,05$ ).

La comparación entre el par de zonas Sector Sur/golfo de Arauco, reveló resultados diferentes para larvas y huevos de ambas especies; así, los huevos de ambas especies presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas zonas ( $p < 0,05$ ); en tanto que, para los estados larvales de ambas especies, no fueron detectadas diferencias significativas entre el sector sur y el golfo de Arauco ( $p = 0,504$  y  $p = 0,095$  para larvas de sardina común y anchoveta, respectivamente).

### 3. Resultados Objetivos específicos 2.1 y 2.2

Determinar la distribución y biomasa (en peso) del recurso sardina común y su varianza asociada.

Determinar la distribución y biomasa (en peso) del recurso anchoveta y su varianza asociada.

#### 3.1 Pescas de reconocimiento

Durante el crucero se realizaron un total de 20 lances de pesca con la red de arrastre a mediagua (Fig. 1). Para estos efectos se utilizaron dos redes de arrastre, dependiendo de la profundidad del fondo. Las características principales de estas redes son:

Red 1. Diseño NICHIRO con forro interior de malla de 12 mm con portalones tipo SUBERKRUB de 4,5 m<sup>2</sup> de área, con una abertura vertical máxima en la boca de 30 m a 3,5 nudos de velocidad, esta red se utilizó en sectores donde la profundidad de los fondos fueron mayores, fundamentalmente en la subzona I.

Red 2. Diseño escocés modificado, con tamaño de malla de 12 mm con portalones de aluminio tipo HIDROFOIL de 3 m<sup>2</sup> de área, con una abertura máxima de 6 m en la boca a una velocidad de 2,5-3 nudos, debido a su mayor maniobrabilidad esta red se utilizó en sectores donde la profundidad del fondo fue menores, ubicados principalmente en la subzona II y particularmente en el golfo de Arauco.

Las capturas obtenidas fluctuaron entre 15 y 510 kg (Tabla 11). En 12 lances la sardina común fue la especie principal, mientras que

solo en 1 lance la anchoveta dominó en las capturas (lance 11), en 7 lances se registró mezcla entre la sardina y la anchoveta.

La merluza común estuvo presente en 3 lances, en el lance 7 se registraron ejemplares juveniles de esta especie, con tallas que fluctuaron entre 3 y 9,5 cm, en los otros dos lances las capturas de esta especie fueron realizadas en las cercanías de la superficie en lances nocturnos. En los lances 16 y 18 se registró merluza de cola juvenil, con tallas que variaron entre 7 y 14,5 cm, con una moda en los 9-10 cm. En el lance 15 la especie mas abundante fue el mote.

### **3.1.1 Estructura de tallas de las especies capturadas en los lances de reconocimiento.**

En general, las tallas de la sardina común variaron entre 3 y 14,5 cm con modas entre 5 y 6,5, observándose una tendencia a aumentar las modas de las tallas de los ejemplares capturados en los lances realizados hacia el sur de la subzona 2 (Fig. 63 a 73). En la subzona 1 y norte de la subzona 2 las tallas de las anchovetas variaron entre 4 y 7,5 cm, con modas en 6 a 6,5 cm. Las tallas de los ejemplares de anchoveta capturados en el lance 17 variaron entre 10 y 16,5 cm, con una moda centrada en los 13 cm (Fig. 70).

Las tallas del mote capturado en el lance 15 variaron entre 3 y 9,5 cm y una moda centrada en 5 cm (Fig. 69).

La merluza común capturada en el lance 7 presentó tallas entre 5 y 9,5 cm, con una moda centrada en los 6 cm y un promedio de 6,8 cm (Fig. 65).

Las tallas de la merluza de cola capturada en los lances 16 y 18 variaron entre 8,5 y 12,5 cm, con modas centradas en 9 y 10 cm, respectivamente (Fig. 70 y 71).

### 3.1.2 Estructura de pesos de las especies capturadas en los lances de reconocimiento.

En general, el peso de los ejemplares de sardina común variaron entre 1 y 19 g, observándose una leve tendencia a aumentar los pesos individuales hacia el sur de la zona prospectada. La estructura de los datos estuvo compuesta fundamentalmente por ejemplares con pesos entre 1 y 6 g, sólo en los lances 14, 17, 19 y 20 se capturaron peces con pesos superiores a 6 g llegando a 19 g. En las Fig. 74 a 77 se presentan las relaciones longitud-peso por cada lance y en la Tabla 12 se entregan las ecuaciones ajustadas a estos datos. La relación longitud-peso del total de datos fue (Fig. 77):

$$\begin{aligned} \text{Peso} &= 0,104 L^{1,84} \\ r^2 &= 0,85 \\ n &= 2632 \end{aligned}$$

Esta ecuación fue notoriamente diferente a la informada por Serra *et al.* (1978) para la zona de Talcahuano ( $\text{Peso} = 3,5119 \times 10^{-3} L^{3,3055}$ ). Estas diferencias se explican fundamentalmente por la alta influencia de los ejemplares de bajo peso y por el sesgo instrumental de la balanza utilizada en la medición de los pesos a bordo, que tuvo una precisión de 0,5 g. Por esta razón para el análisis posterior, se utilizó la relación determinada para diciembre de 1995 (Serra, comunicación personal).

$$\text{Peso} = 0,01860922 L^{2,694274}$$

En el caso de anchoveta, se aprecia un mayor rango en los pesos medidos, variando entre 1 y 28 g , observándose claramente dos grupos de datos ubicados entre 1 y 5 g, medidos en los lances 9 y 11 y entre 10 y 28 g obtenidos en el lance 17 (Fig. 79, Tabla 12). Por esta razón, en el caso de anchoveta, el posible sesgo instrumental detectado para sardina común estuvo minimizado. De este modo, la relación longitud-peso del total de lances fue (Fig. 78):

$$\begin{aligned} \text{Peso} &= 0,0096163 L^{2,93} \\ r^2 &= 0,95 \\ n &= 601 \end{aligned}$$

Los pesos de los ejemplares de merluza común y mote fluctuaron entre 1 y 7 g, mientras que en merluza de cola los pesos variaron entre 2 y 8 g (Fig. 77 y 80, Tabla 12).

### **3.2 Calibración de los equipos acústicos**

#### **3.2.1 Calibración electroacústica**

La calibración electroacústica del sistema EK-500 del B/I Abate Molina, se realizó utilizando blancos estándar de cobre de 60 mm de diámetro diseñada para la frecuencia de trabajo de 38 Khz.

Las mediciones se efectuaron en la bahía de Valparaíso el 4 de diciembre de 1995, midiéndose la frecuencia de 38 en pulsos corto, medio y largo.

En la Tabla 13 se entregan los resultados de estos trabajos.

Los resultados históricos de las calibraciones presentan variaciones inferiores a  $\pm 0,5$  dB, indicando un adecuado nivel de

estabilidad y normalidad en el funcionamiento del sistema acústico.

### 3.2.2 Calibración de la intensidad de blanco (TS) "in situ" de sardina común.

En las Fig. 81 a 92, se presentan los histogramas de las intensidades de blanco (TS) de sardina común registrados por el sistema acústico en los dos experimentos realizados, correspondientes a los lances de pesca 12 y 19-20.

En general, los TS registrados para la frecuencia de 120 Khz en los dos experimentos (lances 12 y 19-20) en los pulsos corto, medio y largo (0,1, 0,3 y 1,0 ms) variaron entre -65 y -37 dB, observándose que los datos tendieron a ubicarse en forma principal en tres grupos, entre -65 a -60 dB, entre -60 a -57 y entre -57 a -47 dB. Debido a la mayor abundancia registrada en la zona del golfo de Arauco, respecto a la zona de Constitución, el número de blancos discriminados fue mayor en el lance 19-20.

En relación a la frecuencia de 38 Khz, los TS presentaron un rango más estrecho en los valores extremos que los observados en la frecuencia de 120 Khz, variando entre -65 y -45 dB, con la excepción de la información recolectada en el lance 19-20 en pulso medio, en que se amplió el límite superior hasta -37 dB. Del mismo modo que en la frecuencia de 120 Khz, en los dos experimentos (lances 12 y 19-20) en los pulsos corto (0,3 ms), medio (1,0 ms) y largo (3,0 ms), se observan tres grupos de datos: entre -65 a -60,5 dB (-61 dB), -60,5 a -57 y -57 a -45 dB. En el caso de la información proveniente del pulso corto en el lance 19-20, los límites del grupo central de datos estuvo entre -58,5 y -48 dB. Las frecuencias de datos, al igual que en el caso de 120 Khz, también fue superior en el lance 19-20, respecto al lance 12, observándose

diferencias inferiores entre ambos lances que las registradas en el lance 12.

Dada la altura del pulso largo en la frecuencia de 38 khz (225 cm), el número de blancos resueltos fue bastante inferior que los observados a menores longitudes de pulso, registrándose una alta variabilidad sin una tendencia suficientemente clara.

Las modas de los TS fueron determinadas desde el grupo de datos ubicados entre -47 y -57 dB. Este grupo de datos fue establecido considerando como patrón la información proveniente de los pulsos corto y medio a 120 khz, debido a la mayor resolución de estos pulsos para la discriminación de blancos resueltos, puesto que tienen una altura de 7,5 y 22,5 cm, respectivamente.

Para cada grupo de datos se determinó el  $TS_{mo}$  y el  $b_{20}$  correspondiente. En general, la información proveniente del lance 19-20 en las dos frecuencias sugiere la detección de blancos múltiples, situación que probablemente fue motivada por la mayor abundancia de peces en la zona de trabajo.

Con el fin de verificar la representatividad de los TS medidos, en las tallas de los peces obtenidos en las capturas y considerando la detección de blancos múltiples en las mediciones correspondientes al lance 19-20, se recalculó el grupo de datos de TS, utilizando como criterio de filtrado la ecuación  $TS = -72,6 + 20 \log L$ , deducida de los datos provenientes del lance 12 en las dos frecuencias utilizadas en los pulsos corto y medio y en 120 khz en pulso largo. La información del pulso largo en 38 khz fue descartada, debido al escaso número de blancos detectados.

En la Tabla 14 se presentan las modas de los  $TS_{mo}$  determinados en cada grupo de datos, la longitud promedio de los peces capturados y el correspondiente  $b_{20}$ .

En general, los  $TS_{mo}$  para las dos frecuencias fueron similares, con una leve tendencia a ser inferiores para la frecuencia de 120 khz.

Al normalizar el TS por la talla de los peces, correspondiente al  $b_{20}$ , se observa que en general para la frecuencia 120 khz el  $b_{20}$  varió entre -72,79 y -72,18, mientras que en 38 khz los  $b_{20}$  en pulso corto fueron aproximadamente 1 dB mayor, variando entre -71,79 y -71,68 y para el pulso medio del lance 19-20 fue -73,18 dB. Para el caso del 38 medio del lance 12 el  $b_{20}$  calculado se encontró en el rango de los valores obtenidos para la frecuencia de 120 khz.

Los antecedentes de TS "in situ" para peces pelágicos pequeños son escasos a nivel mundial y mas aún en las especies presentes en el Pacífico sur, existiendo sólo algunos resultados informados por Córdova et al. (1996) para juveniles de anchoveta (**Engraulis ringens**) obtenidos en el proyecto "Estimación del reclutamiento de anchoveta de la zona norte (I y II Regiones)", los que evidentemente fueron sobrestimados por la detección de ecos múltiples.

El resultado alcanzado en el presente estudio se encuentra dentro del rango informado por Foote (1987); Dengol (1985) y Forbes (1985) en mediciones nocturnas de Herring (**Clupea harengus**) (Tabla 15), siendo alrededor de 2 dB inferior al valor informado por Foote (1986) en sprat.

De los resultados entregados por Barange **et al** (1994) para la anchoveta del cabo (**Engraulis capensis**) con tallas entre 7,5 y 7,34 cm, se deduce un  $b_{20} = -75,3$ , resultando un TS alrededor de 2,7 dB inferior al obtenido en el presente proyecto. Barange **et al.** (1996) informa para la misma especie un  $b_{20} = -76,1$  valor que al ser comparado con los alcanzados en el presente estudio es alrededor de 3,5 dB menor. La relación del  $TS_{kg}$  con la longitud, informada por este mismo autor fue  $TS_{kg} = -12,15 \text{ Log } L - 21,12$ .

No obstante que los resultados alcanzados en el presente estudio son congruentes con los informados por varios autores para el herring, validándolos, las diferencias registradas respecto a los resultados informados por Barange **et al.** (1994) y Barange **et al.** (1996), sugieren que en el presente caso, no obstante los filtros aplicados a los datos, también se incorporaron ecos múltiples, sobreestimando los TS. Lamentablemente, de existir tal situación, no es posible de resolver, por cuanto es inherente al nivel mínimo de resolución del equipo y a los algoritmos de detección de blancos resueltos del sistema acústico empleado.

Al respecto, Soule **et al.** (1995) señalan algunas deficiencias del algoritmo del sistema EK 500 para la detección de blancos resueltos en peces altamente concentrados, que incluso estando como blanco múltiple al nivel del pulso, puede entregar información errónea como blanco resuelto debido al efecto de cancelación de fases del sonido de tipo constructiva.

Considerando lo anterior, en los histogramas de los TS adquiere mayor relevancia el grupo de datos secundario ubicado entre -61 a -57 dB, como el sector que se detectó el mayor número de blancos

resueltos. En la Tabla 16 se entregan los valores de  $TS_{mo}$  y el  $b_{20}$  obtenidos en dicho grupo de datos.

Al utilizar el grupo secundario de datos se observa que el  $TS_{mo}$  varió entre -59,3 y -58,0 dB para la frecuencia de 120 khz en los diferentes pulsos y entre -59,0 y -58,3 dB para el 38 khz, con  $b_{20}$  fluctuando entre -77,99 a -76,09 para 120 khz y entre -77,69 y -75,39 para 38 khz. Estos valores del  $b_{20}$  son comparables a los entregados por Barange *et al.* (1996).

Sin embargo, al normalizar los TS por el peso de los ejemplares, es posible observar que la relación TS-L obtenida a partir del grupo principal de datos, logra un mejor ajuste a la ecuación de  $TS_{kg}$  informada por Barange *et al.* (1996) (Tabla 17).

Consecuentemente con estos resultados, la relación TS-L utilizada para el cálculo de la biomasa en el presente crucero es:

$$TS = -72,59 + 20 \log L$$

siendo L la longitud del pez en cm.

### 3.3 Relación día-noche de la prospección acústica

Con el fin de analizar el comportamiento nictimeral de la sardina común y anchoveta en la zona de estudio, la información acústica recolectada durante el día fue replicada en la noche en seis transectas. La información de posición y fecha de las transectas consideradas se entrega en la Tabla 18.

Las lecturas acústicas obtenidas por especie y transectas replicadas en el día y noche (Tabla 19) indican que para el caso de sardina en las dos transectas consideradas, la lectura acústica promedio diurna promedio es inferior a lo registrado durante el periodo nocturno, en un 43,5 (transecta 19) y 94,0% (transecta 26). Para anchoveta las lecturas acústicas promedio diurnas fueron inferiores en la transecta 12 pero presentó una relación inversa en la transecta 17. En el caso del jurel, se observa una situación similar a la registrada para la anchoveta, siendo mayores las lecturas acústicas nocturnas obtenidas en la transecta 12, invirtiéndose la relación en la transecta 14.

En general, las varianzas asociadas a las lecturas acústicas promedio aumentaron con los promedios calculados, de este modo en los casos en que las lecturas acústicas nocturnas fueron superiores a las diurnas, las varianzas presentaron una relación similar. La excepción a lo anterior, lo constituye la situación observada en la sardina común en la transecta 19, en que la varianza del promedio diurno fue superior al nocturno, con una relación de promedios inverso.

Se estudió la relación día-noche por especie, mediante un Análisis de Varianza aplicado a las lecturas a nivel de las IBM, y de los promedios por transecta ( $\bar{S}_a$ ), probándose la significancia de las hipótesis de igualdad de la relación día noche, con el test t de

Student, para el caso de comparación de las medias y F para el caso del análisis de varianza. En las Tablas 20 a 25 se entregan los resultados del ANDEVA y en la Tabla 26 se presentan los estadístico calculados y tabulados.

Los análisis de varianza indican que, en general, la varianza total estuvo explicada en gran medida por la varianza dentro de los grupos, excepto en el caso de la anchoveta en la transecta 12 en que fue mas relevante la varianza entre las lecturas de día y noche. Los resultados de los análisis estadísticos (Tabla 26) indican el rechazo de las hipótesis de igualdad de las muestras diurnas-nocturnas en los dos casos de anchoveta, aceptando la hipótesis para la sardina común y jurel. Sin embargo los altos valores de las varianzas de las medias mayores, producen un efecto de enmascaramiento, aceptando la igualdad de las muestras en casos en que evidentemente se registran diferencias, como son el caso de la sardina en la transecta 26. Lo anterior, se puede explicar en una insuficiente cantidad de información para establecer las diferencias o igualdades significativas en los datos y por la influencia del gran número de valores ceros registrados en el día y la alta variabilidad entre las observaciones registradas en las transectas.

Debido a lo anterior y considerando la características de la información, es necesario a futuro definir un diseño de experimento que permita evaluar posible diferencias entre los registros acústicos diurnos y nocturnos.

### **3.4 Distribución espacial de los recursos**

#### **3.4.1 Distribución geográfica de los recursos**

##### **3.4.1.1 Total de pequeños pelágicos (excepto jurel)**

Los recursos pelágicos pequeños detectados estuvieron constituidos principalmente por sardina común, anchoveta y en forma esporádica por jurel, el que se encontró hacia el límite oeste de la zona de estudio. Las dos principales especies fueron detectadas entre la costa y las 30 mn, registrándose las mayores densidades en las primeras 10 mn.

En atención a que durante la navegación costera entre las subzonas I y II, se detectó la presencia de recursos, las cartas de distribución geográfica por cada especie ha incluido esta información, restringiéndola a una franja de 5 mn a cada lado de la transecta.

##### **3.4.1.2 Sardina común**

Esta especie se distribuyó entre Valparaíso y bahía Carnero ( $37^{\circ}30'S$ ) entre la costa y las 30 mn (Fig. 93). Presentando una distribución altamente gregaria, observándose una clara estratificación en su localización en tres sectores, uno en la segunda mitad de la subzona 1 que estuvo ubicado entre San Antonio ( $33^{\circ}17'S$ ) y Topocalma ( $34^{\circ}10'S$ ) y dos en la subzona 2 localizados entre Constitución y el paralelo  $35^{\circ}50'S$  y desde Talcahuano hasta bahía Carnero ( $37^{\circ}30'S$ ).

Las mayores densidades se ubicaron en las primeras 10 mn de la costa, destacándose los sectores ubicados desde Bucalemu ( $33^{\circ}45'S$ ) a Topocalma y entre Constitución y el paralelo  $35^{\circ}50'S$ , resaltando

el primer sector debido a que presentó la mayor concentración de esta especie, representando el 36,9% de las lecturas acústicas asignadas a esta especie en todo el crucero. En general, las mayores densidades de sardina estuvieron asociadas a las desembocaduras de los ríos Maipo, Maule y Bío-Bío, tendiendo a ubicarse hacia el sur de su desembocadura.

En el golfo de Arauco, la sardina común se detectó en la boca norte y sur del golfo, las mayores densidades se registraron en la inmediaciones y hacia el este de la isla Santa María.

#### 3.4.1.3 Anchoqueta

La anchoqueta presentó una mayor homogeneidad en su distribución que la sardina común, detectándose entre Valparaíso y el límite sur de la prospección y entre la costa y las 30 mn (Fig. 94) registrándose en bajas densidades con pequeños focos de alta concentración, ubicados en las primeras 5 mn de la costa. Las mayores densidades se ubicaron preferentemente en la subzona 2, destacándose los sectores localizados al oeste de los paralelos  $34^{\circ}10'S$  y  $35^{\circ}00'S$  y de la punta Guaipén ( $36^{\circ}45'S$ ). En el caso de esta especie no se observó una clara influencia entre las altas densidades y la desembocadura de los ríos, coincidiendo solamente los sectores de alta concentración ubicados en el paralelo  $35^{\circ}00'S$  con el río Mataquito y en las cercanías del río Bío-Bío.

En el golfo de Arauco esta especie tuvo una baja presencia, con registros de baja densidad, localizados en las inmediaciones de la isla Santa María.

### 3.4.2 Distribución batimétrica de los recursos

#### 3.4.2.1 Anchoqueta

En la subzona I esta especie se distribuyó entre los 10 y 30 m, observándose que sobre el 70% de los cardúmenes fueron detectados en el estrato 10-20 m (Fig. 95), en la subzona II se observó que esta especie amplió los límites de su distribución batimétrica, ubicándose entre la superficie y los 50 m de profundidad (Fig. 96), registrándose casi el 60 % de los cardúmenes en el estrato 10-20 m, coincidiendo con la subzona I en el estrato de profundidad de mayor distribución del recurso.

Estas distribuciones batimétricas estuvieron asociados con las isotermas entre 13 y 15°C, para la subzona I y entre 10 y 14°C para la subzona II. Las mayores frecuencias se registraron en los 15° (58%) para la subzona I y en los 11°C para la subzona II (43%).

Las salinidades límites de la distribución batimétrica variaron entre 34,1 y 34,3 psu para la subzona I y entre 33,6 y 34,6, para la subzona II. Las mayores frecuencias de cardúmenes se registraron en los 34,2 (53%) en la subzona I y 34,3 (29%) en la subzona II.

Los valores del oxígeno que limitaron las distribuciones verticales en la subzona I, fluctuaron entre 4 y 5 ml/l, centrándose las mayores frecuencias en los 4 ml/l (67%). Para la subzona II se observó un rango bastante mas amplio que varió entre 1 y 6 ml/l, con una leve tendencia a ubicarse las mayores frecuencias entre los 3,5 y 4 ml/l.

### 3.4.2.2 Sardina común

En la subzona I, la sardina común se ubicó entre los 10 y 40 m de profundidad y en la subzona II entre la superficie y los 40 m de profundidad (Fig. 95 y 96). En ambos casos las mayores frecuencias de cardúmenes se registraron en estratos similares que la anchoveta. En el golfo de Arauco, esta especie fue detectada entre la superficie y los 30 m de profundidad, registrándose el 90% de los cardúmenes en los 10 m (Fig. 97).

Los rangos de las isotermas límites de la distribución vertical de sardina fueron más estrechas y con valores menores que para la anchoveta, es así como en la subzona I variaron entre los 11 y 14°C, y en la subzona II entre los 10 y 11°C. Las mayores frecuencias se registraron en la subzona I entre los 11 y 12 °C y en la subzona II en los 10°C. En el golfo de Arauco, presentó rangos de temperatura similares a los registrados en la subzona II, ampliándose a 13°C el límite superior de la temperatura (Fig. 97).

Esta especie se ubicó, en general, en valores de salinidad mayores que la anchoveta. Es así como las isohalinas límites en la subzona I variaron entre 34,2 y 34,4 psu y en la subzona II entre 34,2 y 34,6 psu, con las mayores frecuencias ubicadas entre 34,3 y 34,4 psu en la subzona I y en 34,4 psu en la subzona II. En el golfo de Arauco, las salinidades límites de la distribución batimétrica variaron entre 33,9 y 34,1, con las mayores frecuencias centradas en los 33,9 psu.

El oxígeno que limitó la distribución vertical de la sardina común presentó valores menores que la anchoveta detectándose entre 1,5 y 4 ml/l, en la subzona I y entre 1 y 3,5 ml/l en la subzona II. En este caso, las mayores frecuencias se registraron en los 3,5 y 2,5 ml/l para las subzonas I y II, respectivamente. En el golfo de

Arauco las oxiclinas variaron entre 1 y 5,5 ml/l sin observarse modas relevantes.

### 3.4.3 Análisis cartográfico de la información

#### 3.4.3.1 Subzona I

La anchoveta se presenta sólo en el 9,5% de las IBM's, este valor se incrementa al 10,5% al incluir las intertransectas costeras. El 99% de los Sa se encuentra al sur de la transecta 5 (Fig. 98).

La anchoveta se encuentra presente entre las transectas 4 y 8, el análisis estadístico efectuado a través de correlogramas permite señalar que sólo en 3 transectas se presentan macroestructuras y su tamaño varía entre 1 y 4 Ibm's que equivalen a una extensión de 0,5 a 2 mn, pero sólo en la transecta número 5 el tamaño de la macroestructura es estadísticamente significativa (Fig. 99).

El variograma isotrópico calculado a partir de la información de las transectas para el área de distribución de la anchoveta se muestra en la Fig. 100, se observa que el modelo ajustado no pasa por el origen y presenta efecto pepita que aporta con el 15,9%; presentando una estructura de una extensión de 1 a 1,5 mn y se ajusta a un modelo exponencial.

Al variograma estimado para el área del polígono de distribución del recurso (911 mn<sup>2</sup>) incluyendo las intertransectas, se le ajustó un modelo del tipo exponencial y se obtuvo que el 44% de la variabilidad de los Sa es explicada por el efecto pepita (Fig. 101).

La sardina comparece en sólo el 5,6% de las ibms, incrementándose al 16,7% si se incluyen las intertransectas costeras, y los Sa se encuentran situados al sur del área de estudio (Fig. 98). En

efecto, la sardina se presenta sólo en 2 de las 8 transectas (6 y 7) que se efectuaron en el área. En ambas transectas se presentaron macroestructuras que presentaron una extensión de 0,5 a 2mn, pero sólo 1 es estadísticamente significativa (Fig. 99). Por otro lado, en el variograma isotrópico se ajusta un modelo esférico que tiene un 7,9% de efecto pepita, donde se observa una estructura de 1,5 mn (Fig. 100).

Al variograma estimado para el área de distribución de la sardina se ajustó en un 100 % un modelo esférico con un umbral a 1 mn (Fig. 101).

#### 3.4.2.2 Subzona II

La anchoveta se encuentra presente en el 14,5 % de las ibms de las transectas, llegando al 18,0% al incluir las intertransectas y en 12 de las 16 transectas que fueron realizadas en el área (Fig. 98). En sólo 6 transectas (9, 12 15 17,18 y 24) se presentaron macroestructuras estadísticamente significativas cuya extensión varía entre 0,5 a 1,5 mn (Fig. 102).

El análisis de las transectas a través de las variables regionalizadas, presentan un variograma con una estructura que alcanza sólo a 1 milla y un alto efecto pepita (25,1%) (Fig. 103).

El variograma calculado para el área del polígono de distribución del recurso (incluyendo las intertransectas) muestra un fuerte componente aleatorio, ajustándose un modelo esférico en el que se explica el 33,8% de la variabilidad de los Sa por el efecto pepita, el umbral se alcanza en el rango de 1,5 mn (Fig. 101).

Por otro lado, no se observa una relación entre el tamaño de la macroestructura por transecta y los Sa (Fig. 102), esto en conjun-

to con el variograma (al que se le ajustó un modelo esférico) indica que la anchoveta forma pequeñas agregaciones y existe un fuerte componente aleatoria en su distribución, por lo que la variabilidad de los Sa es poco explicada por la estructura espacial de la anchoveta.

La sardina se presenta en sólo el 12,3% de las ibms de las transectas, subiendo al 15,5% si se consideran las intertransectas costeras, y en sólo 6 de las 16 transectas (Fig. 98). En 5 de ellas (10, 11, 12, 13 y 19) los correlogramas muestran la presencia de macroestructura cuya extensión es entre 0,5 a 2 mn (Fig. 103).

El variograma isotrópico muestra un efecto pepita de un 8,8%, para un modelo esférico, el umbral se estabiliza entre 1 y 2 mn (Fig. 104).

Al variograma calculado en el área de distribución del recurso, incluyendo las intertransectas (1.399 mn<sup>2</sup>), se ajusta un modelo esférico que tiene un 13,6% de efecto pepita (Fig. 105).

Por otro lado, existe una fuerte asociación entre el tamaño de la macroestructura y los Sa (Fig. 102). Por lo que el análisis geostatístico permite afirmar que la sardina se presenta en el área, formando estructuras que explican parte de la variabilidad de los Sa del recurso, además la sardina se congrega en macrozonas.

### 3.5 Estimados de la biomasa

De acuerdo a los resultados antes expuestos los estimados de biomasa de anchoveta y sardina común se realizaron considerando la ecuación  $TS = -72,59 + 20 \text{ Log } L$ . En el caso del jurel se consideró un  $TS_{kg} = -32,5 \text{ dB/kg}$ .

Debido a la segregación espacial detectada en las estructuras de tallas y pesos de los ejemplares de sardina común y anchoveta, los  $TS_{kg}$  aplicados variaron según la zona, en la Tabla 27 se presentan los valores aplicados en cada caso. En el caso del jurel y debido a las escasas muestras disponibles, no fue posible analizar el posible efecto de segregación espacial de las tallas, considerándose un valor de  $TS_{kg}$  único.

De este modo, en la Tabla 28 se presentan los estimados de biomasa por especie y zona.

La biomasa del total de especies pelágicas detectadas en la zona alcanzó a 262.676 t, el 98,3% de esta biomasa correspondió a sardina común y anchoveta en conjunto y el 1,7% restante fue identificado como jurel. La sardina común fue la especie mas abundante en la zona de estudio con una biomasa de 205.165 t (Tabla 28), representando el 78,1% del total de especies pelágicas detectadas. La anchoveta alcanzó el 20,2% de la biomasa detectada, con 53.143 t.

En la subzona I la biomasa total alcanzó a las 67.270 t, siendo el 91,2% correspondiente a sardina común (61.326 t) y el 8,4% asignada a anchoveta (5.620 t). En la subzona II la biomasa total de pelágicos alcanzó a 195.406 t, con 143.839 t (73,6%) para sardina común y 47.523 t (24,3%) para anchoveta.

En ambas subzonas la mayor densidad promedio correspondió a sardina común, variando entre 36,6 y 26,3 t/mn<sup>2</sup> para las subzonas I y II, respectivamente. La anchoveta registró densidades promedio bastante inferiores que los observados para sardina común, siendo 3,4 y 8,7 t/mn<sup>2</sup> para las subzonas I y II, respectivamente.

### 3.5.1 Estimados de biomasa mediante geoestadística

A la luz de los resultados alcanzados con los otros métodos, se aplicó el método de las variables regionalizadas, restringiendo el área al sector de distribución de los recursos.

De este modo, las áreas consideradas para anchoveta fueron 911 mn<sup>2</sup> (subzona I) y 3.045 mn<sup>2</sup> (subzona II), reduciéndose en 45,7% y en 44,4%, respectivamente. Para la sardina común, las áreas consideradas fueron 884 mn<sup>2</sup> (subzona I) y 1.399 mn<sup>2</sup> (subzona II), reduciéndose en 47,3% y 74,5%, respectivamente.

En general, los estimados de biomasa calculados según este procedimiento, fueron levemente inferiores en la subzona I, variando entre 0,6 y 7,4% para anchoveta y sardina común respectivamente, mientras que en la subzona II se presentaron leves diferencias positivas a favor del estimado con geoestadística siendo de un 4,9 para anchoveta y de un 9,4% para la sardina común (Tabla 29). Estas leves diferencias indican que se presentó un equilibrio entre la reducción del área y el aumento del promedio por la disminución en el número de observaciones, siendo atribuibles al efecto de agregación de los peces.

### 3.6 Precisión de los estimados de biomasa

En general, las mayores precisiones en la biomasa, medidos por el coeficiente de variación (CV) y el error (%), se alcanzaron en la subzona II, variando según el método utilizado entre 0,285 y 0,293 con errores (%) entre 0,47 y 0,48, para la anchoveta y entre 0,421 y 0,436, para la sardina común con errores entre 69 y 71,8% (Tablas 30 y 31).

En la subzona I la precisión de los estimados de biomasa fue notablemente inferior que en la subzona II con CV para anchoveta entre 0,699 y 0,803 y errores superiores al 70%, motivo por el cual son omitidos de las Tablas 30 y 31. La sardina común también presentó altos valores de CV variando entre 0,61 y 0,66, con errores superiores al 70%.

En ambas subzonas y para las dos especies, el Método Bootstrap presentó la mayor precisión en los estimados de biomasa. Sin embargo, existen pocas diferencias con el método de los Conglomerados, que entrega los CV mayores.

Los bajos índices de precisión registrados en la subzona I se explican básicamente por el comportamiento altamente gregario presentado por la sardina común y por la escasa presencia de anchoveta. En la subzona II esta situación se revirtió por las razones inversas que explican lo observado en la subzona I, vale decir, la mayor presencia de anchoveta y la distribución más homogénea de la sardina común redundaron en un incremento de los índices de la precisión de la biomasa.

### 3.6.1 Estimados de la precisión mediante geoestadística

De acuerdo a este procedimiento, los CV calculados para anchoveta en las subzonas I y II fueron 0,537 y 0,206, respectivamente (Tabla 29), obteniéndose una ostensible mejora en la precisión respecto a los valores alcanzados con el método Bootstrap, con un error del 33,8% para la subzona II. Aún cuando en la subzona I, el error se redujo en forma importante, su valor superó el 70%, siendo excluido de los resultados presentados.

En el caso de sardina común, se obtuvieron CV de 0,779 y 0,312 para las subzonas I y II, respectivamente. Estos resultados también permitieron mejorar la precisión de los estimados de biomasa, particularmente en la subzona II, donde se calculó un error del 51,3%.

### 3.7 Índices de cobertura y densidad

Los Índices de Densidad (ID) y Cobertura (IC), calculados en base a las IBM's de 0,5 mn y la información proveniente de las inter-transectas costeras, indican que la anchoveta ocupó un 10,5 y un 18,0% del área prospectada en las subzonas I y II, respectivamente. La sardina en cambio ocupó una mayor área (16,7%) en la subzona I respecto a la anchoveta, pero disminuyó a 15,5% en la subzona II (Tabla 32).

Los Índices de Densidad (ID) señalan que la sardina común en la subzona I presentó un ID de 219,4 t/mn<sup>2</sup>, registrándose hasta 374,0 t/mn<sup>2</sup> en los sectores de mayor agregación detectado en las cercanías de la costa de Bucalemu (Fig. 93). La anchoveta alcanzó a 31,8 t/mn<sup>2</sup>, alcanzando las 139,8 t/mn<sup>2</sup> en el sector de alta concentración ubicado hacia el límite sur de la subzona (Fig. 94).

No obstante la menor área ocupada por la sardina común en la subzona II, respecto a la anchoveta, el ID indica que esta especie registró una mayor concentración, presentando un ID de 169,7 t/mn<sup>2</sup>, en relación a 48,1 t/mn<sup>2</sup> de la anchoveta. En el sector de mayor concentración de sardina, ubicado al sur de la desembocadura del río Maule (35°30'S), entre las transectas 12 y 13, se registró una densidad de 1.114,8 t/mn<sup>2</sup>. De igual modo, la alta concentración de anchoveta localizada en 1 IBM de la transecta 13 (35°50'S)

presentó un ID de 282,1 t/mn<sup>2</sup>, otros sectores de alta concentración de esta especie, ubicados a la cuadra de la bahía Concepción presentó un ID de 140,9 t/mn<sup>2</sup>.

Los altos niveles de concentración presentados por la sardina en la subzona I, explican en gran medida la baja precisión de la biomasa obtenidos en dicha subzona.

## VIII. ANALISIS DE RESULTADOS

### 1. Análisis de resultados del objetivo específico 2.4

El régimen hidrográfico en la región de estudio, muestra un marcado patrón de variación estacional, debido al dominio del proceso de surgencia costera entre el comienzo de la primavera (inicios de septiembre) y el término del verano (marzo), período en el cual la alternancia entre eventos de surgencia activa y relajación está bien establecida (Arcos y Navarro, 1986; Arcos, 1987; Sobarzo, 1995).

Los resultados oceanográficos obtenidos en este estudio, sugieren un comportamiento diferencial de la distribución de las variables oceanográficas medidas, entre el sector norte (hasta los 34° S) y el sector sur (35 - 38° S).

Estas diferencias, principalmente asociadas al sector costero del área de estudio, pueden ser explicadas a través de la identificación de centros o focos locales de surgencia costera, asociados principalmente a salientes topográficas (e g., puntas y cabos), como por ejemplo, cabo Carranza (35°34'S), punta Tumbes (36°38'S), punta Lavapié (37°08'S) y punta Morguilla (37°43'S), los cuales modifican la distribución espacial de las variables hidrográficas, revelada a través de las cartas horizontales de distribución y del análisis vertical (secciones oceanográficas).

La presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en el sector nerítico del área de estudio, es consistente con lo detectado por otros autores para la región y período de estudio (Brandhorst, 1971; Díaz, 1980; Arcos y Salamanca, 1984).

Específicamente frente a las costas de la región comprendida entre los 36° y 38°S., la distribución horizontal y longitudinal de variables oceanográficas, han sido bien estudiadas durante el período estival, principalmente asociadas a la alternancia entre eventos de surgencia. Durante el período estival, las variaciones costa-océano (secciones oceanográficas) de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto indican un ascenso de aguas más frías y densas hacia los estratos superficiales de la columna de agua (Shaffer, 1984; Arcos, 1987; Ahumada, 1989; Núñez, 1995; Arcos et al., en prensa).

Estos resultados son consistentes con lo detectado en este estudio, principalmente en el sector asociado a punta Tumbes, punta Lavapié y punta Morquilla, y concuerdan con el análisis de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar realizado para esta región por Cáceres y Arcos (1991) y Arcos et al. (en prensa), quienes revelan la presencia de focos locales de surgencia asociados a los sectores de cabo Carranza, punta Nugurne, punta Tumbes, punta Lavapié y punta Morquilla.

Asimismo, Díaz (1980) también reconoce, para el período noviembre-diciembre, un claro ascenso de aguas más frías (11 °C) y densas (24,4 u. sigma-t) asociado a punta Nugurne y punta Achira, coincidiendo con lo detectado por este estudio, para el período estival.

En profundidad, la información oceanográfica mostró un claro gradiente de temperatura y densidad en los estratos superficiales de la columna de agua (entre 15-30 m), coincidiendo con lo reportado por otros autores para la región más costera, situada al sur de los 33°S. y para el período primaveral-estival (Wyrтки, 1964; Brandhorst, 1971; Díaz, 1980; Arcos y Salamanca, 1984) y, específicamente para la región nerítica entre los 36° y 38°S (Ahumada, 1989; Sobarzo, 1995, Núñez, 1995).

Los bajos valores de clorofila-a detectados en la zona norte del área de estudio ( $32^{\circ}40' - 34^{\circ}00'S$ ) y la detección de concentraciones mayores al sur de los  $35^{\circ}S$ , asociados principalmente a la presencia de dos núcleos de altas concentraciones en las cercanías de cabo Carranza y punta Lavapié, son consistentes con lo enunciado en los párrafos anteriores, y con lo detectado por otros autores para la región de estudio (Arcos y Salamanca, 1984).

Esta diferenciación latitudinal de la concentración de clorofila-a en la región de estudio, ha sido detectada también durante el período invernal (Serra *et al.*, 1994; Osses *et al.*, 1995). Estos últimos autores, discuten la distribución de esta variable (invierno de 1994) en el área de estudio, considerando la hipótesis de Ahumada *et al.* (1991) en relación al subsidio energético por parte de estuarios y bahías, hacia el sector de la plataforma continental adyacente.

No fue posible determinar una relación significativa entre algunas variables meteorológicas, *i e.*, intensidad del viento (considerando los componentes este-oeste y norte-sur) y la profundidad base de la termoclina y capa de mezcla. Esta falta de relación ha sido descrita también en otros trabajos realizados en la región de estudio, durante el período invernal (Serra *et al.*, 1994, Quiñones *et al.*, 1995). Una base explicativa para lo anterior se puede encontrar si se considera que las escalas de fluctuación de las variables son diferentes y que se cuenta con información instantánea de viento. Lo anterior, implica el reconocer problemas de temporaneidad en los datos y, a través de análisis "punto a punto" de la información, es esperable encontrar inexistencia de correlaciones entre ambas variables sobre mediciones instantáneas.

## 2. Análisis de resultados del Objetivo específico 2.3

La distribución de la biomasa zooplanctónica total presentó un aumento relativo hacia el sector sur del área de estudio, encontrándose, en promedio, mayores valores de biomasa zooplanctónica al interior del golfo de Arauco. Lo anterior es coincidente con la variación latitudinal de los valores promediados por transectas, que muestra valores similares en toda el área de prospección (a excepción de los transectas del extremo sur), y concuerda con la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ; Kruskal-Wallis) para los sectores norte, sur y golfo de Arauco.

Por otra parte, al analizar el componente ictioplanctónico, definido en este estudio como huevos y estados larvales de sardina común y anchoveta, fueron detectadas diferencias en la distribución espacial horizontal.

Estos clupeiformes, se caracterizan por ser especies netamente costeras que presentan un rápido crecimiento, un ciclo de vida corto, una elevada tasa de mortalidad natural y, por estar marcadamente influenciadas por la variabilidad del ambiente físico y biológico en las distintas etapas de su ciclo vital (Serra, 1978; Arrizaga, 1981; Cubillos y Arancibia, 1992).

Las densidades extraordinariamente bajas, de estados larvales de sardina común y anchoveta, son consistentes con el período en que se desarrolló el crucero de investigación (diciembre de 1995), y pueden ser explicadas en este contexto ya que, si bien estas especies son consideradas desovantes parciales, presentan un máximo de actividad reproductiva para la región centro-sur de Chile, entre los meses de junio y agosto (Cubillos y Arancibia, 1993), reflejándose una respuesta en el ambiente a través de un

máximo de abundancia larval en el plancton desde mediados de agosto hasta principios de octubre (Sepúlveda, 1990). Por lo anterior, no puede ser considerado como anormal, la detección de bajas densidades larvales de las especies objetivo encontradas en este estudio.

Al analizar los huevos de anchoveta y sardina común, la distribución espacial horizontal reveló un rango de distribución mayor para huevos de sardina común, abarcando toda el área de distribución. Por el contrario, los huevos de anchoveta presentaron un rango de distribución restringido al sector sur. No obstante lo anterior, no fue posible detectar la existencia de rangos de variables oceanográficas (e.g., temperatura, salinidad, densidad, oxígeno, clorofila-a) que sean preferenciales o que limiten efectivamente la distribución huevos de anchoveta en el área y período de estudio.

Esta distribución diferencial de huevos y estados larvales de las especies objetivo en el área de estudio, a diferencia de lo detectado para la biomasa zooplanctónica total, fueron detectadas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en la distribución espacial de huevos de sardina común y anchoveta y en larvas de anchoveta, considerando los tres sectores estudiados. La presencia de sólo una estación positiva de larvas de sardina común estuvo reflejada en la inexistencia de diferencias significativas al contrastar los tres sectores estudiados ( $p = 0,522$ ).

Para ambas especies, las mayores densidades de huevos estuvieron asociadas a las estaciones situadas al interior del golfo de Arauco y su plataforma continental inmediatamente adyacente.

Lo anterior, es consistente con el reconocimiento que tiene esta región como área de abundancia de peces adultos, desove y crianza

de numerosas especies de peces (Rojas *et al.*, 1983), donde destacan la anchoveta (*Engraulis ringens*), la sardina española (*Sardinops sagax*) y la sardina común (*Strangomera bentincki*), que realizan importantes desoves en el área nerítica de este sector.

Se ha postulado que estas altas concentraciones de peces (larvas, reclutas y adultos) en el área nerítica frente a Talcahuano, son el resultado de la conjugación entre el proceso de surgencia costera y las características fisiográficas y batimétricas de la zona; lo que redundaría en un activo incremento en los niveles de oferta ambiental (Bernal *et al.*, 1982; Arcos, 1987; Bernal *et al.*, 1990). Lo anterior, determinaría la generación de ambientes propicios para el desove y posterior desarrollo de larvas de peces.

Si bien las mayores densidades de huevos de sardina común en el área de estudio (a través del análisis gráfico de distribuciones horizontales), pareciera estar relacionada a sectores cercanos a la localización de focos de surgencia costera (sector sur), al correlacionar gráficamente estas variables con parámetros ambientales, no fue posible detectar una relación significativa entre ellas. Este mismo resultado fue detectado en el análisis de correlación múltiple, donde sólo algunos coeficientes presentaron una significancia estadística ( $p < 0,05$ ) con algunas variables ambientales medidas.

Este resultado ha sido también detectado en otros estudios que han considerado la relación de huevos y estados larvales de peces en el sector nerítico del centro-sur de Chile (Serra *et al.*, 1994; Quiñones *et al.*, 1995).

No obstante, para la región costera frente a Talcahuano, Arcos *et al.* (en prensa) detectaron muy bajos niveles de asociación (aunque significativos) al relacionar la biomasa zooplanctónica total y la

densidad de copépodos con variables ambientales (físicas y biológicas), considerando una escala menor de observación (decenas de kilómetros, días). Lo anterior, conlleva a pensar en la existencia de problemas de escala en el diseño de muestreo de las variables biológicas (por ejemplo larvas de peces) y parámetros ambientales, los que son generados por las restricciones impuestas por el diseño de muestreo (transectas) correspondiente a la evaluación hidroacústica, en este tipo de estudios.

### **3. Análisis de la precisión de los estimados de biomasa**

La variabilidad observada en los estimados de biomasa de los recursos pelágicos mediante métodos directos es fuertemente influenciada por el tipo de distribución de los recursos, de allí que en aquellos recursos que presentan distribuciones altamente contagiosas, como es el caso de los pelágicos, las varianzas e indicadores de la precisión sean normalmente altos. Es por esta razón que los métodos como el Bootstrap o el de Estratos agrupados, que tienden a suavizar la variabilidad registrada dentro de las transectas presentan indicadores de la precisión inferiores que aquellos obtenidos mediante el método de los Conglomerados de Tamaños Desiguales.

Al respecto Shoton y Down (1975), en un análisis comparativo de tres estimadores de varianza, señalan que conceptualmente el Método de los Conglomerados es el que se ajusta mejor a las características de los datos acústicos, por cuanto considera un índice de correlación serial entre las observaciones de las distribuciones contagiosas al interior de las transectas.

En el caso de los resultados alcanzados en el presente proyecto, se registran pocas diferencias entre los índices de precisión obtenidos con los distintos métodos utilizados, siendo levemente

mejores los alcanzados con el método Bootstrap, existiendo notables diferencias entre los valores obtenidos en las subzonas I y II, lo que se explica por la pobre presencia de anchoveta en la subzona I y por el alto nivel de agregación registrado por la sardina común, que se reflejó en la casi inexistencia de macroestructuras de sardina medidas mediante los correlogramas y por el tipo de distribución presentado por la anchoveta. En cambio en la subzona II, la sardina presentó macroestructuras de tamaño levemente superiores que en la subzona I, razón por la cual sus varianzas fueron menores, persistiendo el efecto del tipo de distribución aleatoria de la anchoveta en las varianzas.

Al restringir el cálculo al área de distribución de los recursos, mediante el método geoestadístico, se consigue reducir la influencia de los datos cero, midiéndose en forma más directa la variabilidad propia de las distribuciones, consiguiéndose una notable mejora en la precisión de los estimados de biomasa. Sin embargo, estos valores aún pueden ser considerados altos, puesto que en todos los casos superan el 33%, debiéndose analizar la problemática desde una óptica de incrementar el esfuerzo del muestreo o aplicar un muestreo del tipo adaptativo intensificándolo en los sectores de mayor agregación del recurso. En este sentido, cobra vigencia la propuesta de Robotham y Castillo (en prensa), que plantean la posibilidad de efectuar una prospección previa a la evaluación con el fin de establecer las zonas de distribución del recurso y de acuerdo a esta información definir la estrategia a aplicar.

En todo caso, los estimados del error alcanzados en el presente proyecto se encuentran dentro de los rangos registrados en la anchoveta de la zona norte de Chile (Castillo *et al.*, 1996) que históricamente ha variado entre 31% y 95%, dependiendo del condición de distribución presentada por la especie.

#### 4. Análisis integrado de la información

##### 4.1 Relación entre las condiciones hidrográficas y el componente zoo e ictioplanctónico.

##### 4.1.1 Biomasa zooplanctónica total

Los rangos de las variables oceanográficas donde se encontraba el zooplancton (biomasa zooplanctónica total), considerando todo el sector de estudio, es presentado en la Tabla 33.

Con el propósito de establecer relaciones entre las variables oceanográficas y la biomasa zooplanctónica total, se realizó un análisis gráfico presentado en las Fig. 106 a la 111 y un análisis de correlación parcial múltiple entre biomasa zooplanctónica total y las siguientes variables ambientales: temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad superficial (psu), densidad superficial ( $\sigma\text{-t}$ ), oxígeno disuelto superficial (ml/l), temperatura ponderada ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad ponderada (psu), densidad ponderada ( $\sigma\text{-t}$ ), oxígeno disuelto ponderado (ml/l), clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), profundidad base de la termoclina (m) y profundidad de la capa de mezcla (m) (Tabla 34).

La Tabla 34 muestra que los coeficientes de correlación entre la biomasa zooplanctónica total y las variables ambientales, son más altos en el sector del golfo de Arauco, donde fueron detectados, en promedio, los valores más altos de biomasa zooplanctónica total. No obstante, sólo fue significativa ( $p < 0,05$ ) la relación de esta variable con la temperatura superficial. En el sector norte del área de estudio, sólo se encuentra una relación significativa de la biomasa zooplanctónica con la clorofila-a integrada en la columna de agua.

#### 4.1.2 Huevos y larvas de sardina común y anchoveta

Los rangos de las variables oceanográficas donde se encontraban los huevos y larvas de las especies sardina común y anchoveta, considerando todos los sectores de estudio, son presentados en las Tablas 35 a la 39.

Para el sector norte, los huevos de sardina común se encontraban en un rango de temperatura mas bien estrecho (14,53-15,03 °C), con temperaturas promedio mayor (15,38 °C) que en el resto de las zonas estudiadas. Por otra parte, la salinidad fluctuó entre 33,40 y 34,59 psu. La variable oxígeno disuelto presentó valores entre 5 y 6 ml/l.

Para la zona sur, el rango de temperatura superficial en que se encontraban los huevos de sardina común, mostró un rango mayor de fluctuación (10,85-14,77 °C) que en la zona norte, pero con temperaturas menores (prom.= 13,02 °C). Por el contrario, la variable salinidad mostró un rango de fluctuación similar al detectado para la región norte del área de estudio. El oxígeno disuelto mostró también un rango mayor de variación (2,46-7,71 ml/l), aunque con un valor promedio similar (prom.= 5,25 ml/l).

Para el golfo de Arauco, sector donde se encontraron las mayores densidades de huevos de sardina común, las temperaturas promedio (12,73 °C) fueron menores que en el resto de las zonas estudiadas. Asimismo, presentó un rango de variación muy estrecho de salinidad superficial y valores de oxígeno disuelto levemente menores (prom.= 4,86 ml/l) al resto de las zonas estudiadas. Los valores de clorofila-a superficial detectadas para esta zona mostró que los huevos de sardina común se encontraban en un rango amplio de distribución de la variable (3,01-20,16 mg/m<sup>3</sup>), con valores

promedio más altos (12,03 mg/m<sup>3</sup>) que en el resto de la zonas estudiadas.

Debido a que los estados larvales de sardina común estuvieron escasamente representados en el área de estudio, con sólo una estación positiva en el sector sur del área de estudio, no se entrega una tabla de rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban las larvas de sardina común.

De igual manera, ya que los huevos de anchoveta fueron detectados sólo en el sector sur y en las estaciones situadas al interior del golfo de Arauco, no se presenta una tabla de rangos de variables oceanográficas para el sector norte, respecto de esta variable.

Si bien los huevos de anchoveta se distribuyeron en aguas con rango de temperaturas similar, los valores promedio detectados en el golfo de Arauco fueron mayores (prom.= 12,73 °C) que en el sector sur (prom.= 13,82 °C). Esta situación se repite para el caso del oxígeno disuelto, donde los menores valores se detectaron en el golfo de Arauco (4,86 ml/l). Los valores promedio de clorofila-a en las estaciones donde se encontraron huevos de anchoveta fueron casi 3 veces superiores en el golfo de Arauco que en el sector sur del área de estudio.

Las relaciones entre los huevos de sardina común y anchoveta y las variables ambientales medidas, y/o temperatura, salinidad, densidad, y oxígeno disuelto (superficiales y ponderadas) y, la clorofila superficial e integrada, la profundidad base de la termoclina, y la profundidad de la capa mezcla son presentadas en las Fig. 112 a la 123.

La Tabla 40 muestra, en general, coeficientes de correlación no significativos al contrastar la densidad de huevos de sardina

común en las distintas subdivisiones del área de estudio. En la zona norte, se destaca correlaciones significativas con el oxígeno superficial y la densidad ponderada, además de la clorofila-a integrada en la columna de agua. En tanto, el sector sur, presentó una correlación significativa con la salinidad superficial y con las profundidades de la capa de mezcla y de la termoclina. En el sector del golfo de Arauco, que presentó los coeficientes de correlación más altos entre los huevos de sardina común y las variables ambientales, fueron significativas ( $p < 0,05$ ) las correlaciones con la temperatura y densidad superficial y con la salinidad, densidad y el oxígeno disuelto ponderado.

La ausencia de huevos de anchoveta en el sector norte, impidió la relación de esta variable con parámetros ambientales. La Tabla 41 muestra, al considerar el área total, una relación significativa ( $p < 0,05$ ) con las variables superficiales (temperatura, salinidad y densidad) y con la profundidad de la temoclina y la clorofila-a integrada. Si bien, las mayores densidades de huevos de anchoveta estuvieron asociadas al sector del golfo de Arauco y la plataforma continental adyacente, en este sector sólo se detectó una relación significativa ( $p < 0,05$ ) con la salinidad superficial.

Debido a la ausencia de estados larvales de anchoveta en los sectores norte y golfo de Arauco, sólo se contrastan relaciones entre esta variable y parámetros ambientales, considerando el área total y el sector sur del área prospectada (Tabla 41). Los resultados indican coeficientes de correlación positivos pero no significativos ( $p < 0,05$ ) con todas las variables ambientales.

#### 4.2 Relación entre la abundancia de peces, medidos mediante hidroacústica y las variables oceanográficas físicas $T^{\circ}$ , S y $O_2$

Con el fin de hacer comparables las bases de datos entre la información acústica por especie, recolectada a nivel de IBM's de 0,5 mn, se realizó una interpolación lineal en doble sentido de la información oceanográfica  $T^{\circ}$ , S y  $O_2$ , medida en estaciones discretas. La primera interpolación de los datos se efectuó dentro de las transectas, determinándose las variables a cada IBM, la segunda interpolación se efectuó entre las transectas, estableciéndose las variables en las transectas e IBM's en que no se realizó muestreo oceanográfico (transecta por medio).

A partir de esta información, se determinaron los valores de las variables oceanográficas en la profundidad media a la cual se detectaron las agregaciones en los Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M).

Se exploró la correlación de las variables oceanográficas en la información de densidad acústica ( $S_a$ ) por especie y subzona (I y II), mediante un análisis de correlación múltiple, midiéndose la significancia en los coeficientes de correlación determinados en este análisis por medio de los valores del test de prueba de contraste de independencia entre dos variables.

De este modo se estableció que en todos los casos la salinidad tuvo una correlación significativa con la densidad acústica, a un nivel de confianza del 95 % (Tabla 43). En el caso de anchoveta en la subzona I el oxígeno tuvo una mayor significancia, mientras que en la subzona II las tres variables consideradas tuvieron una correlación significativa, siendo mas relevante para la salinidad.

Para sardina en la subzona I, solo la salinidad tuvo una correlación inversa con la densidad acústica, mientras que en la subzona II, aún cuando las tres variables oceanográficas consideradas estuvieron correlacionadas con la densidad acústica, la salinidad fue la menos significativa, mientras que la temperatura y el oxígeno presentaron niveles de significancia similares. En el caso del jurel no se observó correlación entre la densidad acústica y las variables oceanográficas.

Aún cuando estos resultados presentan algunas tendencias, el limitado número de datos impiden ser concluyentes, por lo que estos resultados deben ser considerados a nivel preliminar, siendo necesario continuar el estudio de los factores analizados a fin de explorar la posible existencia de una relación funcional multivariada entre la densidad acústica y las variables oceanográficas anteriormente señaladas.

El análisis anterior, aun cuando es insuficiente para concluir en la determinación de relaciones funcionales entre las densidades de peces y las variables oceanográficas físicas, trasluce la existencia de diferencias en las condiciones oceanográficas asociadas a los recursos entre las subzonas I y II y entre las especies, señalando que la salinidad es la variable que se mantiene con menor variación en el sentido latitudinal.

Es así como los resultados indican que la temperatura en que se localizaron las mayores densidades de anchoveta y sardina común tendió a bajar en el sentido latitudinal, siendo para anchoveta de 15 °C en la subzona I y 11 °C en la subzona II, mientras que en la sardina común las temperaturas de mayor concentración alcanzaron a los 11-12 °C, en la subzona I y 10 °C, en la subzona II. La salinidad asociada a la anchoveta fue 34,2 y 34,3 psu para las subzonas I y II, respectivamente, mientras que la sardina común

tuvo menores variaciones con valores en torno a 34,4 psu para ambas subzonas.

Además, los focos de mayor densidad de anchoveta y sardina común tendieron a localizarse en las cercanías de las desembocaduras de los grandes ríos, que en el caso de sardina común se ubicó hacia el sur de estos sectores, los que también estuvieron asociados con las áreas de mayor surgencia y concentración de clorofila-a.

La segregación espacial de estas especies, motivada aparentemente por condiciones oceanográficas, también ha sido registrada en la zona norte de Chile en anchoveta y sardina española, observándose que en ese caso los frentes térmicos y salinos provocan la separación entre ambas especies (Castillo *et al*, 1996).

## IX. CONCLUSIONES

1. El período de estudio se caracterizó por la presencia de vientos con intensidades promedio entre 10 y 15 nudos, alcanzando hasta 23 nudos, presentando las mayores intensidades en el sector sur del área de estudio. No se detectó una relación significativa entre los componentes este-oeste y norte-sur del viento, respecto de la profundidad de la capa de mezcla y base de la termoclina.
2. El análisis de los perfiles verticales para las variables oceanográficas medidas, reveló la presencia de una termoclina y pycnoclina bien desarrolladas, con máximos gradientes situados entre los 10 y 25 m de profundidad. Por el contrario, la salinidad mostró poca variación con la profundidad. Las variaciones verticales de oxígeno disuelto también fueron importantes, alcanzando valores menores a 1 ml/l en las estaciones más oceánicas, a partir de los 100 m de profundidad.
3. La distribución horizontal superficial de la temperatura un claro descenso con la latitud y un gradiente térmico importante, de aproximadamente 2 °C/30 mn, situado en las cercanías de Constitución (35° S), que dividió el área de estudio en un sector norte (entre 32°40' y 34° S) con presencia de aguas más cálidas (> 15 °C) y un sector sur (35°20' y 38° S) con temperaturas más frías (13 y los 11,5 °C).
4. Se detectaron cuatro focos locales de surgencia costera, ubicados a cabo Carranza (35°34'S), punta Tumbes (36°38'S), punta Lavapié (37°08'S) y punta Morgilla (37°43'S), con temperaturas menores a 13°C y densas (> 26 u.sigma-t).

5. La distribución horizontal de la clorofila-a evidenció valores más bajos asociados al sector norte del área de estudio ( $32^{\circ}40' - 34^{\circ}00' S$ ). Las mayores concentraciones de esta variable (al sur de los  $35^{\circ} S$ ) estuvieron asociados a la presencia de dos núcleos de altas concentraciones en las cercanías de cabo Carranza y punta Lavapié, situación concordante con la ubicación de focos locales de surgencia costera.
6. La distribución espacial horizontal de la biomasa zoopláctónica total en el área prospectada revela la presencia de núcleos de valores altos ( $>100 g/1000m^3$ ) centrados en la parte sur del área de estudio, principalmente asociados al interior del golfo de Arauco ( $37^{\circ} S$ ) y punta Morguilla ( $37^{\circ}43' S$ ). El sector norte, presentó valores mayores a  $100 g/1000m^3$  en el sector más costero, asociado a las puntas Curaumilla ( $33^{\circ}06' S$ ) y Topocalma ( $34^{\circ}08' S$ ).
7. La distribución espacial de huevos de sardina común abarcó toda el área de prospección, evidenciando las mayores densidades asociadas al interior del golfo de Arauco ( $> 5000$  huevos/ $10m^2$ ). Por el contrario, los huevos de anchoveta, estuvieron asociados sólo al sector sur del área de estudio. Al igual que para el caso de sardina común, los huevos de anchoveta mostraron las mayores densidades asociadas al interior del golfo de Arauco.
8. Los estados larvales de ambas especies presentaron bajos valores de densidad, con presencia sólo en el sector sur del área de estudio, lo que es concordante con el desfase existente entre el período de estudio (diciembre) y el máximo de actividad reproductiva de ambas especies en el área centro-sur de Chile (junio-agosto).

9. Se determinó la relación intensidad de blanco in situ (TS) respecto a la longitud de los peces  $TS = -72,59 + 20 \log L$
10. Las tallas de la sardina común variaron entre 3 y 14,5 cm con modas entre 5 y 6,5, se observó una tendencia a aumentar las modas de las tallas de los ejemplares capturados en los lances realizados hacia el sur de la subzona 2. En la subzona 1 y norte de la subzona 2 las tallas de las anchovetas variaron entre 4 y 7,5 cm, con modas entre 6 a 6,5 cm.
11. La sardina común se distribuyó entre Valparaíso y bahía Carnero ( $37^{\circ}30'S$ ) entre la costa y las 30 mn. Presentando una distribución altamente gregaria, observándose una clara estratificación en su localización en tres sectores. Las mayores densidades se ubicaron en las primeras 10 mn de la costa. En general las mayores densidades de sardina estuvieron asociadas a las desembocaduras de los ríos Maipo, Maule y Bío Bío, tendiendo a ubicarse hacia el sur de su desembocadura. En el golfo de Arauco, la sardina común se detectó en la boca norte y sur del golfo, las mayores densidades se registraron en las inmediaciones y hacia el este de la isla Santa María.
12. La anchoveta presentó una mayor homegeneidad en su distribución que la sardina común, detectándose entre Valparaíso y el límite sur de la prospección y entre la costa y las 30 mn registrándose en bajas densidades con pequeños focos de alta concentración, ubicados en las primeras 5 mn de la costa. Las mayores densidades se ubicaron preferentemente en la subzona 2. En el golfo de Arauco esta especie tuvo una baja presencia, con registros de baja densidad, localizados en las inmediaciones de la isla Santa María.

13. La biomasa del total de especies pelágicas detectadas en la zona alcanzó a 262.676 t, el 98,3% de esta biomasa correspondió a sardina común y anchoveta en conjunto y el 1,7% restante fue identificado como jurel. La sardina común fue la especie mas abundante en la zona de estudio con una biomasa de 205.165 t, representando el 78,1% del total de especies pelágicas detectadas. La anchoveta alcanzó el 20,2% de la biomasa detectada, con 53.143 t. En la subzona I la biomasa total alcanzó a las 67.270 t, siendo el 91,2% correspondiente a sardina común (61.326 t) y el 8,4% asignada a anchoveta (5.620 t). En la subzona II la biomasa total de pelágicos alcanzó a 195.406 t, con 143.839 t (73,6%) para sardina común y 47.523 t (24,3%) para anchoveta.

En general, los estimados de biomasa calculados en el área restringida a la distribución de la especie fueron mayores con el método de las variables regionalizadas, variando entre 0,6 % para la anchoveta en la subzona I y 20,3% para la sardina común en la subzona II.

14. Los Indices de Cobertura (IC), indican que la anchoveta ocupó un 10,5 y un 18,0% del área prospectada en las subzonas I y II, respectivamente. La sardina en cambio ocupó un 16,7% del área prospectada en la subzona I y 15,5% en la subzona II.
15. Los Indices de Densidad (ID) señalan que la sardina común en la subzona I presentó un ID de 219,4 t/mn<sup>2</sup>, registrándose hasta 374,0 t/mn<sup>2</sup> en los sectores de mayor agregación detectado en las cercanías de la costa. La anchoveta alcanzó a 31,8 t/mn<sup>2</sup>, alcanzando las 139,8 t/mn<sup>2</sup> en el sector de alta concentración ubicado hacia el límite sur de la subzona.

En la subzona II el ID de sardina común y anchoveta fue 169,7 t/mn<sup>2</sup> y 48,1 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. En el sector de mayor concentración de sardina, ubicado al sur de la desembocadura del río Maule (35°30'S), se registró una densidad de 1.114,8 t/mn<sup>2</sup>. De igual modo, la mayor concentración de anchoveta presentó un ID de 282,1 t/mn<sup>2</sup>.

16. La sardina común y la anchoveta presentaron una clara segregación espacial, motivada aparentemente por condiciones oceanográficas. La anchoveta se ubicó en temperaturas de 15°C en la subzona I y 11 °C en la subzona II, mientras que en la sardina común las temperaturas de mayor concentración alcanzaron a los 11-12 °C, en la subzona I y 10 °C, en la subzona II. La salinidad asociada a la anchoveta fue 34,2 y 34,3 psu para las subzonas I y II, respectivamente, mientras que la sardina común tuvo menores variaciones con valores en torno a 34,4 psu para ambas subzonas.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aglen A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. FAO Fish. Rep. 300, 293-298.
- Aguayo, M. y S.Soto. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Serv. Inv. Pesq. IFOP, Santiago (Chile), 28:1-31.
- Ahumada, R. y L. Chuecas. 1979. Características hidrográficas de la Bahía de Concepción, VIII Región, Chile. Gayana (Misc.), 8: 1-56.
- Ahumada, R. 1989. Producción y destino de la biomasa fitoplanctónica en un sistema de bahías de Chile central: Una hipótesis. Biología Pesquera, 18:53-66.
- Ahumada, R., P. Matraí y N. Silva. 1991. Phytoplankton biomass distribution and relationship to nutrient enrichment during an upwelling event off Conception Bay Chile. Bol. Soc. Biol. de Concepción. 62: 7-19.
- Arcos, D.F. y M. Salamanca. 1984. Productividad primaria y condiciones oceanográficas superficiales en el Pacífico Suroriental. Latitudes 32-38° S. Biología Pesq., 13:5-14.
- Arcos, D. y N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile ( 37°S). Invest. Pesq. (Chile), 33:91-98.
- Arcos, D.F. 1987. Seasonal and short time scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling

area off Concepción coast, Chile. PhD. Thesis Dissertation, State University of New York, Stony Brook, 203 pp.

Arcos, D., S. Núñez y A. Acuña (en prensa). Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano (Chile): Identificación y dinámica de áreas de retención larvas. *Revista Gayana (Oceanología)*.

Arrizaga, A. 1981. Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común, **Clupea (Strangomera) bentincki** Norman, 1936. *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 52: 5-66.

Arrizaga, A. y C. Veloso. 1982. Estimación de mortalidades (M, F y Z) y del coeficiente de capturabilidad (q) en la sardina común, **Clupea Strangomera bentincki** Norman 1936, de Talcahuano-Chile. *Monografías Biológicas*, (2):39-49.

Barange, M., I. Hampton and M. Soule. 1996. Empirical determination of in situ target strenghts of three loosely-agregated pelagic fish species. *ICES J. mar. Sci.*, 53: 225-232.

Barange, M., I. Hampton, S.C. Pillar and M.A. Soule. 1994. Determination of composition and vertical structure of fish comunities using in situ measurements of acoustic target strenght. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 99-109.

Barbieri, M., J. Córdova. 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: *La Pesca en Chile*. P. Arana. (Ed.) Escuela Cioencias del Mar, UCV, Valparaíso, Chile. 249-259.

- Bernal, P. A., F. L. Robles y O. Rojas. 1982. Variabilidad física y biológica de la región meridional del sistema de corrientes de Chile-Perú. En: Segundo seminario-Taller: Bases biológicas para el uso y manejo de los recursos naturales renovables. Recursos Marinos (J. C. Castilla, ed.) Monografías Biológicas, 2: 75-102.
- Bernal, P.A., G. Herrera, A. Troncoso, H. González y M. George-Nascimento. 1990. Cuantificación de la mortalidad larval de **Sardinops sagax** y de **Engraulis ringens**. Efecto de la inanición y su control causal. Informe Final Proyecto FONDECYT 0372-88
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y metodos de trabajo con zooplancton marino. Publicación especial. INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaiso, 14(3): 45-84.
- Cáceres, M. 1992. Vértices y filamentos observados en imágenes de satélite frente al área de surgencia de Talcahuano, Chile central. Invest. Pesq. (Chile), 37:55-66.
- Cáceres, M. y D. Arcos. 1991. Variabilidad en la estructura espacio-temporal de un área de surgencia frente a la costa de Concepción, Chile. Invest. Pesq. (Chile) 36:27-38.
- Castillo, J., M. Barbieri, J. Córdova, S. Lillo y U. Parker. 1996. Evaluación y Distribución de los Recursos. En: Evaluación Hidroacústica de los recursos Anchoveta, sardina española y

jurel en las Regiones I a IV. Informe Final de Proyecto FIP 95-03. 161 p. + anexos figuras y tablas.

Castillo, J., M. A. Barbieri and A. Gonzalez. 1996. Relationships between sea surface temperature, salinity, and pelagic fish distribution off northern Chile. ICES Journal Of Marine Science, 53: 139-146.

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 proyecto FIP 035-94-01. 124 p + Tablas y figuras. Chile Inst. Fom. Pesq.

Carpenter, J.H. 1965. The Chesapeake Bay Institute technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. y Oceanogr., 10: 141-143.

Castillo, J., P. Pineda y J. Blanco. 1985. Cuantificación acústica de recursos pelágicos en la zona Arica-Coquimbo. Informe final a Empresas Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile, 31p.

Cubillos, L. y H. Arancibia. 1993. Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta del área de Talcahuano., situación actual y perspectivas. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Chile 2(2), 19 pp.

Cubillos, L., H. Arancibia, R. Alarcón, S. Núñez, G. Valenzuela, L. Vilugrón y D. Arcos. 1994. Informe Final. Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII Región. Fondo de Investigación Pesquera - Instituto de Investigación Pesquera.

- Díaz, M. 1980. Descripción del régimen hidrográfico entre punta Nugurne y punta Lavapié (julio-diciembre de 1979). Instituto de Fomento Pesquero, 63 pp.
- Dixon, W. y F. Massey. 1970. Introducción al Análisis Estadístico. Mc Graw-Hill México. 489 p.
- Foote, K. 1983. Journal of the Acoustical Society of America, Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- Foote, K. 1981. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. Fisker og Havet Ser, B, 1981 (6): 1 - 107.
- 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.
- Foote, K. and J. Rivoirard. 1992. Geostatistical analysis of acoustic survey data on O-group herring in Fjord. ICES C.M. 1992/D:10. 14 p.
- Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacusctic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Griffiths, F.B., G.H. Brown, D.D. Reid y R.R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter subsamples. J. Plank. Res., 6(5):721-731.

- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: Jhon Wiley and Sons, INC.
- Kimura D.K. and Lemberg N.A. 1981. Variability of line intercept density estimates (a simulation study of the variance of hidroacoustic biomass estimate). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1141-1152.
- K. M. Volter. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.
- Mac Lennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Published by Chapman y Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.
- Millero, F. y A. Pisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Research, 28A:625-629.
- Núñez, S. 1995. variaciones espaciales y temporales de la asociación de copépodos del sistema de surgencia de Talcahuano (CHILE). Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción. 161 pp.
- Omori, M. y T. Ikeda. 1984. Methods in marine zooplankton ecology. Wiley Interscience Publication. John Wiley y Sons Inc., 332 págs.
- Osses, J. y J. Blanco. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona centro-sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en

- la VIII Región y cuantificación de las condiciones biooceanográficas. Instituto de Fomento Pesquero.
- Osses, J., V. Ortiz y C. Barrera. 1995. Oceanografía Química. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur V a IX Regiones . Informe Final de Proyecto al FIP. Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 220 p + anexos.
- Parsons, T., Y. Maita y C. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, 172 págs.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. ICES J. mar. Sci., 50: 285-298.
- Pond, S. y G.L. Pickard. 1983. Introductory dynamic oceanography. Pergamon Press, 241 págs.
- Peterson, W.T., D.F. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson y P. Tiselius. 1988. The nearshore zone during coastal upwelling: daily variability and coupling between primary and secondary production off central Chile. Progress in Oceanography, 20:1-40.
- 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.
- Robotham, H. and J. Castillo. 1995. (Mimeo) Changes in aggregations of pelagic resources in North Chile and their

consequences on acoustic survey design. Paper presentado al Simposio de Acústica Aberdeen-Escocia. junio 1995.

Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles (1983). Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Instituto de Fomento Pesquera-Chile, AP 83-31: 98 págs.

Rudstam, L., T. Lindem and S. Hansson. 1988. Density and in situ Target Strength of herring and sprat: a comparison between two methods of analyzing single-beam sonar data. Fisheries Research, 6 (1988) 305-315.

Sepúlveda, A. 1990. Variabilidad temporal del ictioplancton en un área de surgencia costera de Chile central: Procesos ambientales y biológicos asociados. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción. 81 pp.

Serra, R. 1978. La pesquería de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) de Talcahuano; análisis de su desarrollo y situación actual. IFOP, Santiago (Chile), 29: 21.

Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M. Barbieri, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y H. Robotham. 1994. Informe Final Proyecto FIP Evaluación directa de la biomasa del recurso jurel en la zona centro-sur de Chile. 148 pp + 128 Figs.

Siegel, S. 1986. Estadística no paramétrica. Décima edición. Editorial Trillas, España. 344 pp.

- Shaffer, G. 1984. Preliminary report of the field studies carried out in the coastal zone near Talcahuano, Chile, between November 1983 and March 1984. Special report to SAREC, Sweden.
- Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca (175):107 pp.
- Shotton, R. 1979. Acoustic survey design. In: Meeting on Hydroacoustical methods for the estimation of marine fish population. Cambridge, MA, USA. 25- 29 june 1979.
- 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.
- 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).
- Soule, M., M. Barange and I. Hampton. 1995. Evidence of bias in estimates of target strenght obtained with a split beam echo-sounder. ICES J. mar. Sci., 52: 139-144.
- UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and the international equation of state of seawater 1980. UNESCO Tech. Papers in Mer. Sci., N°36.
- Yáñez, E., M.A. Barbieri y A. Montecinos. 1990. Relaciones entre las variaciones del medio ambiente y las fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona de Talcahuano, Chile. En: Perspectivas de la actividad pesquera

en Chile. M.A. Barbieri (Ed.). Escuela de Ciencias del mar, UCV, Valparaíso: 49-62.

Yáñez, E., M.A. Barbieri, A. González, O. Pizarro, M. Bravo, R. Canales y S. Salinas. 1994. Sea surface thermal structure associated to the pelagic fish resources distribution in northern Chile. Proceeding of the Second Thematic Conference on Remoting Sensing for Marine and Coastal Environments.

# FIGURAS

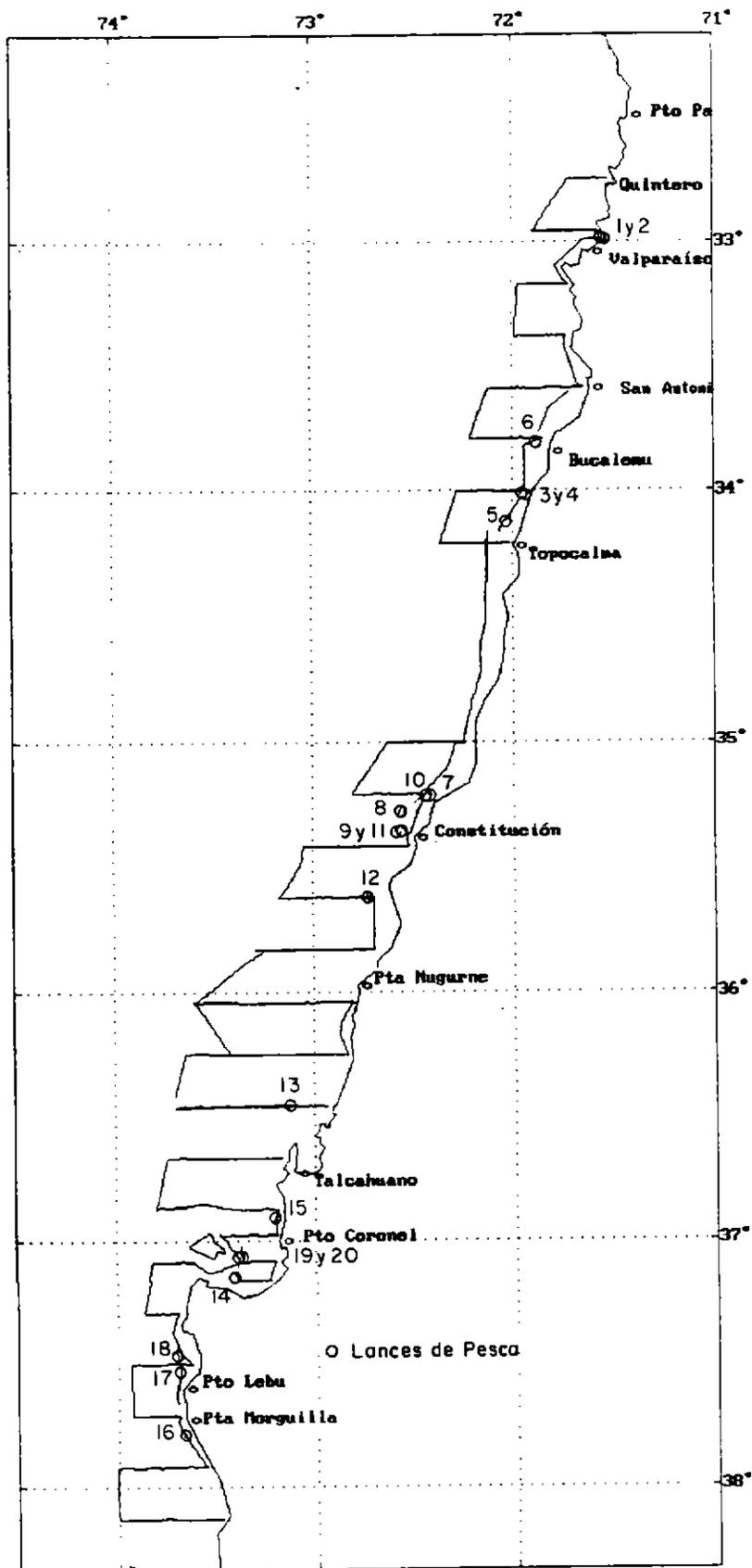


Figura 1. Red de transectas de muestreo acústico y lances de reconocimiento realizados. Crucero PELASUR 9512.

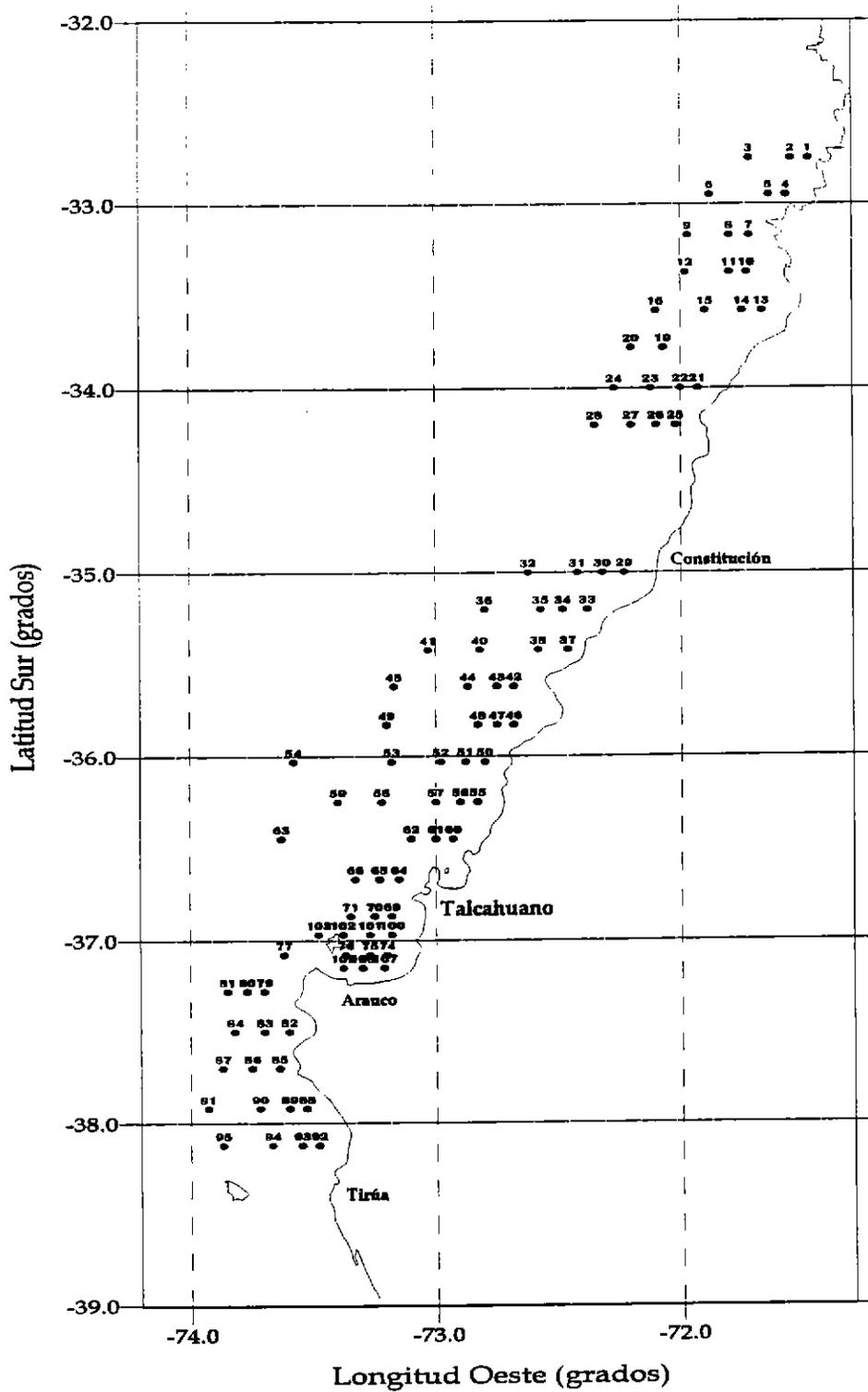


Figura 2. Ubicación de transectos y estaciones de muestreo.

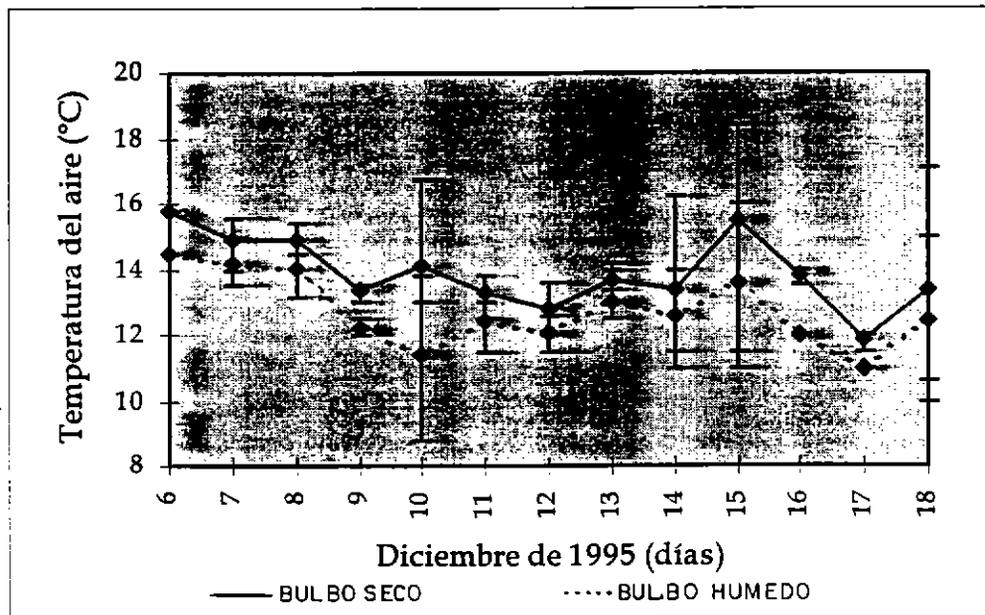
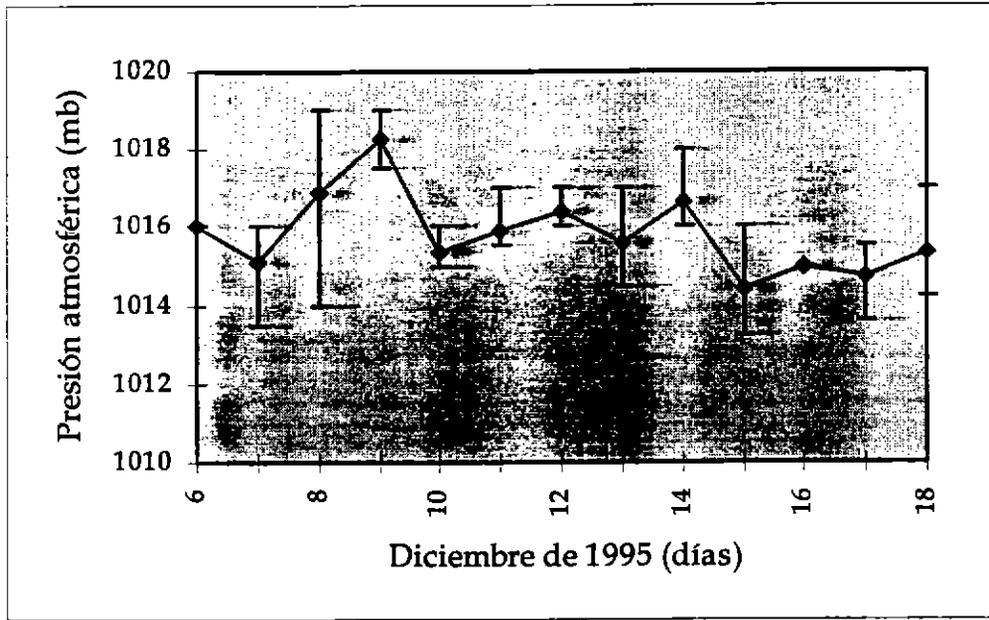


Figura 3. Presión atmosférica y temperatura del aire durante el crucero PELASUR 9512.

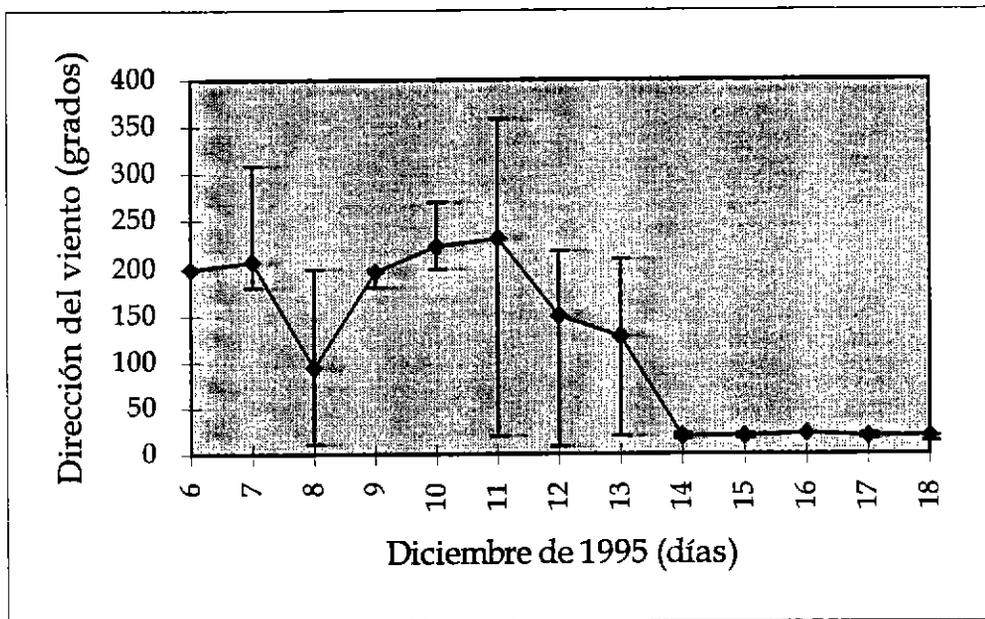
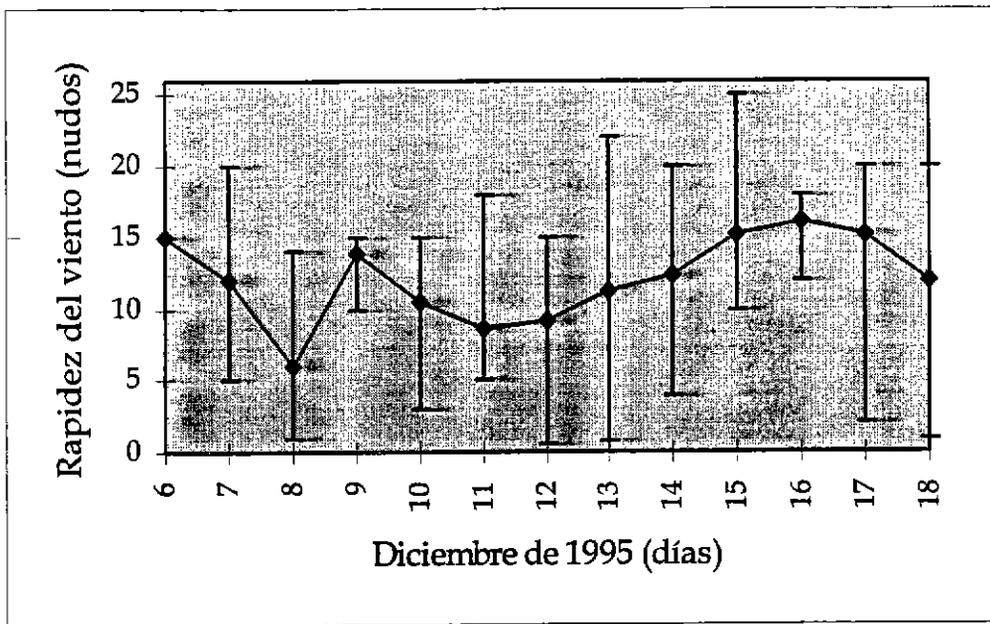


Figura 4. Rapidez y dirección del viento durante el crucero PELASUR 9512.

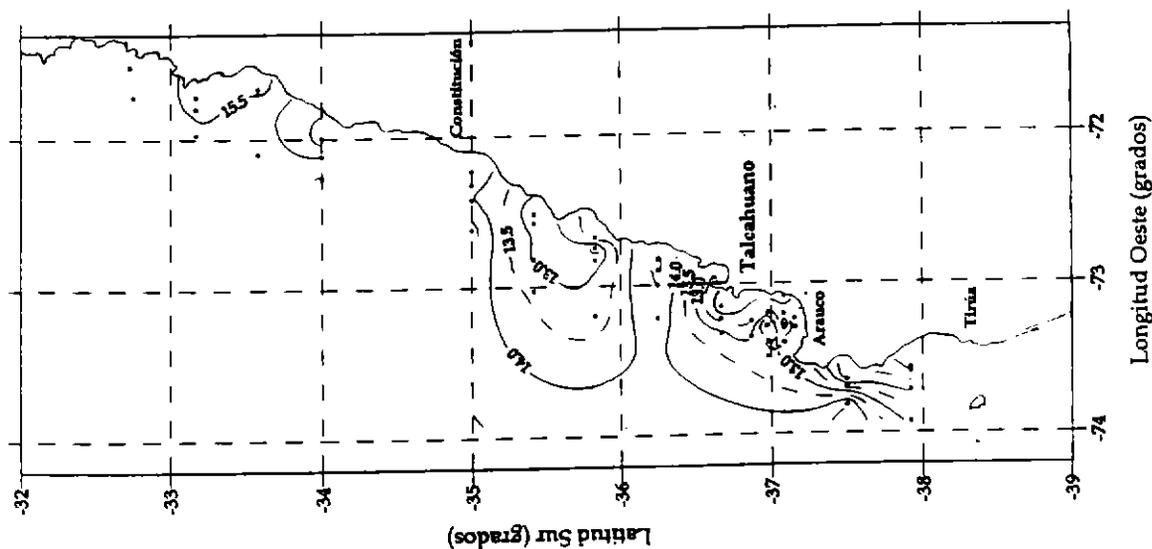
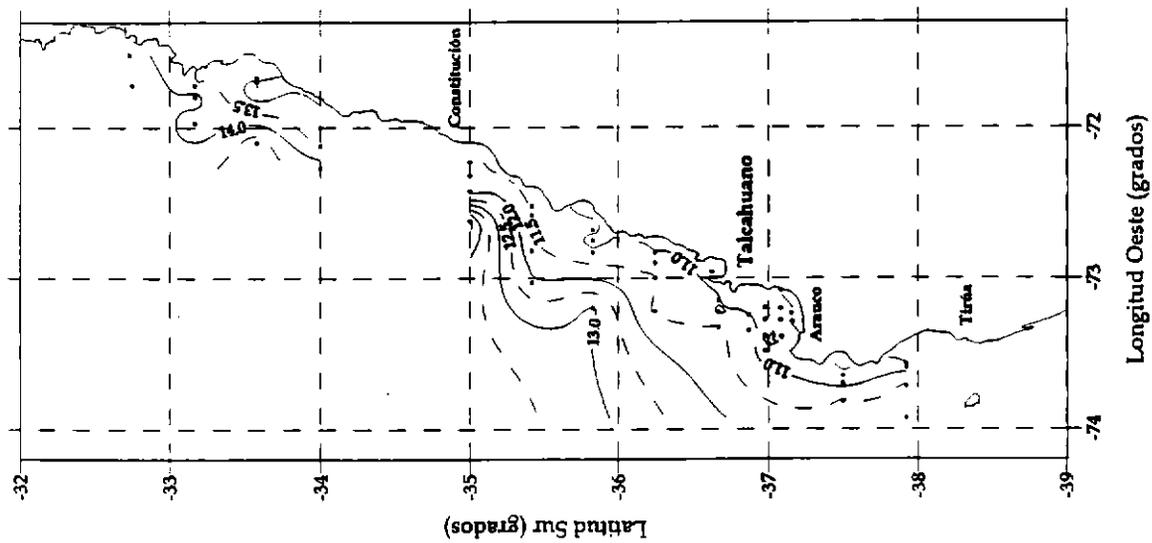
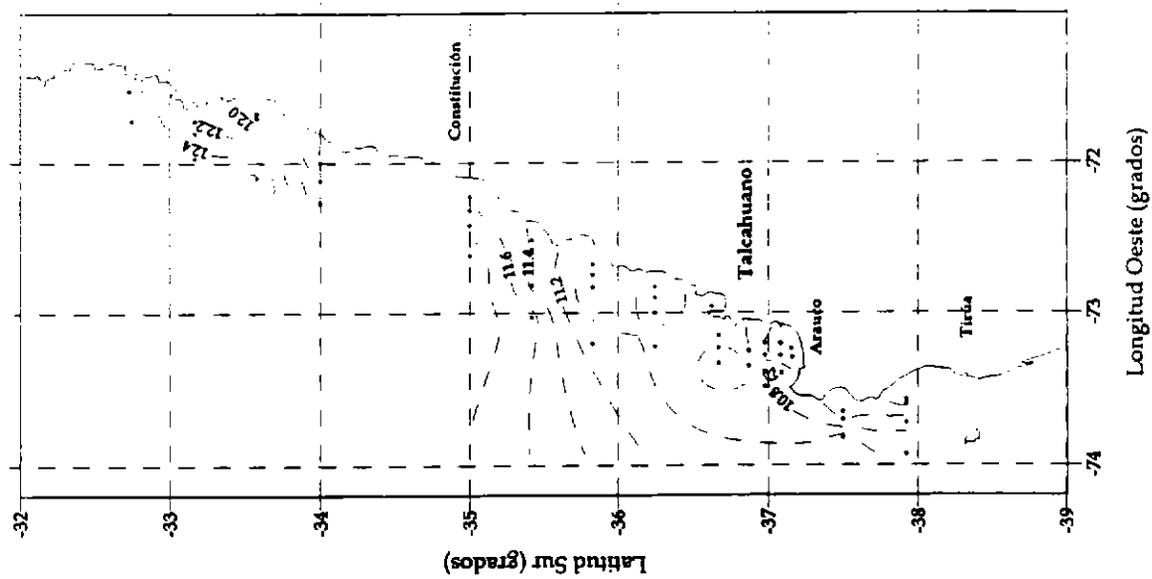


Figura 5. Distribución horizontal de la temperatura (°C) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad .

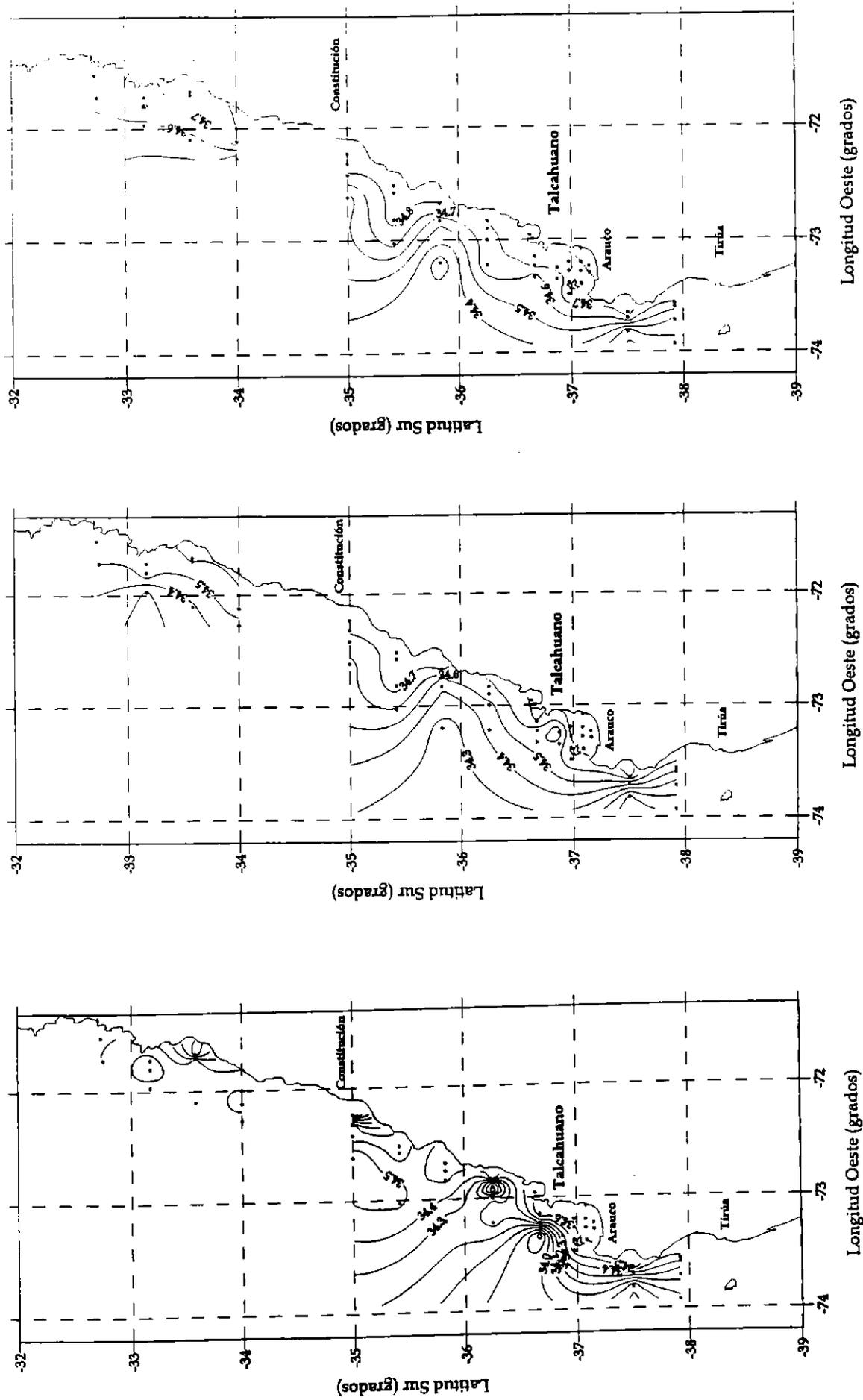


Figura 6. Distribución horizontal de la salinidad (psu) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad.

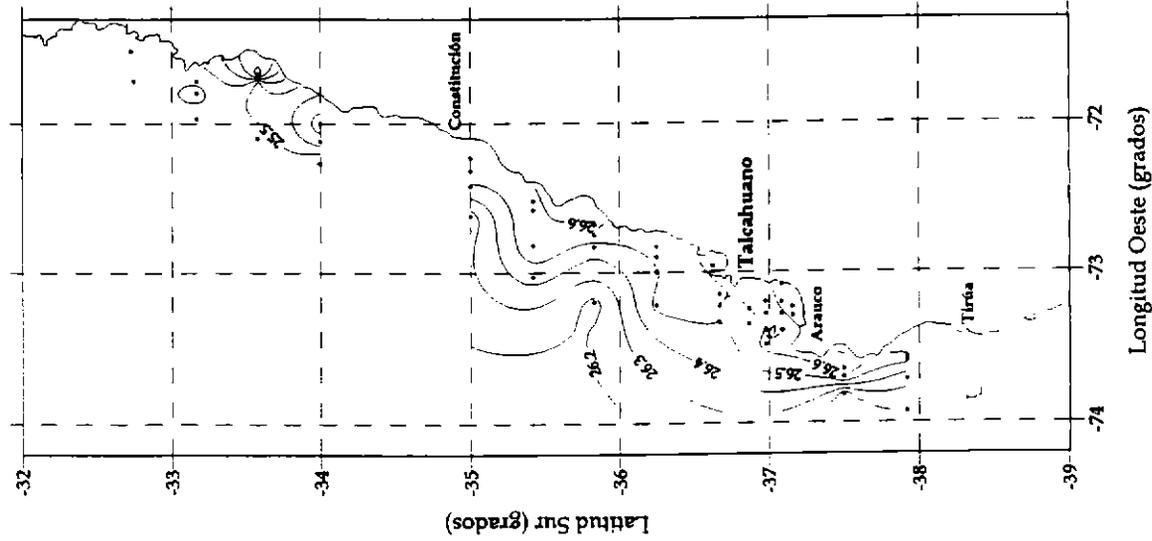
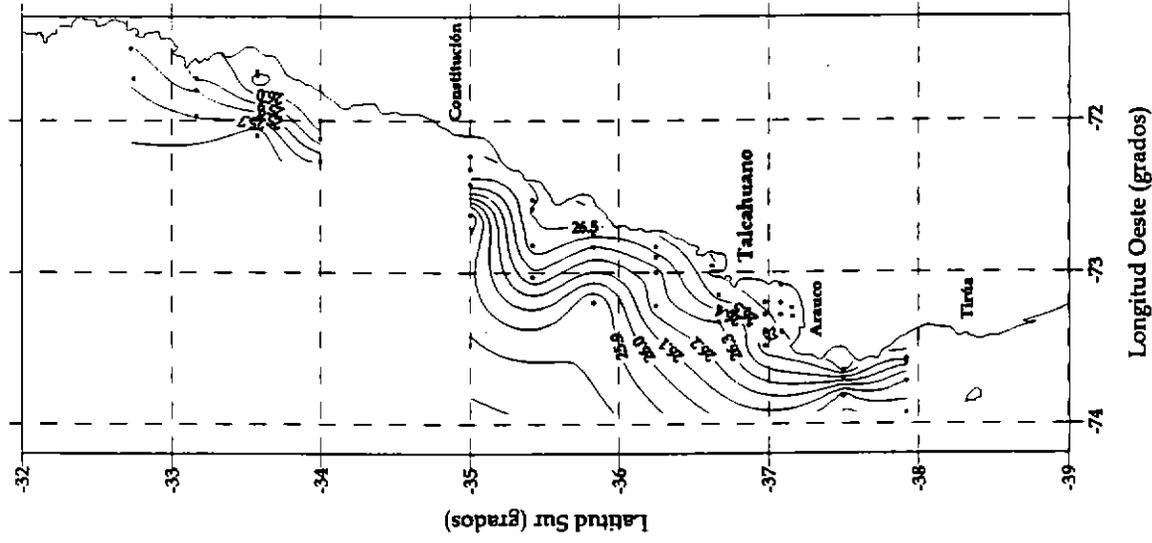
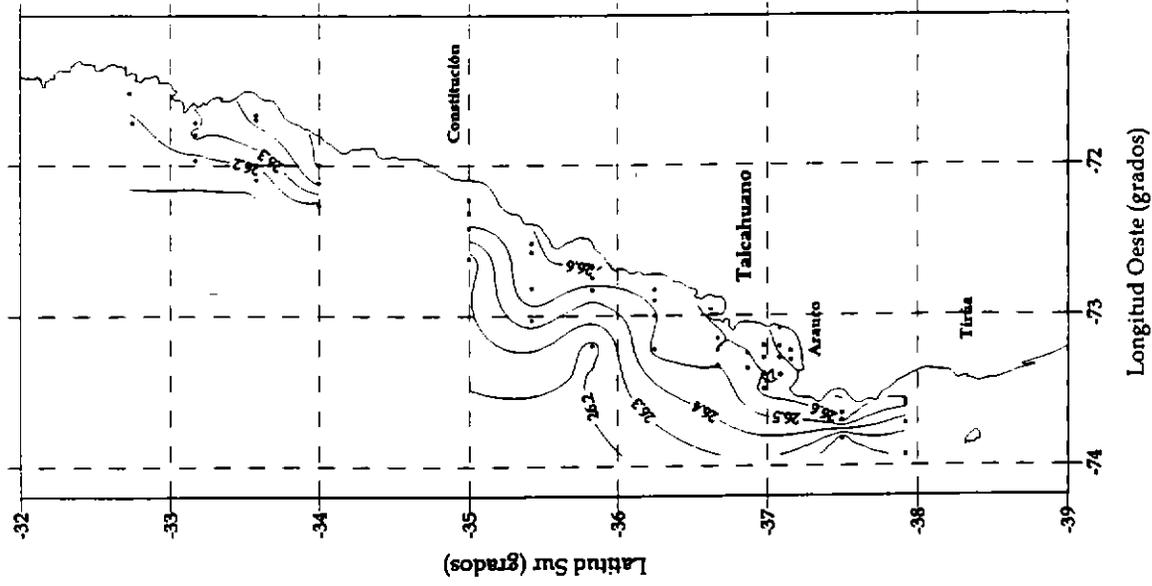


Figura 7. Distribución horizontal de la densidad (sigma-t) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad.

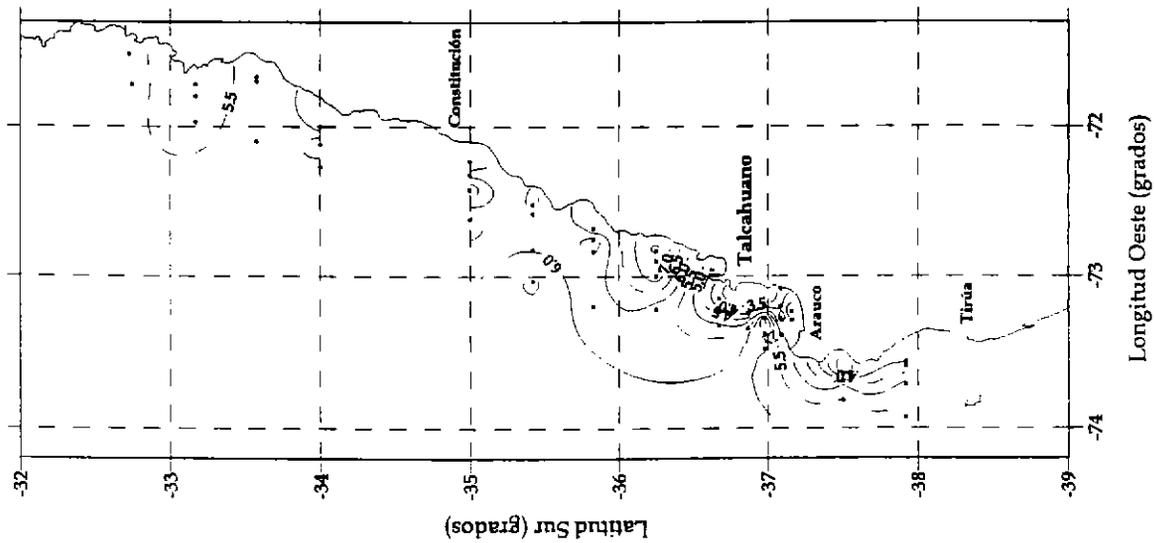
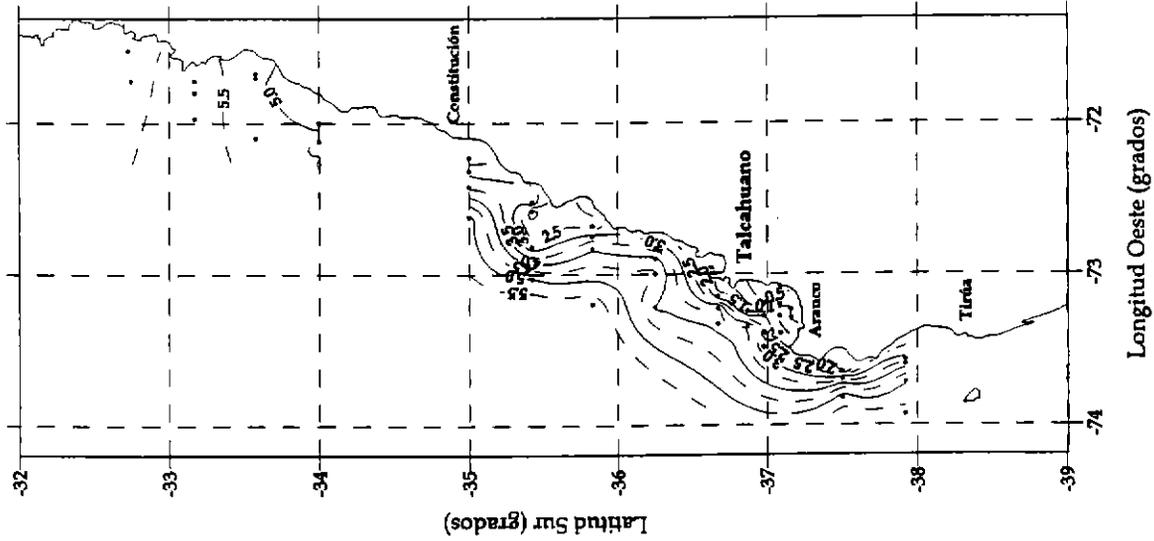
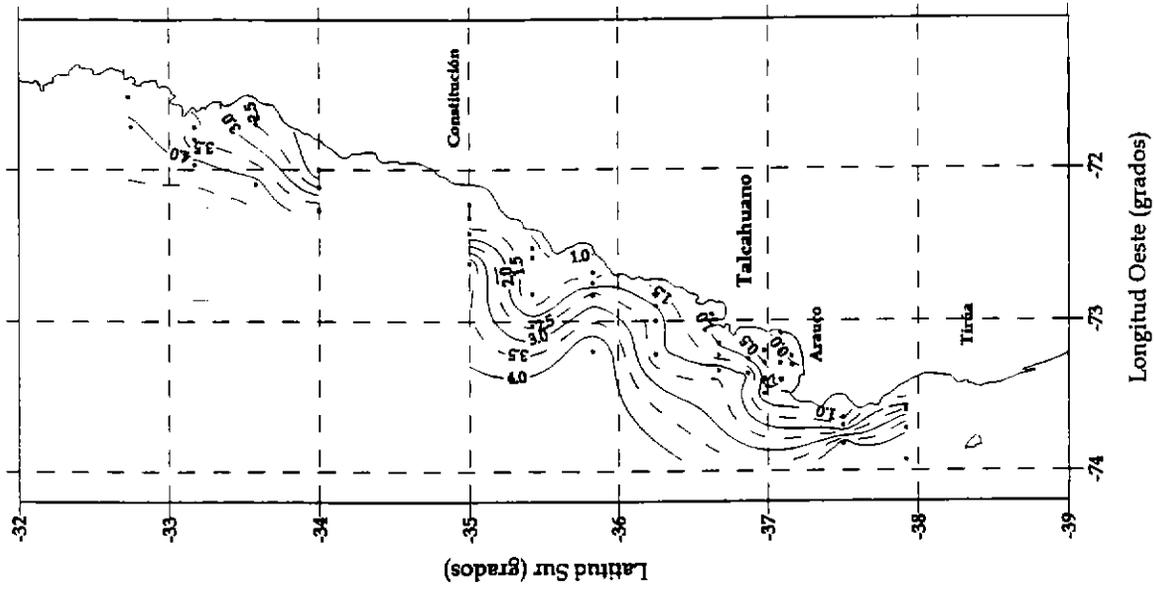


Figura 8. Distribución horizontal del oxígeno disuelto (ml/l) en el área de estudio a 5, 25 y 50 m de profundidad.

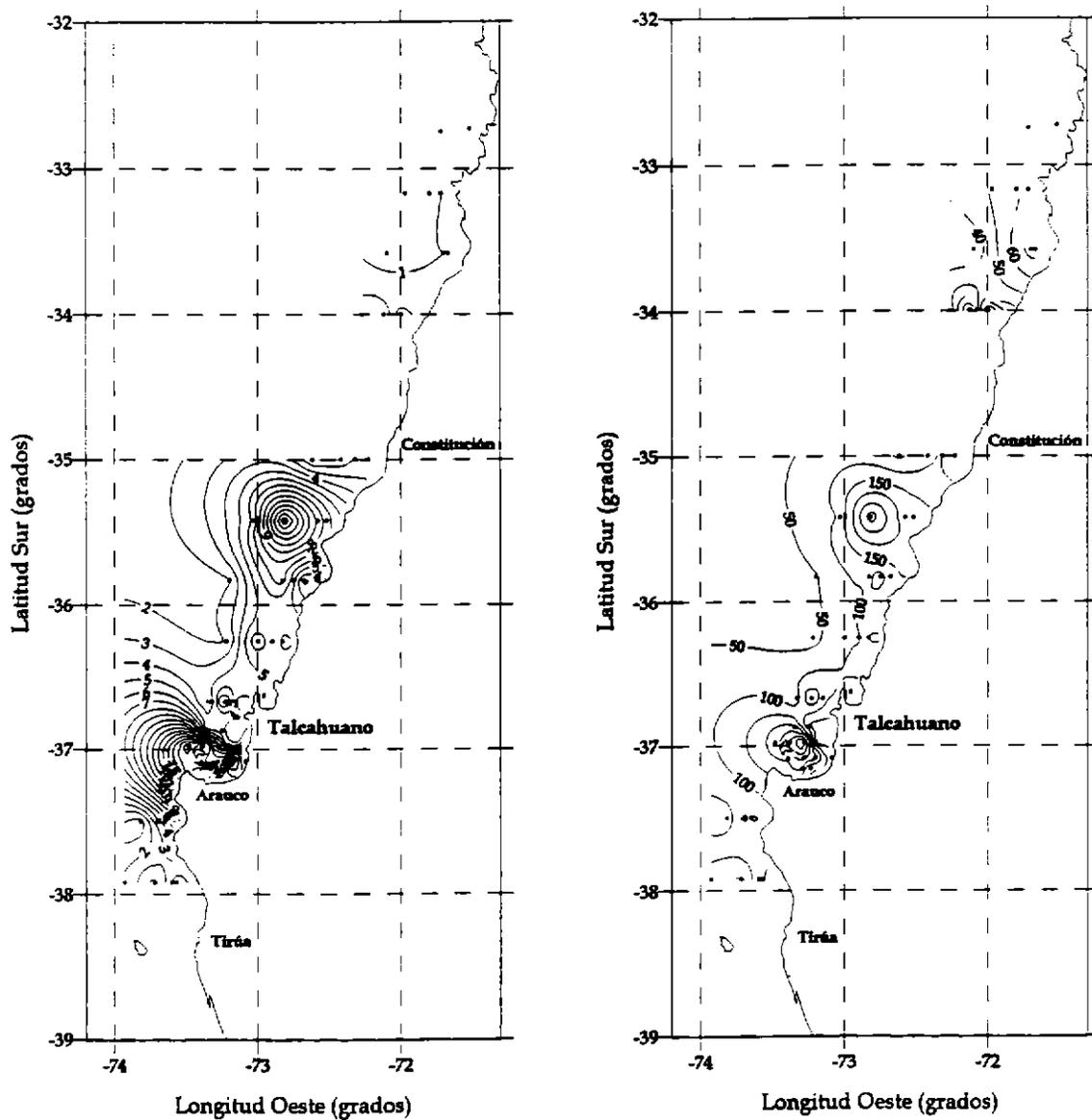


Figura 9. Distribución superficial horizontal de la Clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y de la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) en el área de estudio.

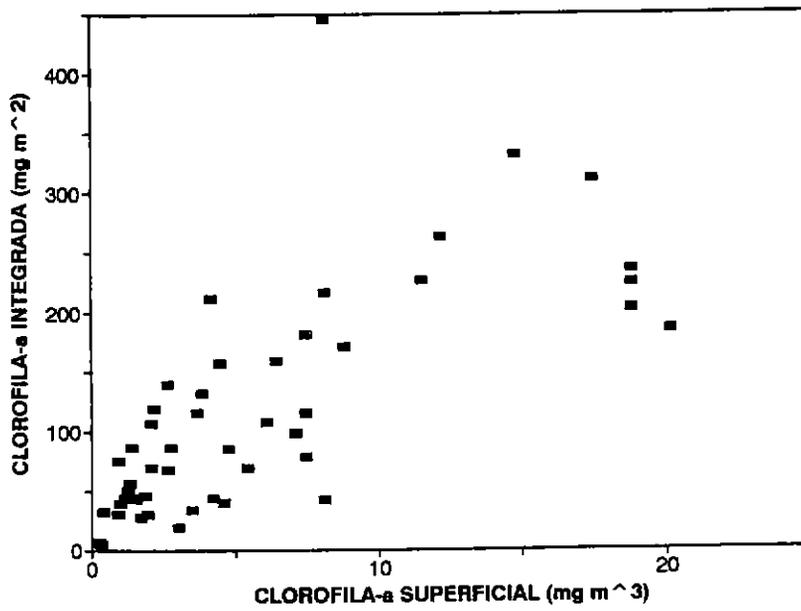
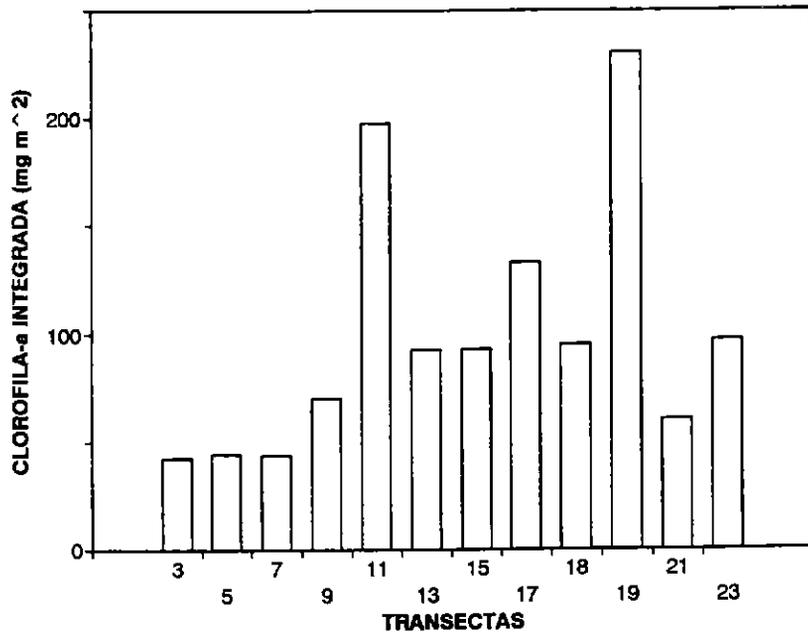


Figura 10. (a) Distribución latitudinal de la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ), (b) relación entre la clorofila-a superficial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

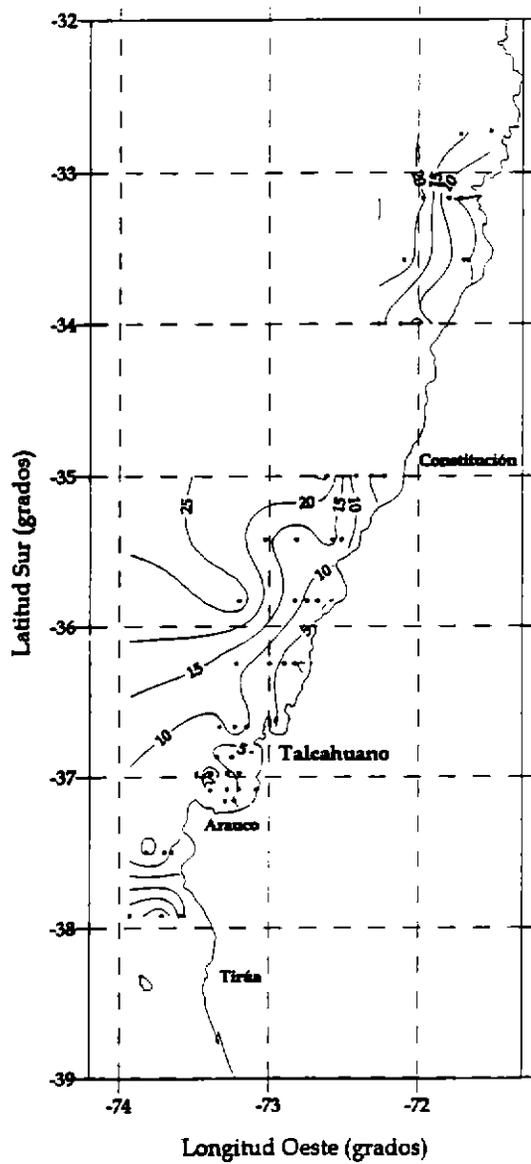
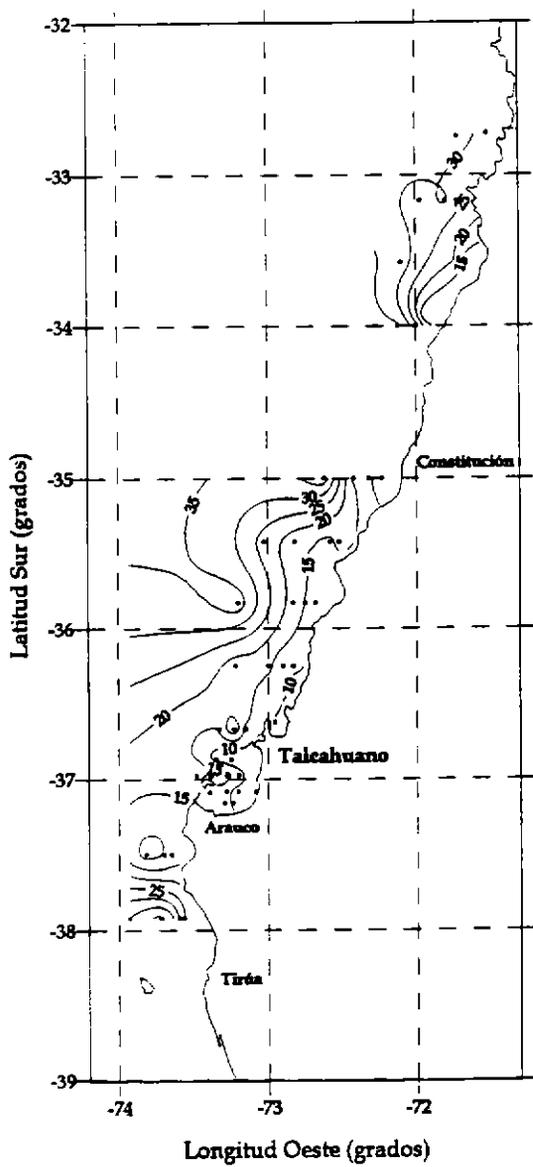


Figura 11. Distribución horizontal de la profundidad base de la termoclina (m) y de la capa de mezcla en el área de estudio.

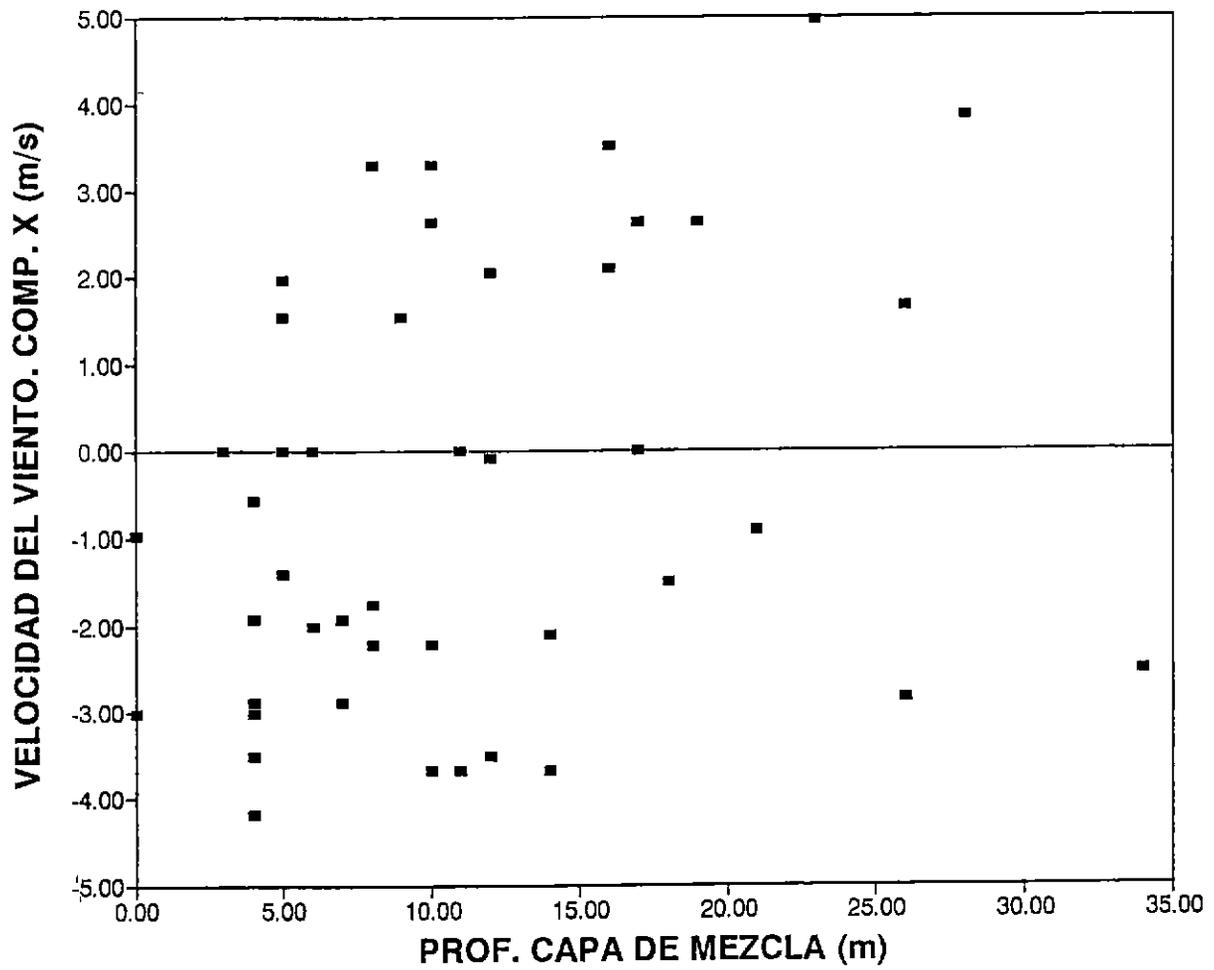


Figura 12. Componente este-oeste de la velocidad del viento y la profundidad de la capa de mezcla.

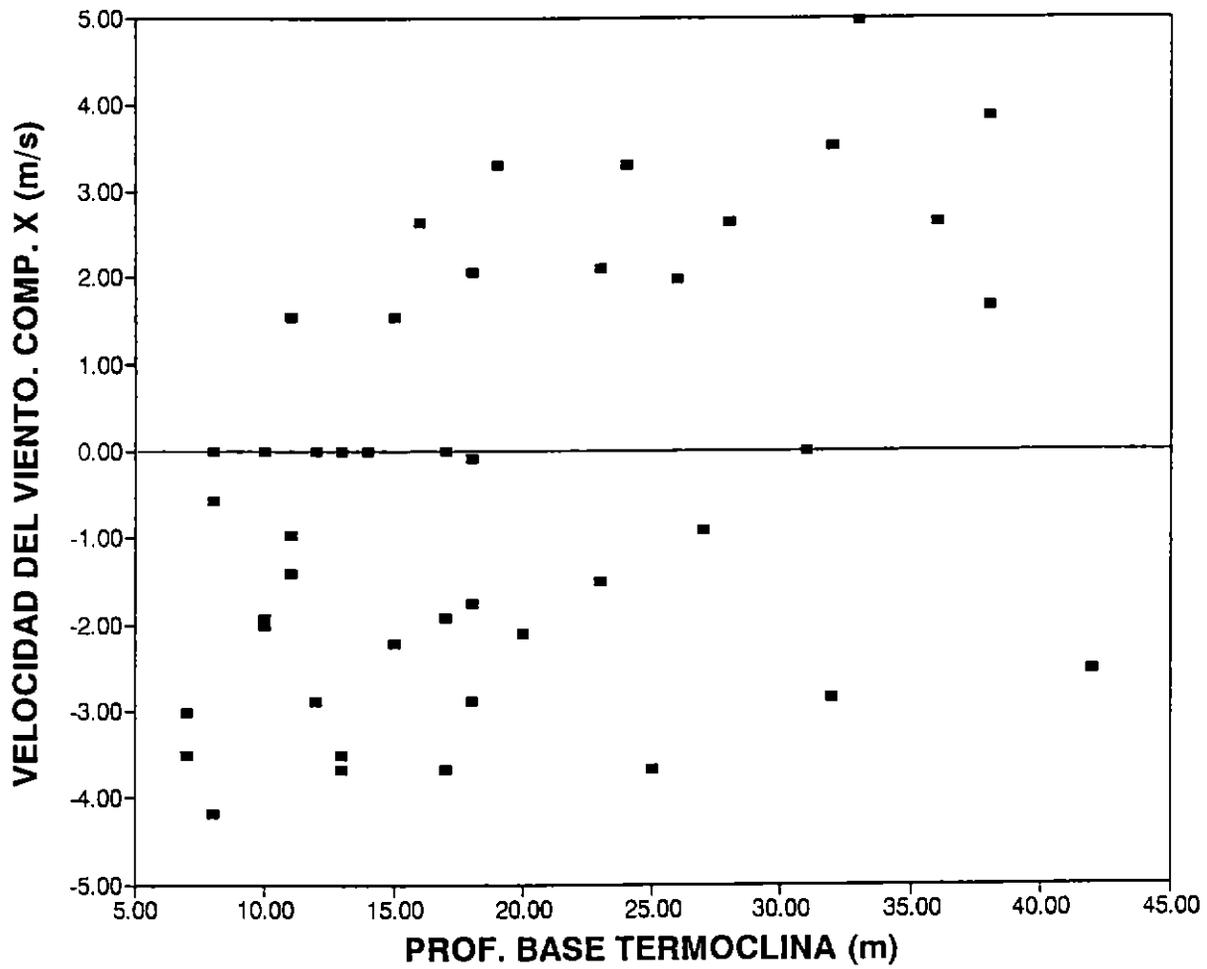


Figura 13. Componente este-oeste de la velocidad del viento y la profundidad base de la termocline.

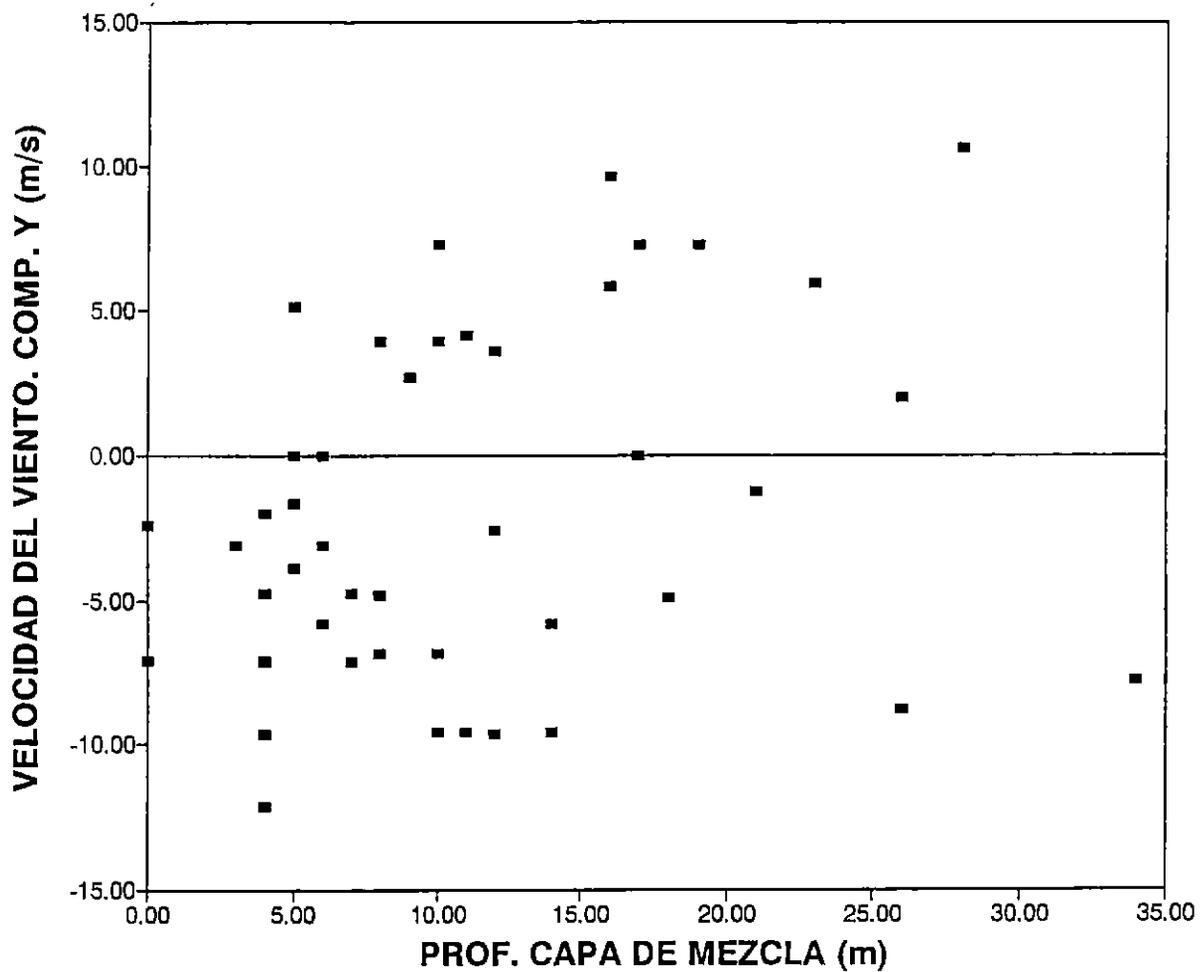


Figura 14. Componente norte-sur de la velocidad del viento y la profundidad de la capa de mezcla.

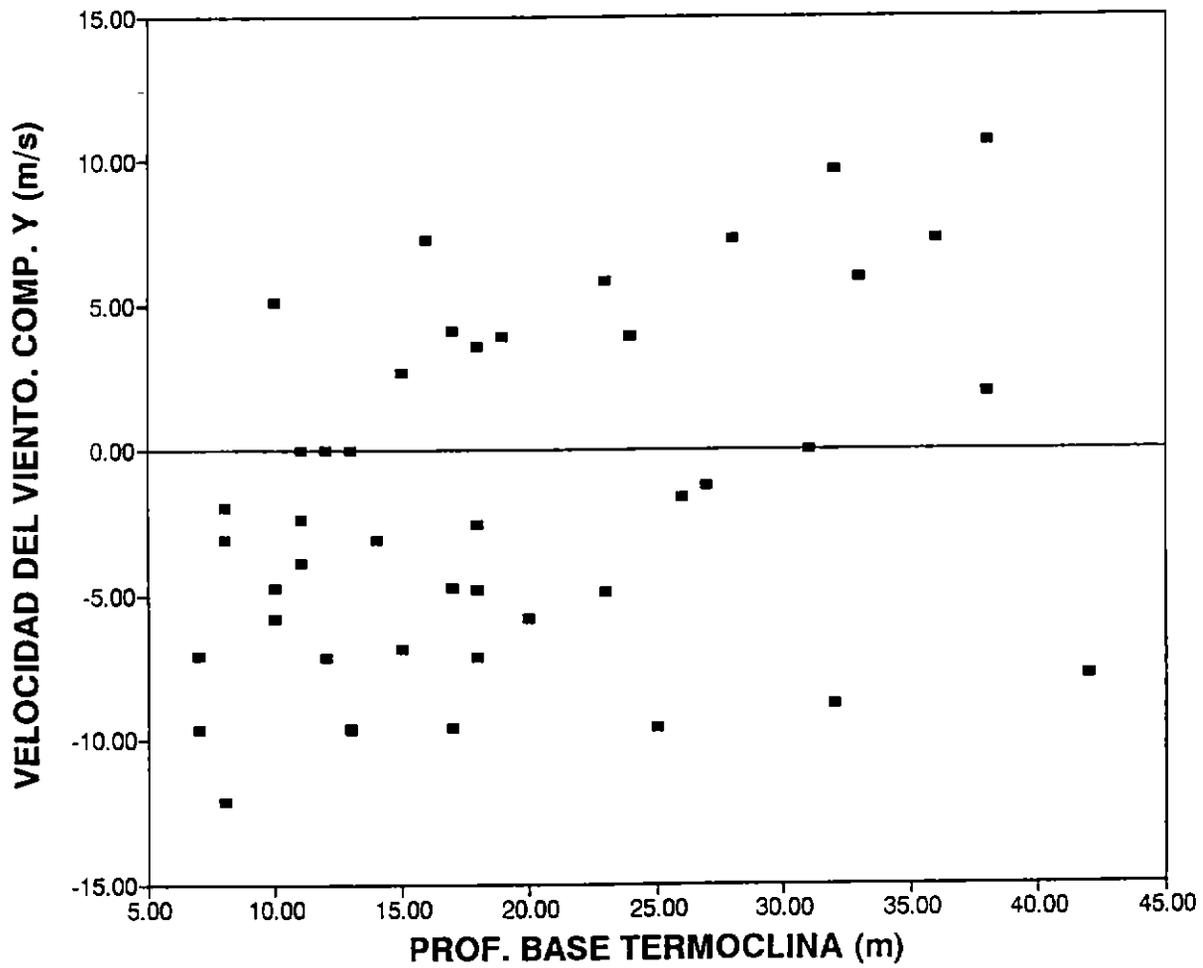


Figura 15. Componente norte-sur de la velocidad del viento y la profundidad base de la termocline.

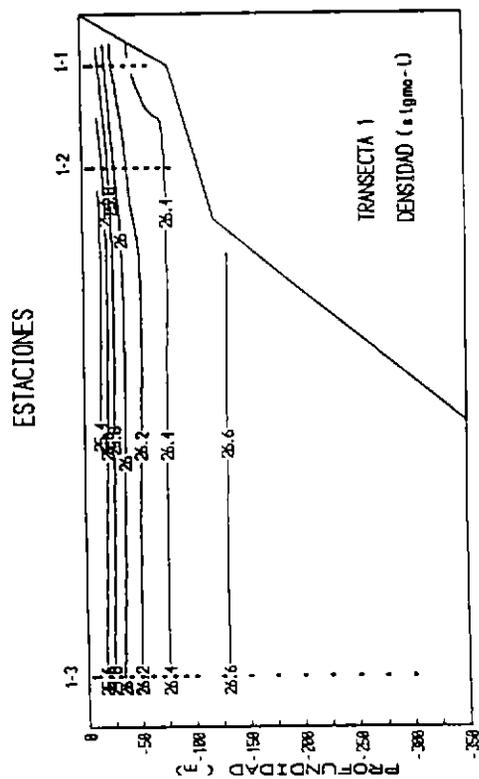
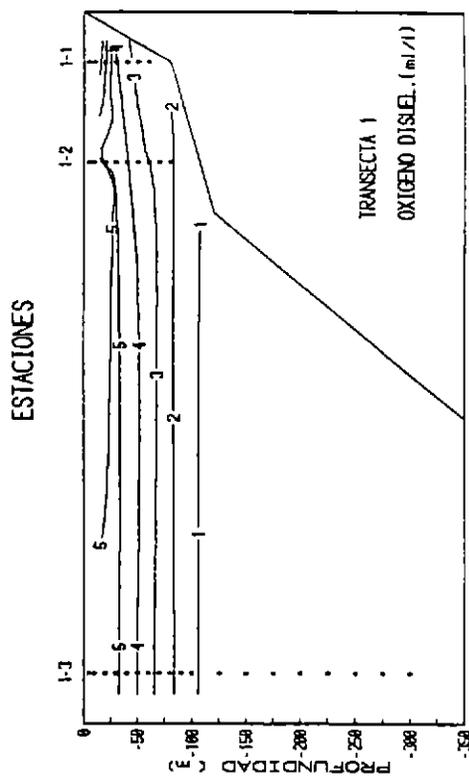
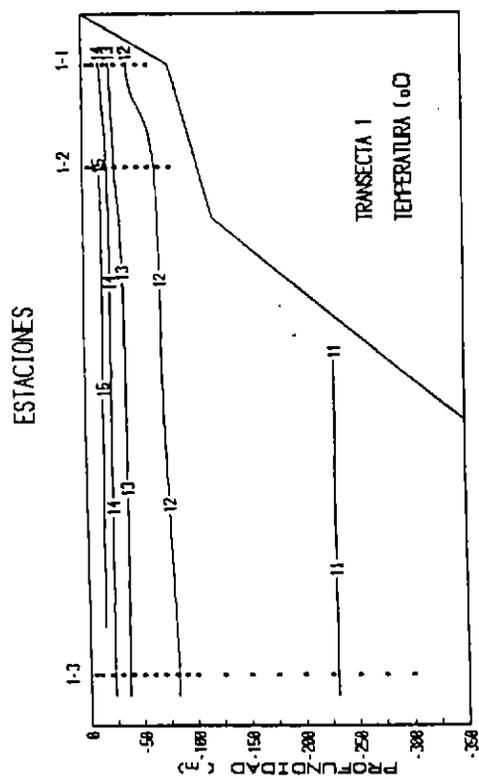
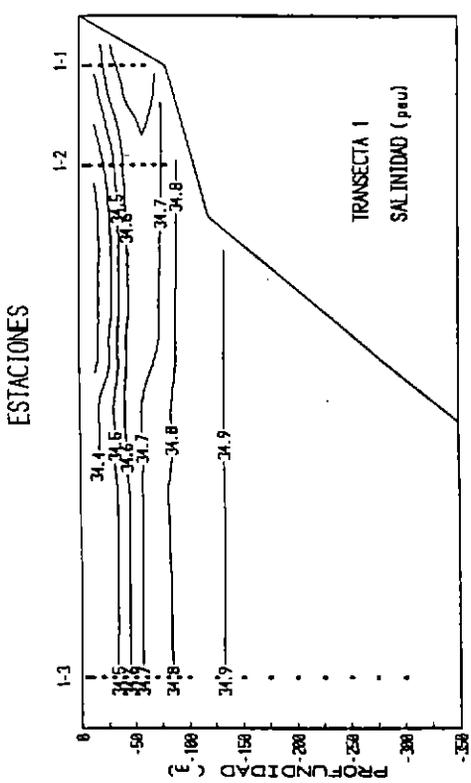


Figura 16. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}$ C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma$ -t) y oxígeno disuelto (ml/l).  
Transecta 1.

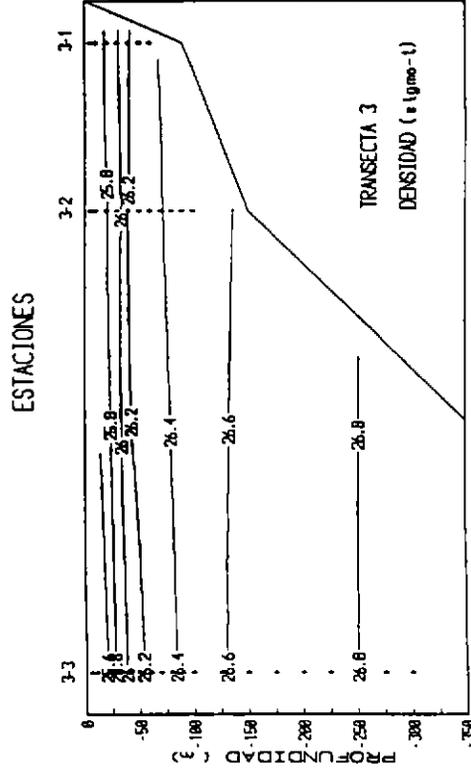
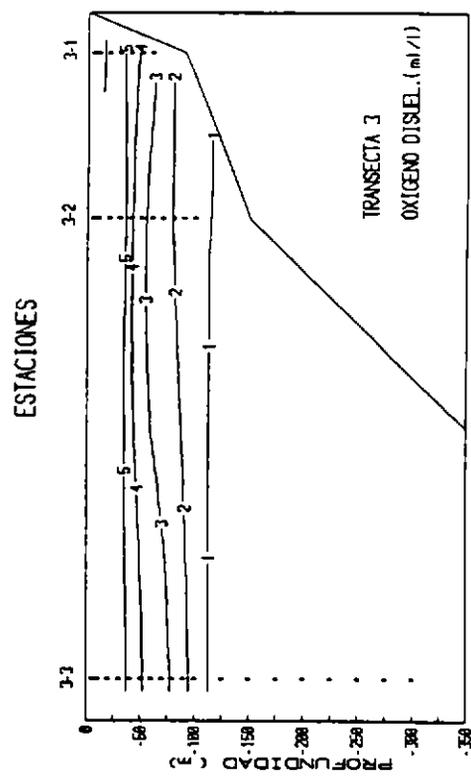
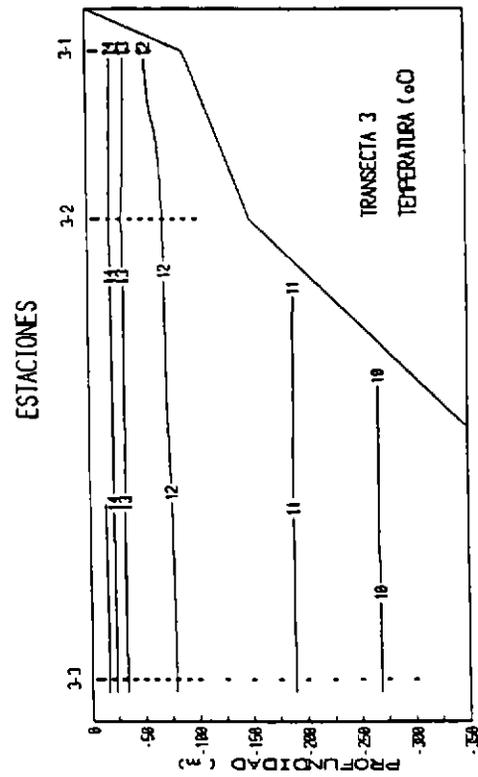
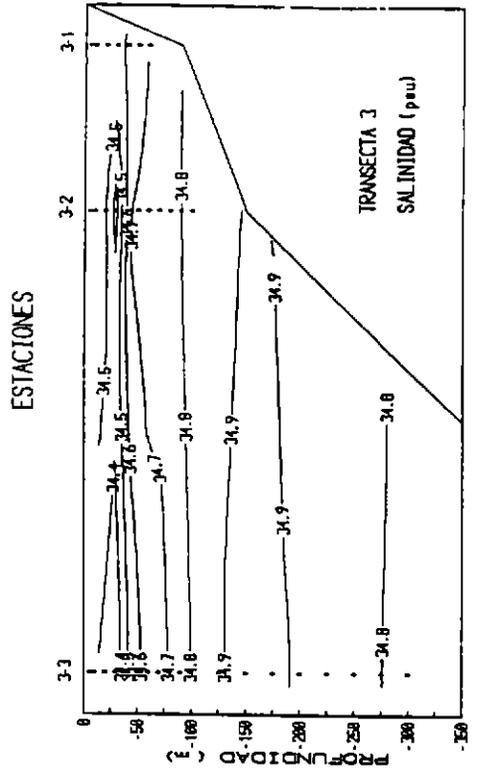


Figura 17. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 3.



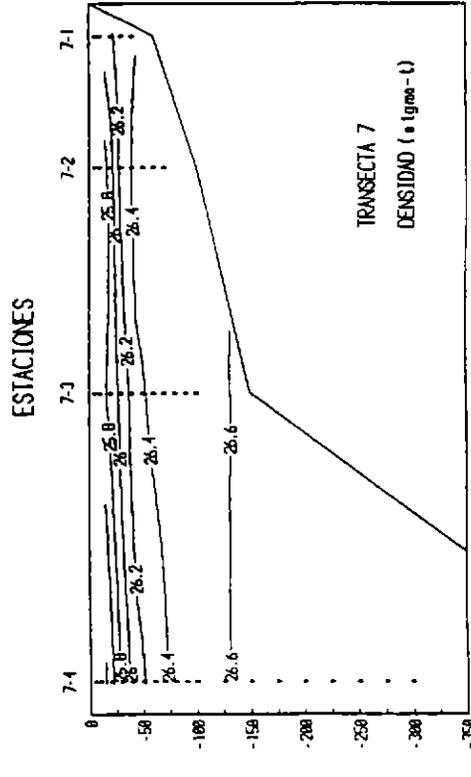
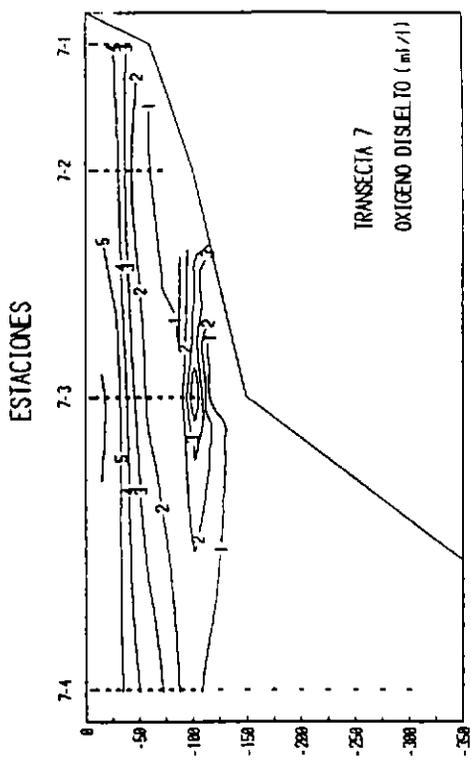
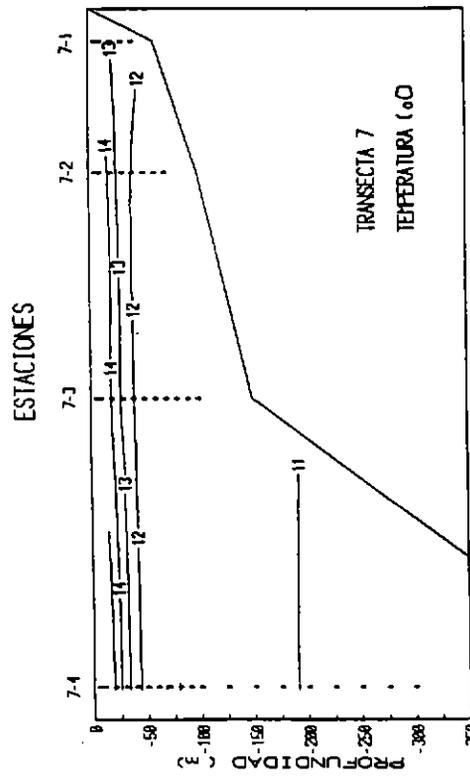
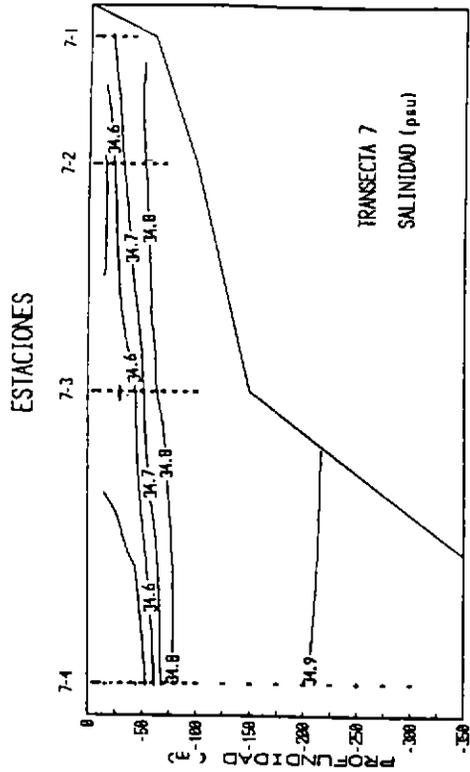


Figura 19. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 7.

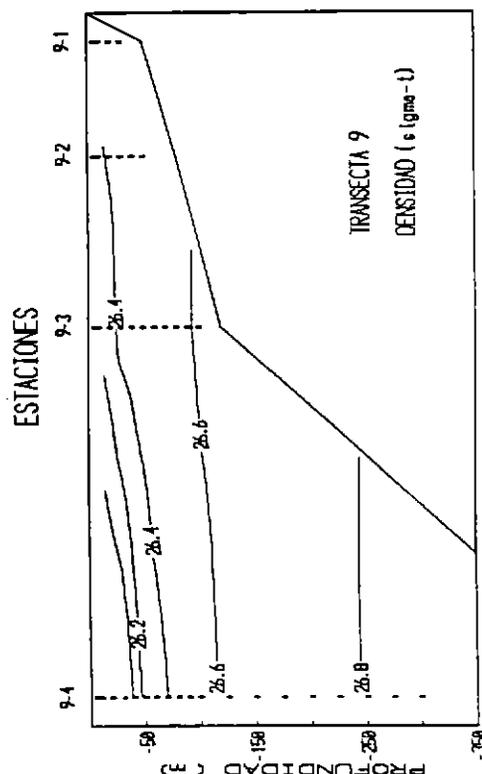
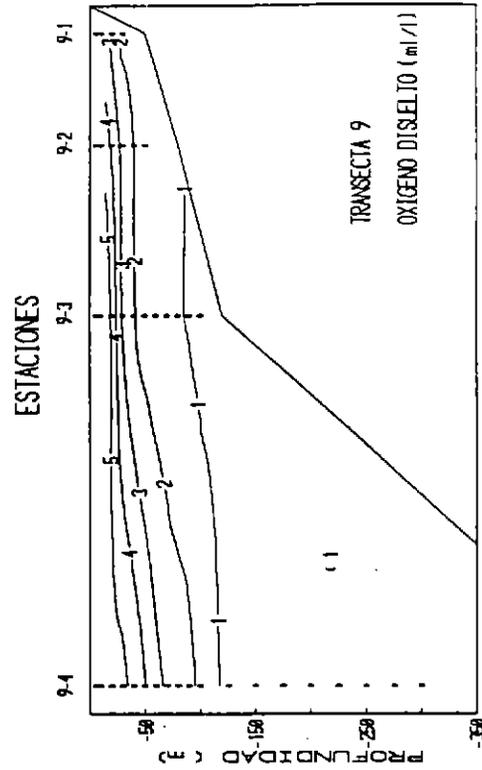
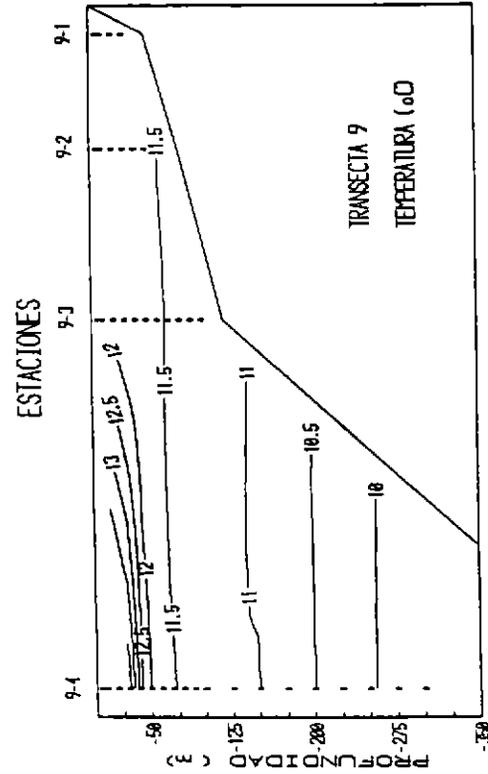
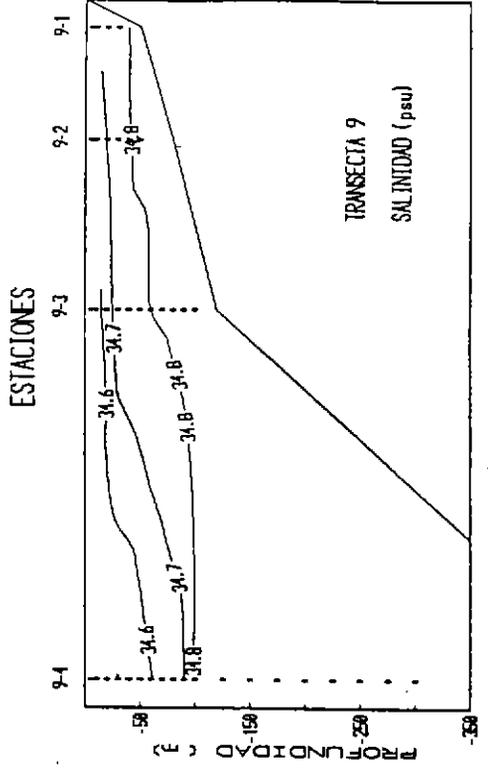


Figura 20. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}$ C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma$ -t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 9.





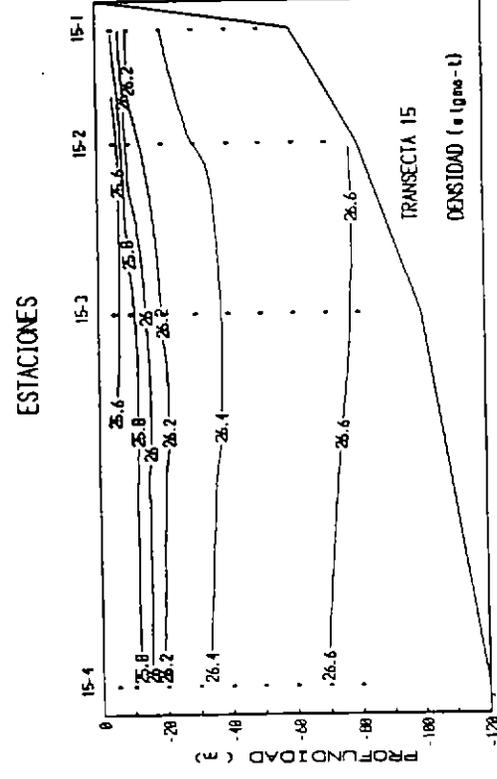
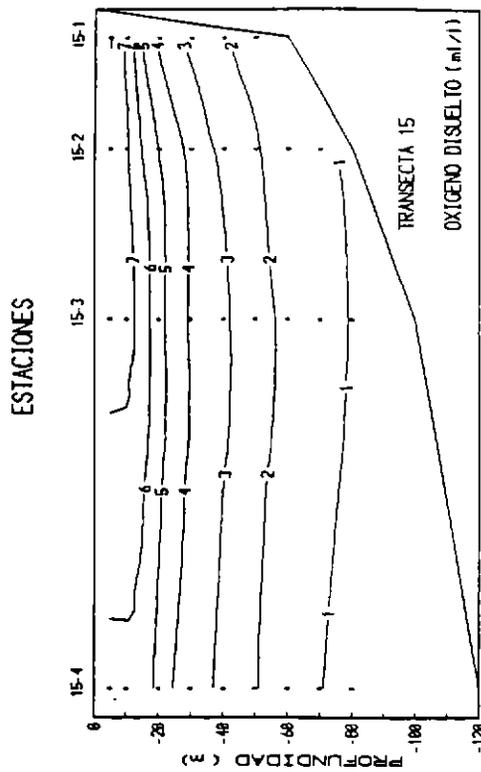
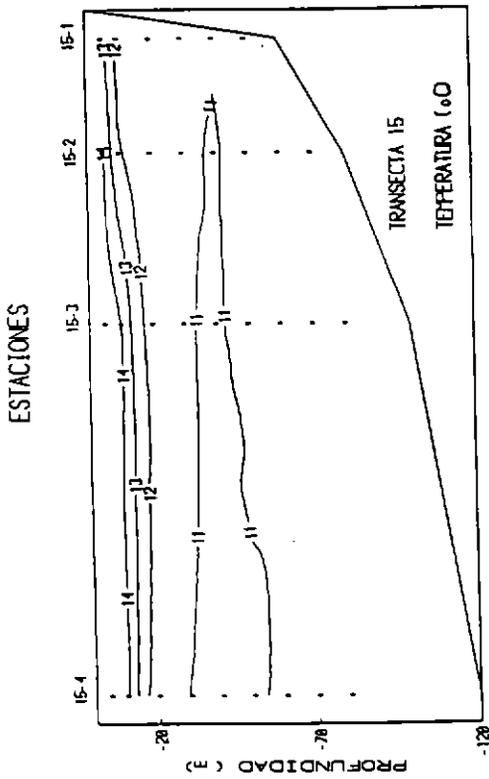
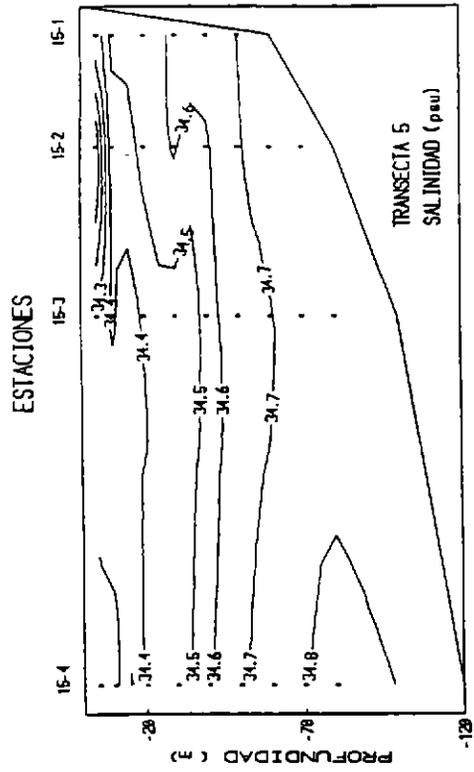


Figura 23. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 15.

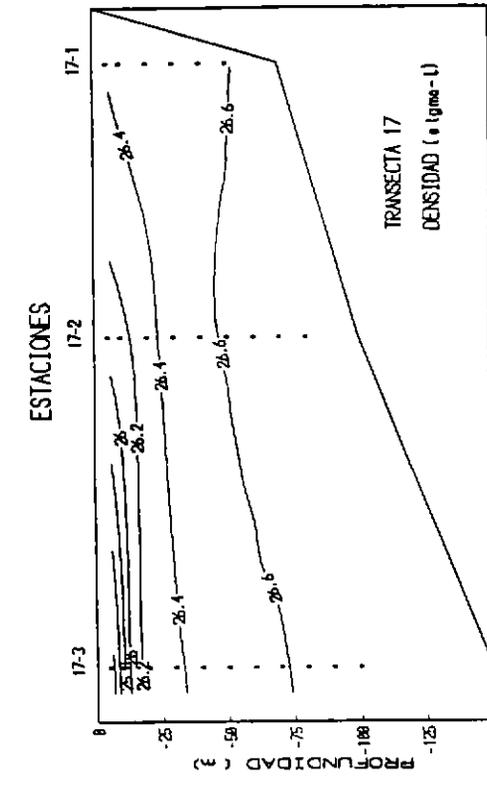
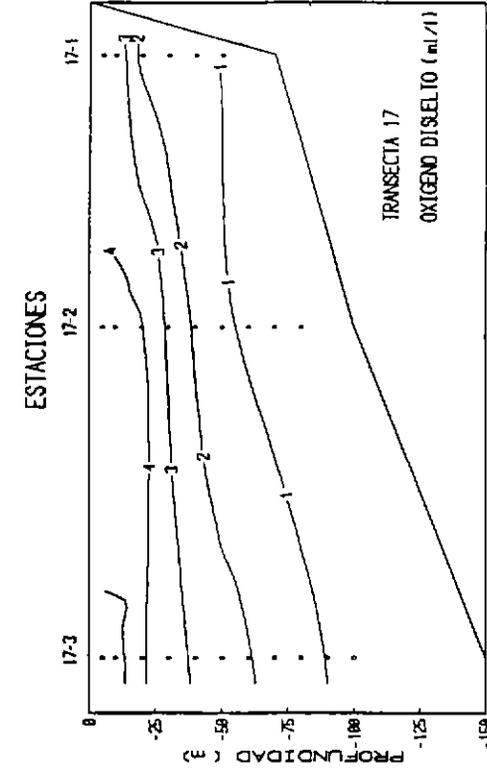
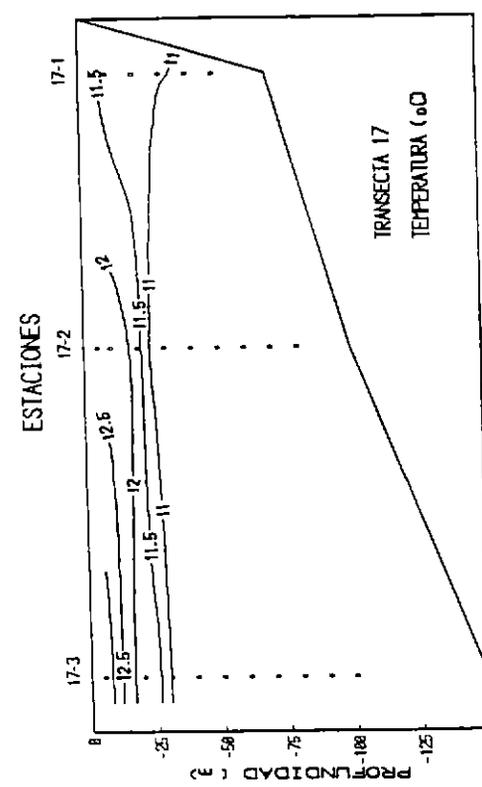
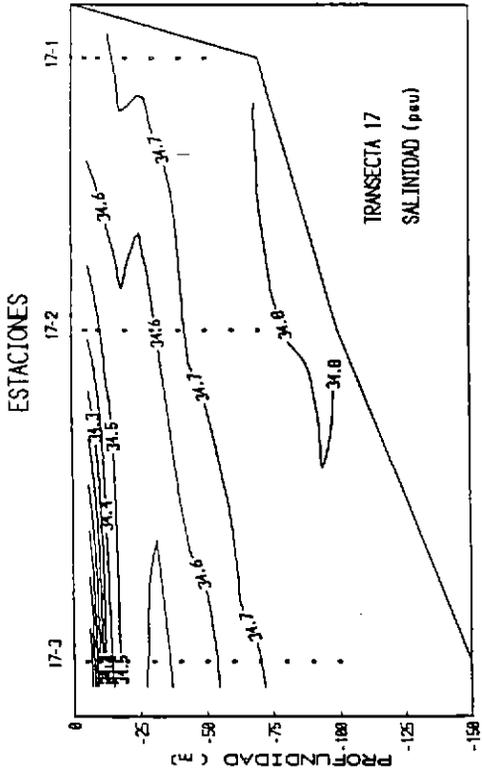


Figura 24. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 17.

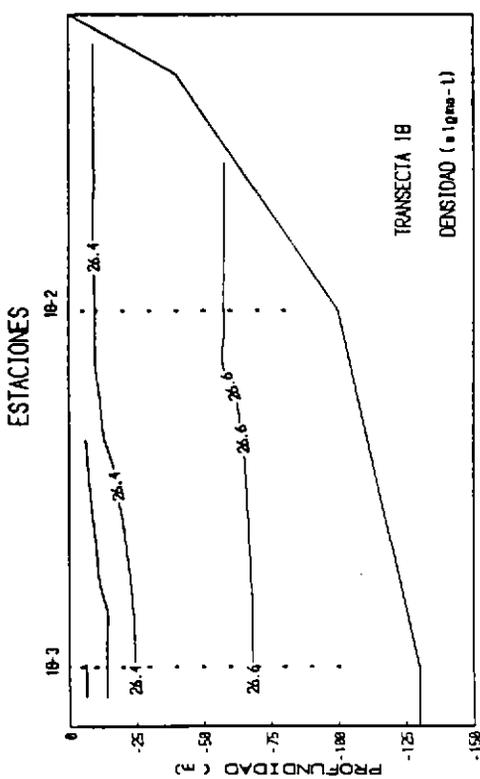
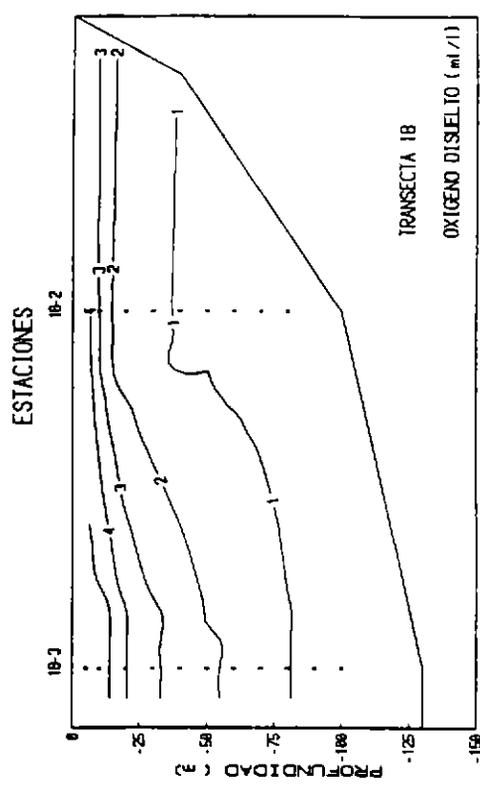
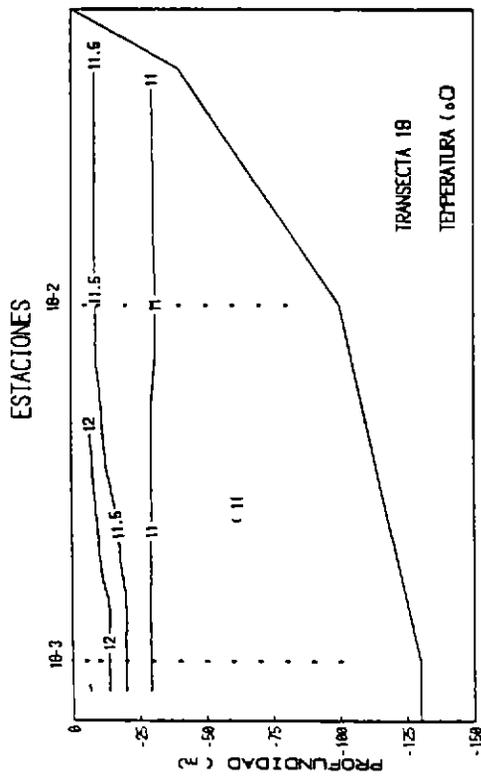
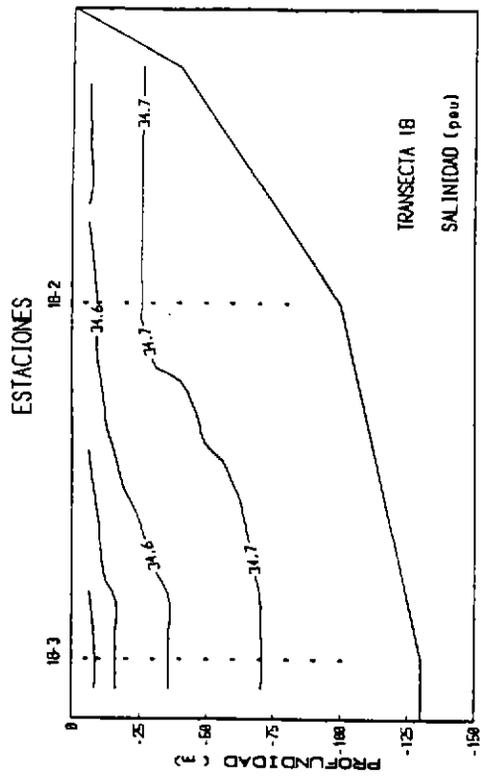


Figura 25. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 18.

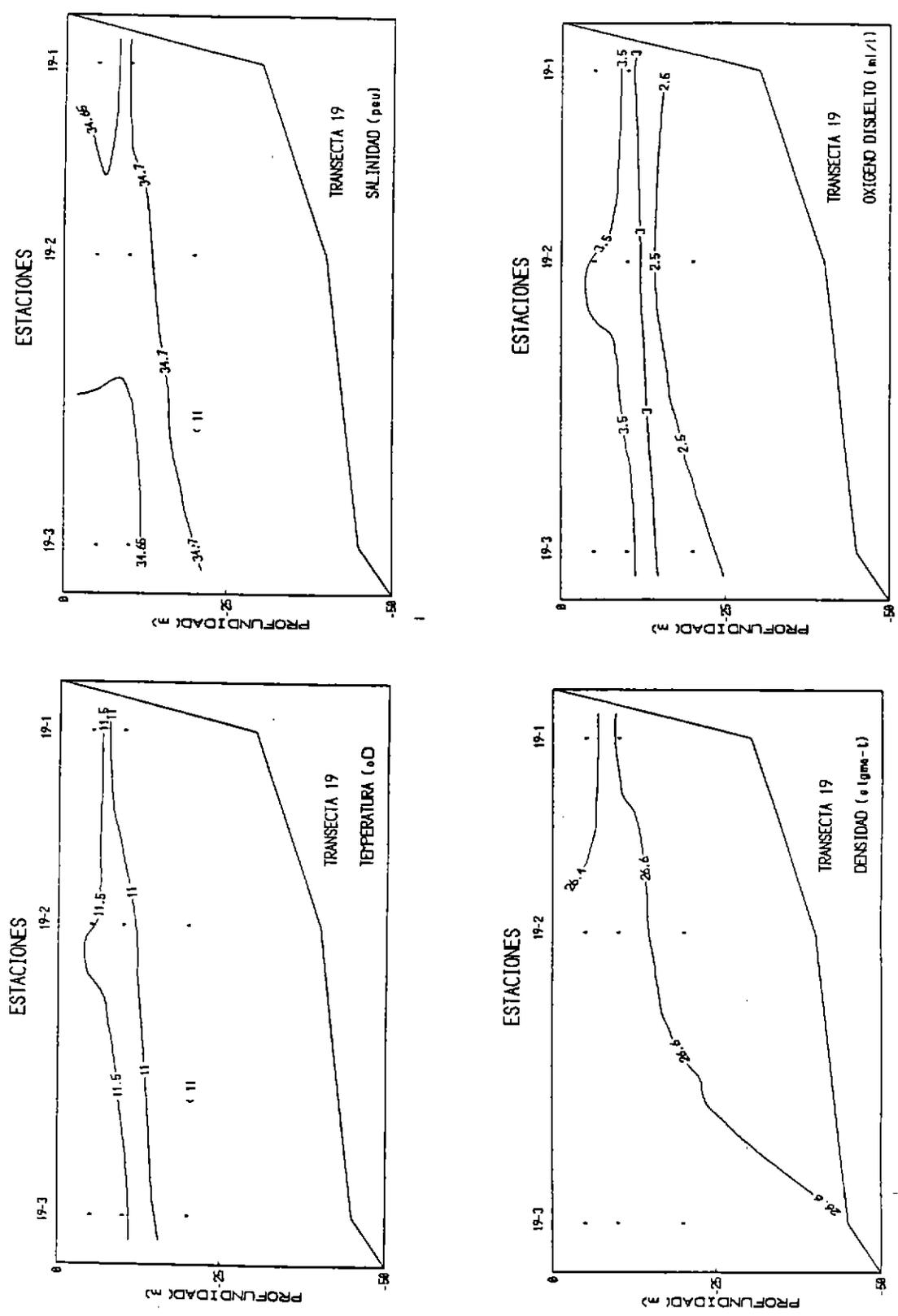


Figura 26. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 19.



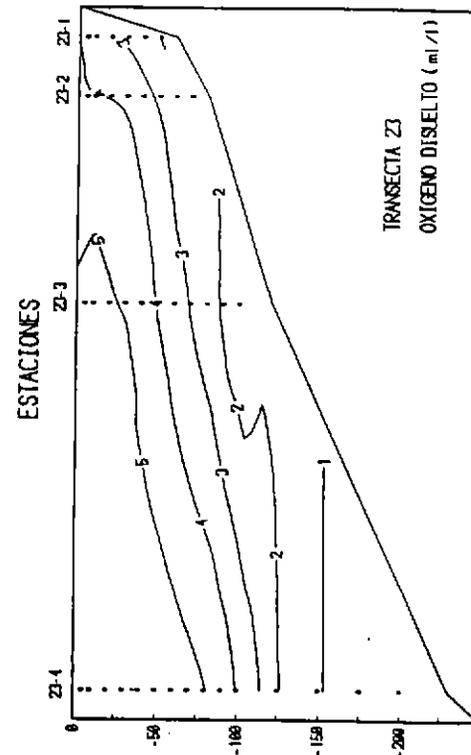
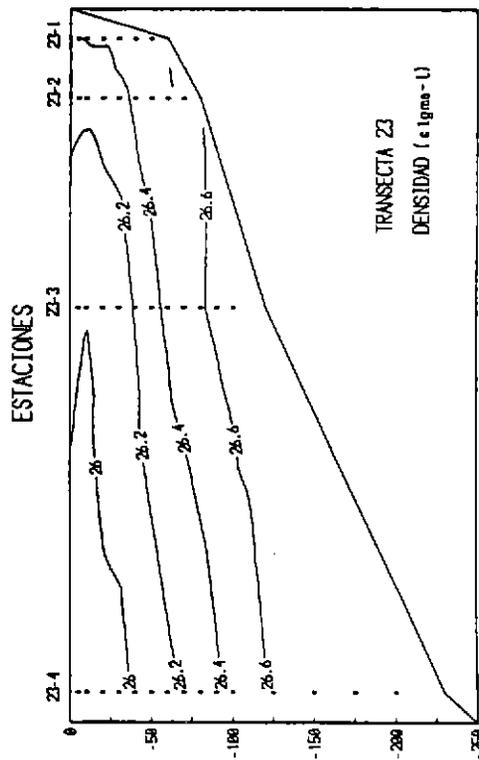
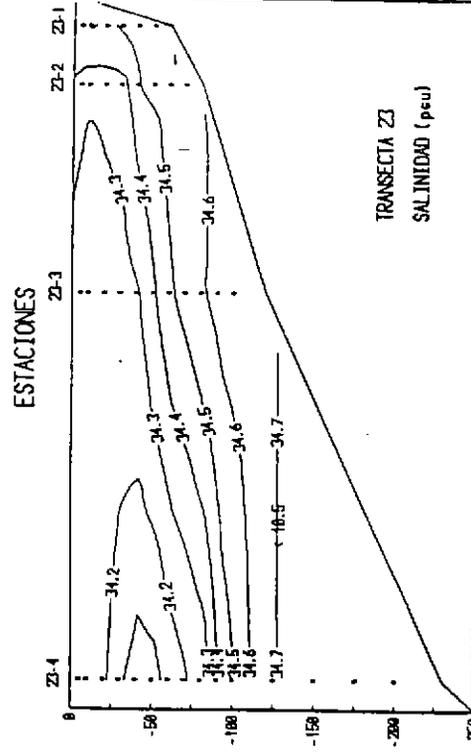
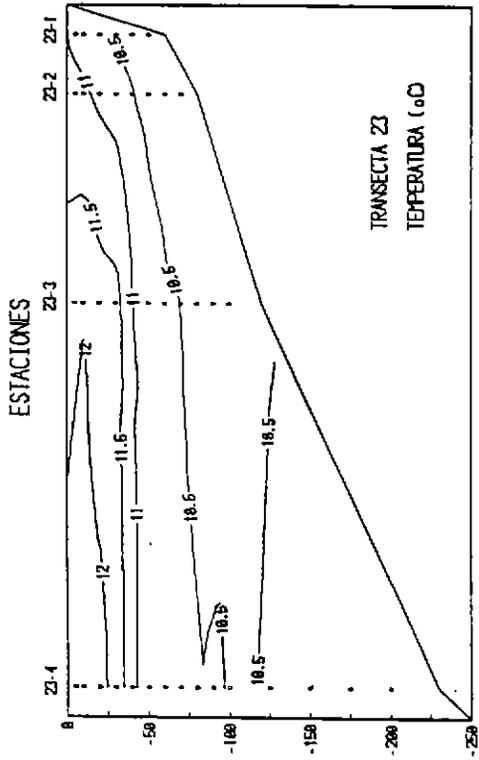
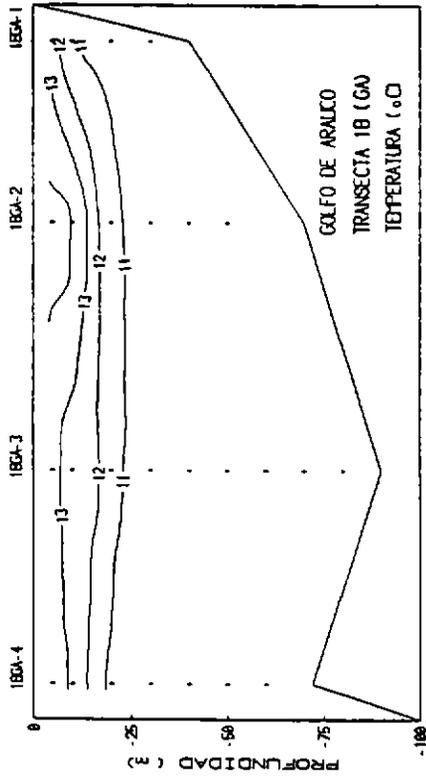
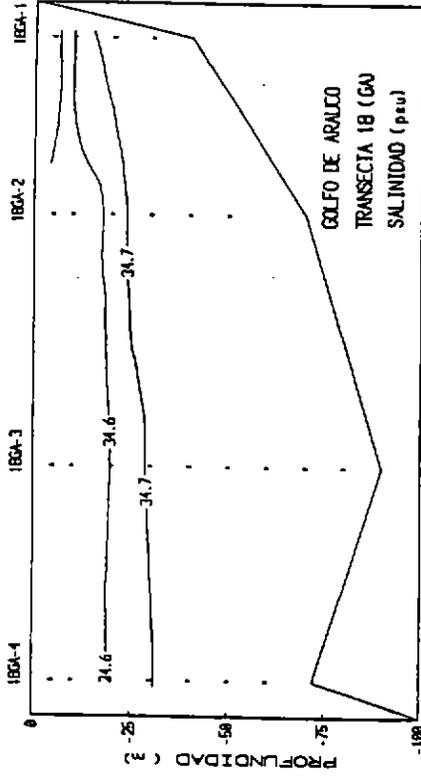


Figura 28. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta Z3.

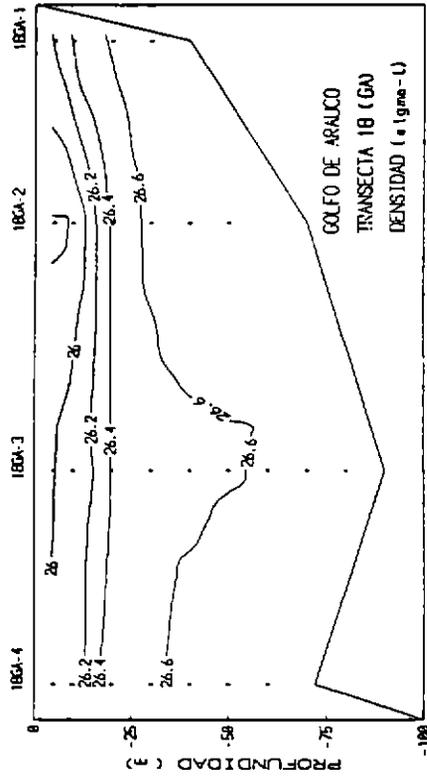
ESTACIONES



ESTACIONES



ESTACIONES



ESTACIONES

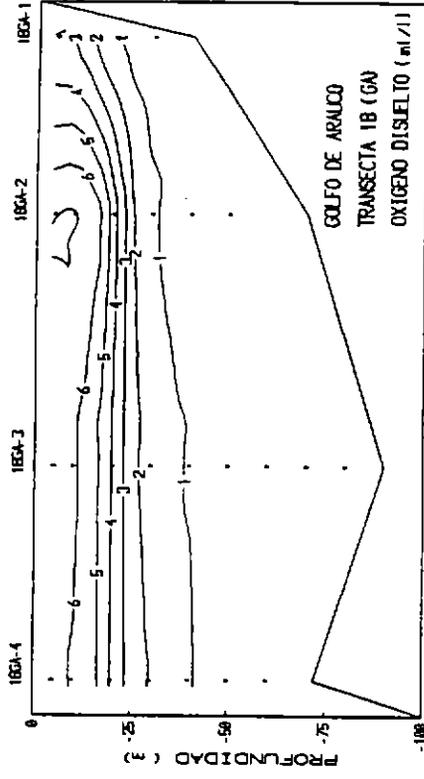


Figura 29. Secciones oceanográficas de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 18(GA).

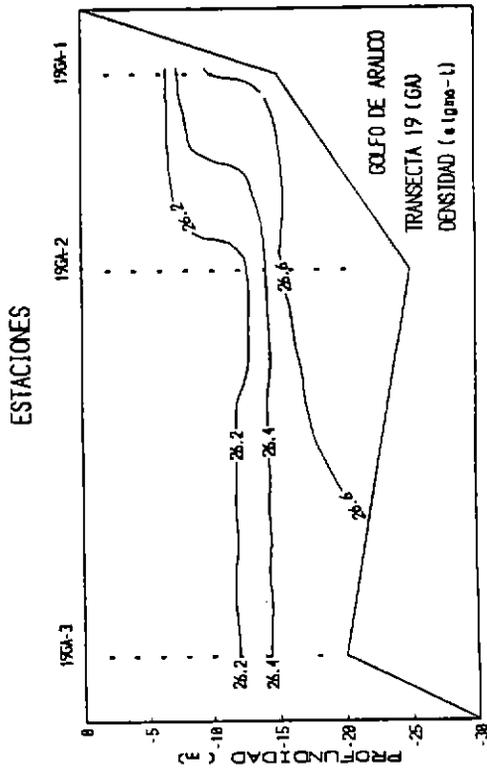
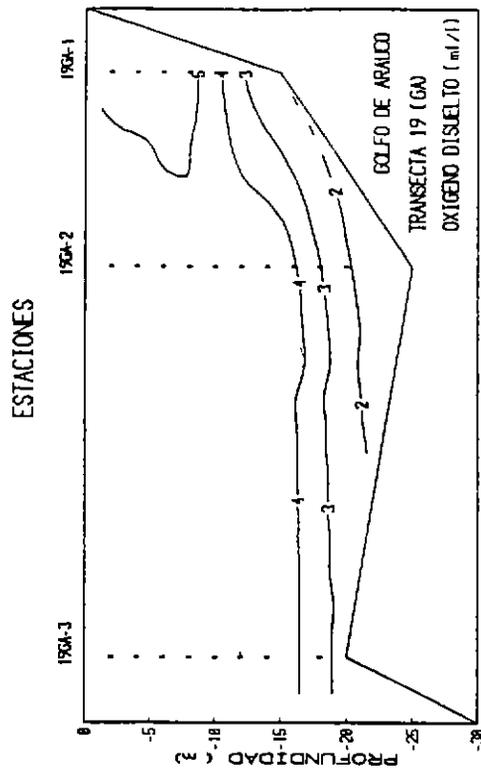
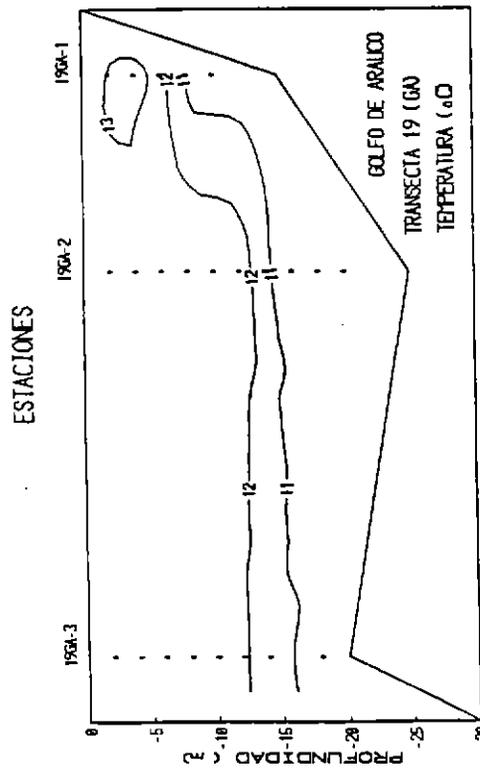
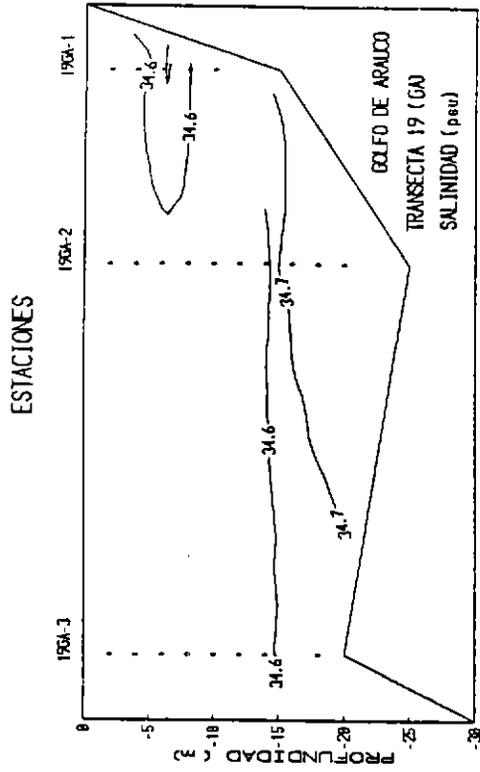


Figura 30. Secciones oceanográficas de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 19(GA).

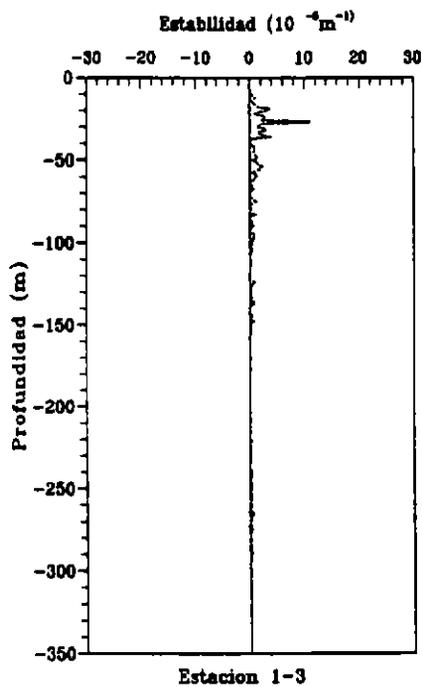
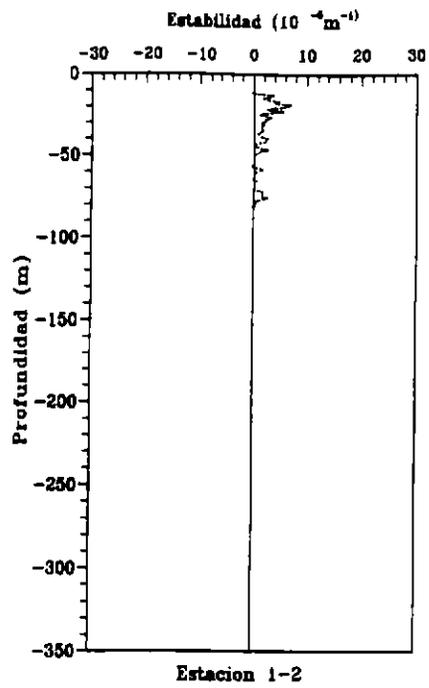
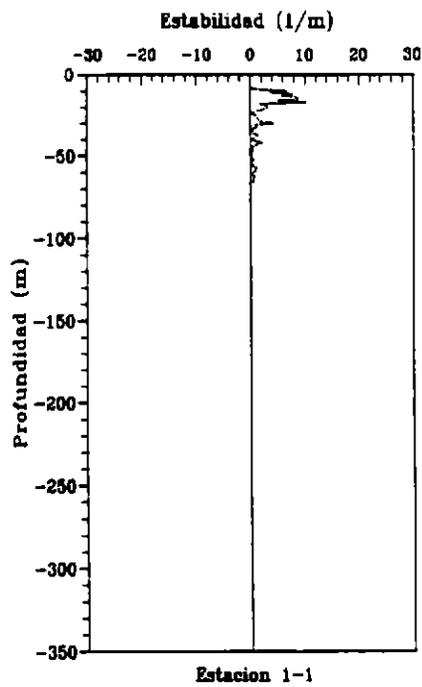


Figura 31. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 1.

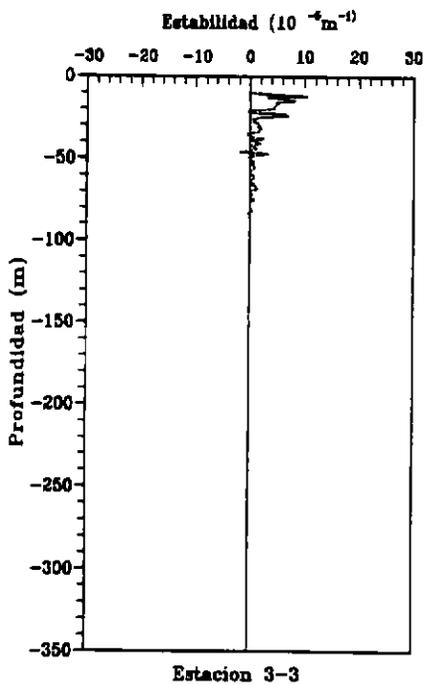
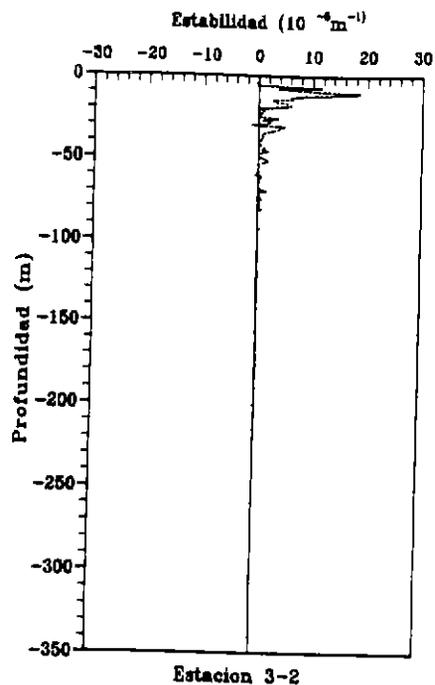
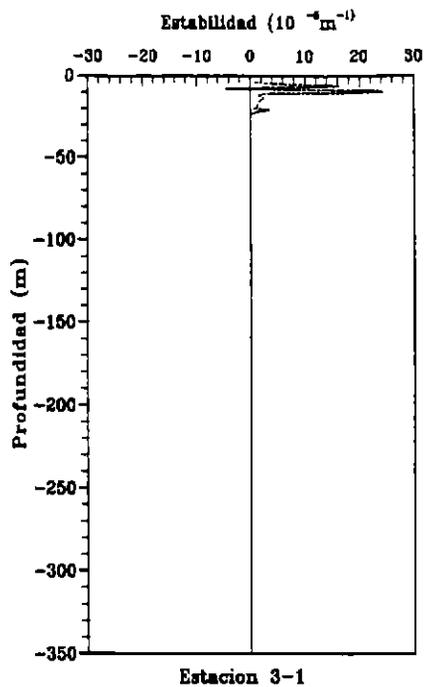


Figura 32. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 3.

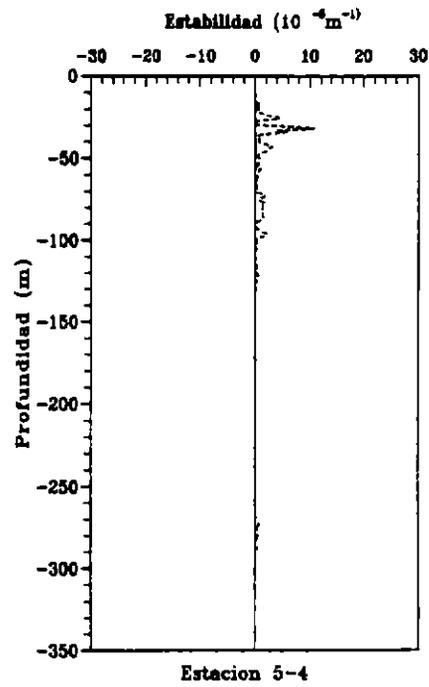
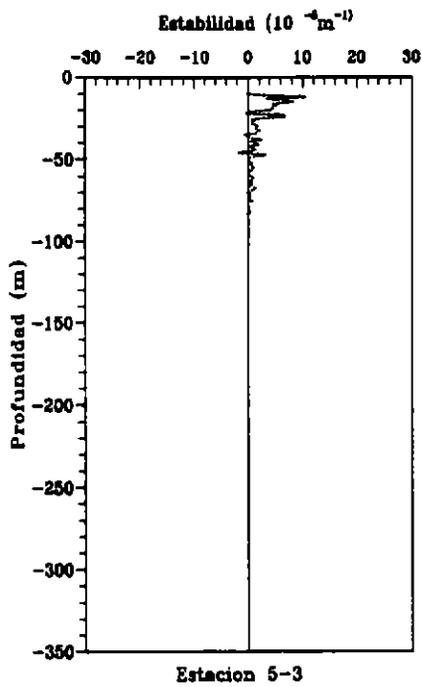
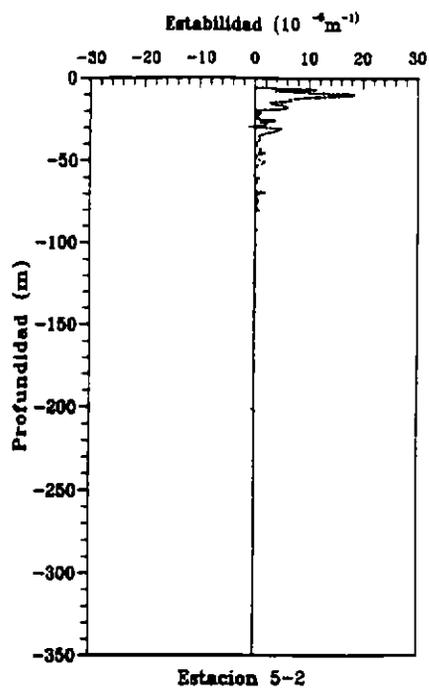
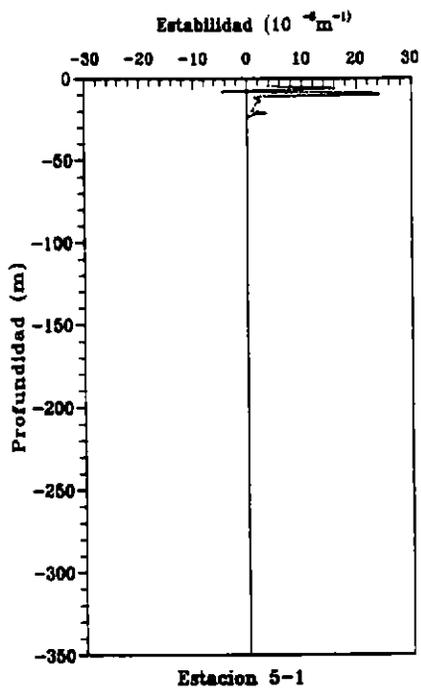


Figura 33. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 5.

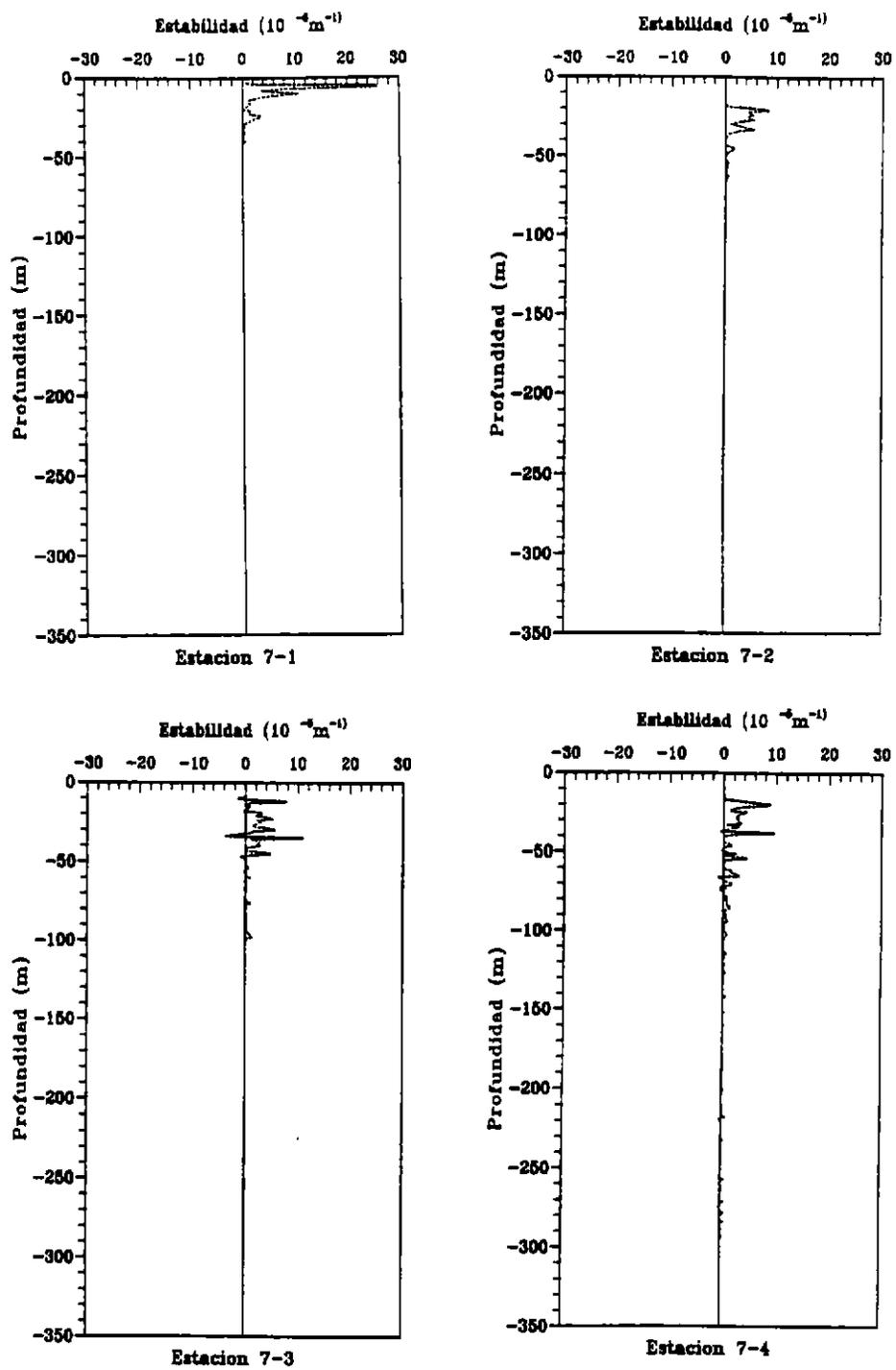


Figura 34. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ).  
Transecta 7.

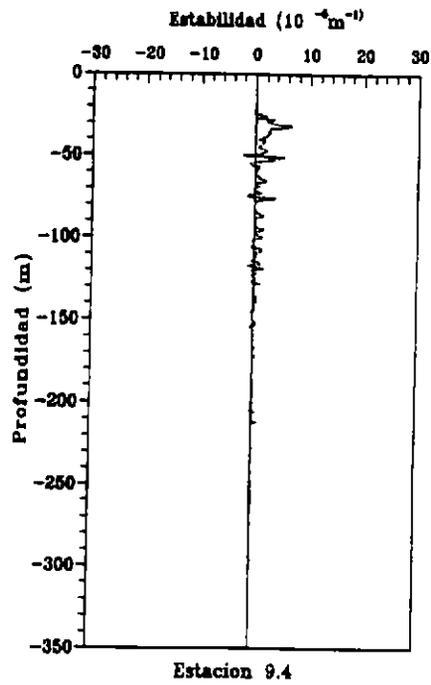
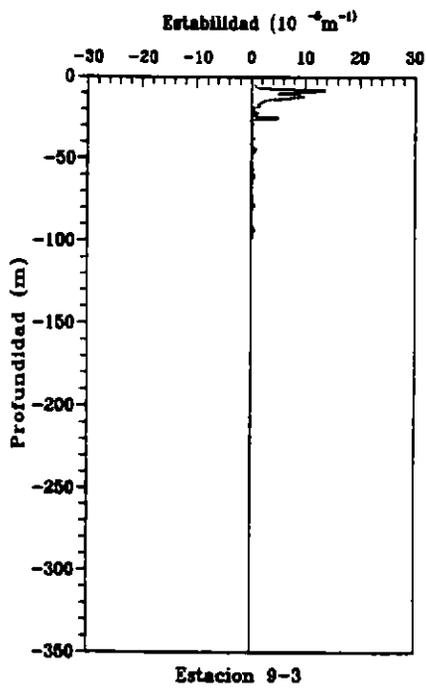
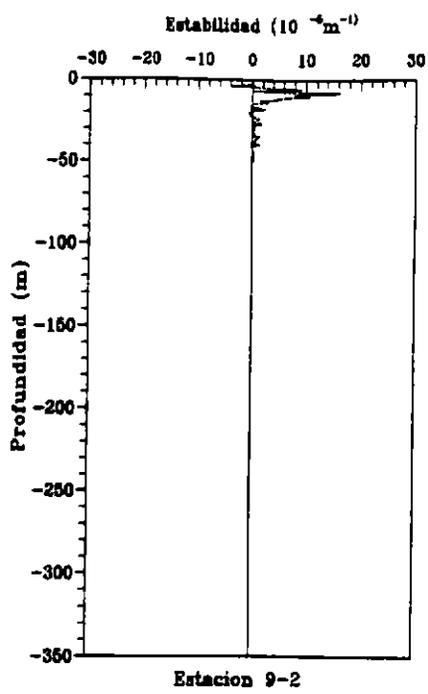
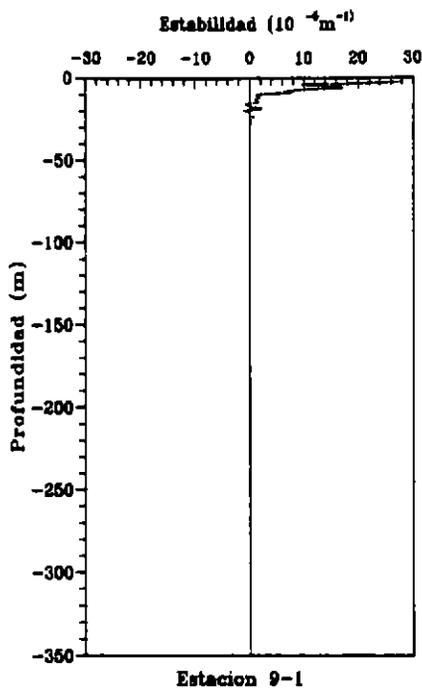


Figura 35. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 9

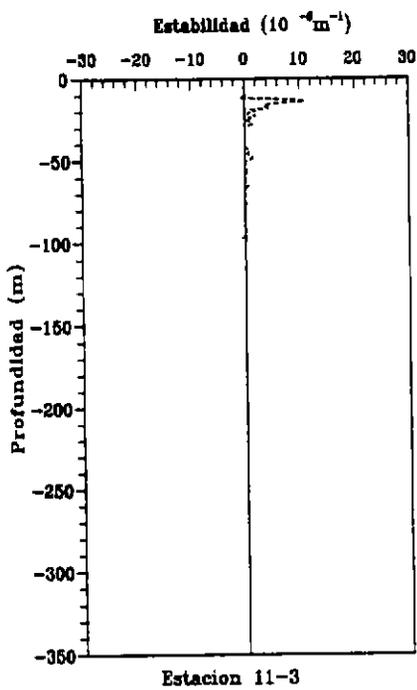
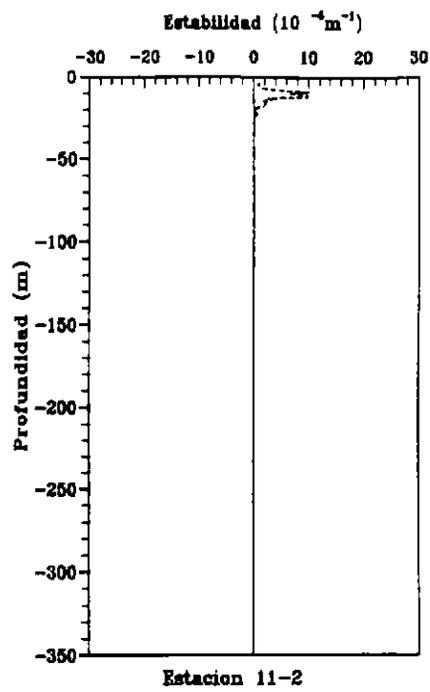
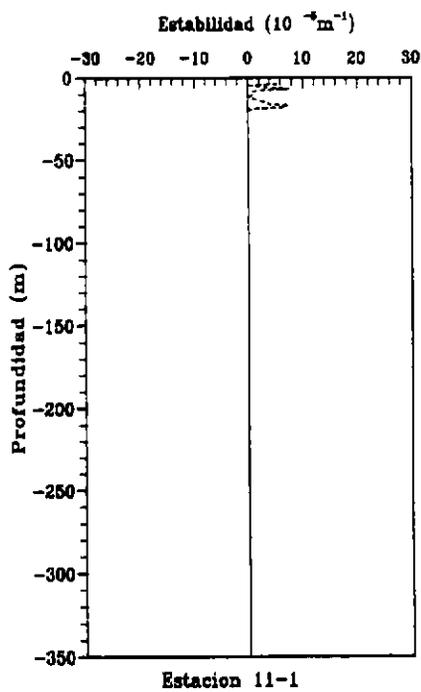


Figura 36. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 11.

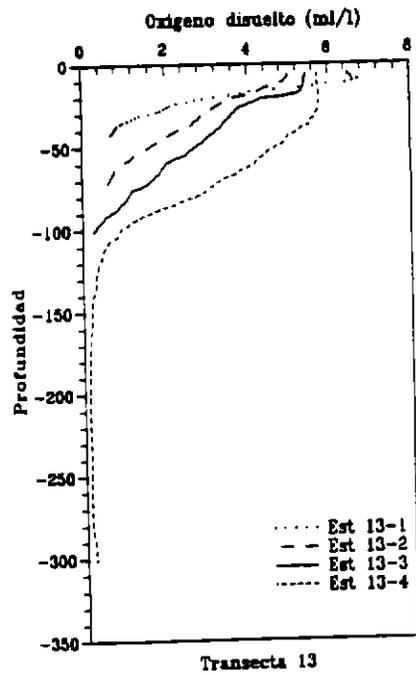
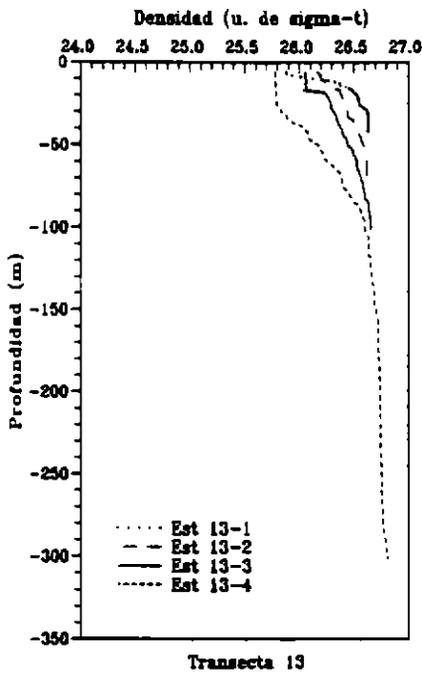
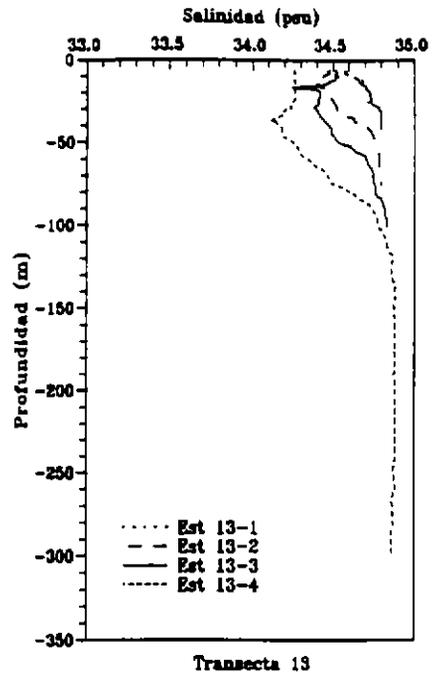
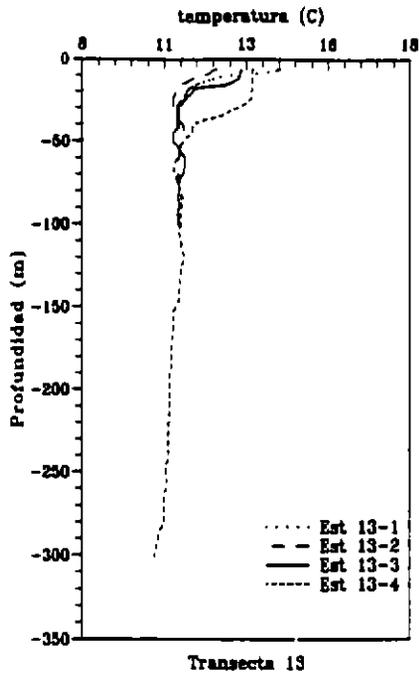


Figura 37. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 13.

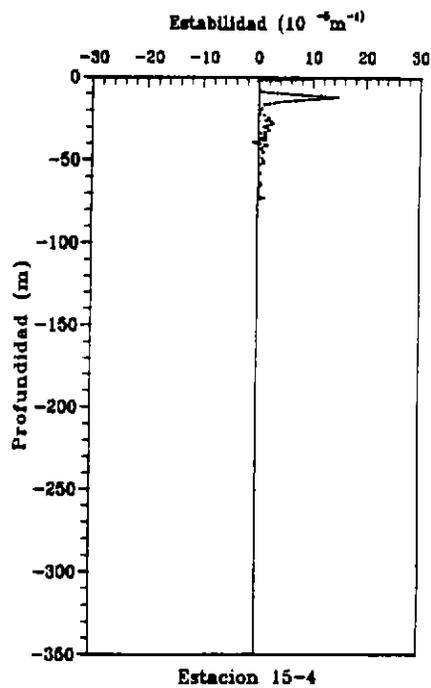
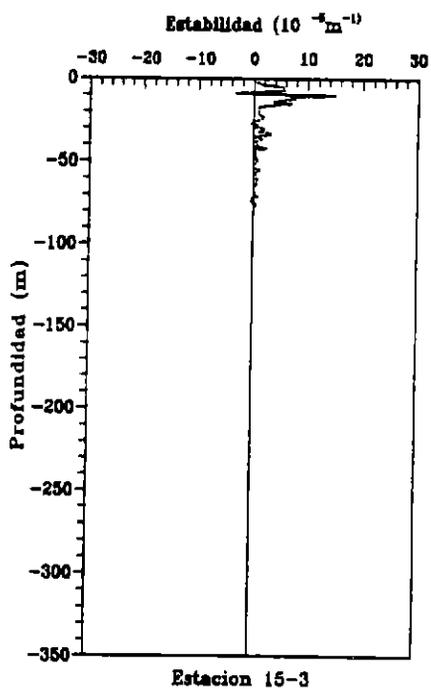
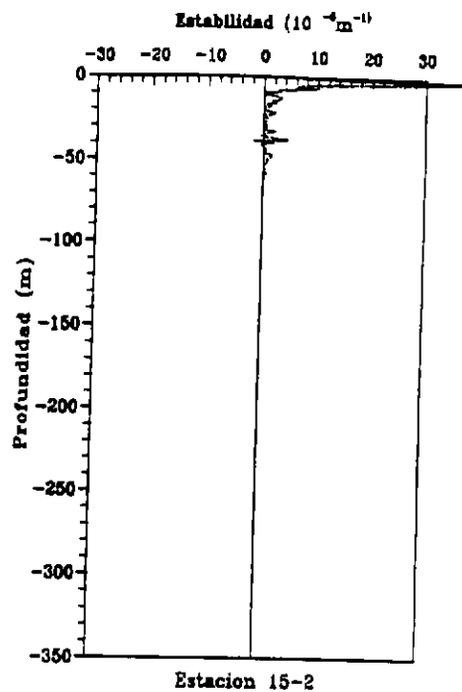
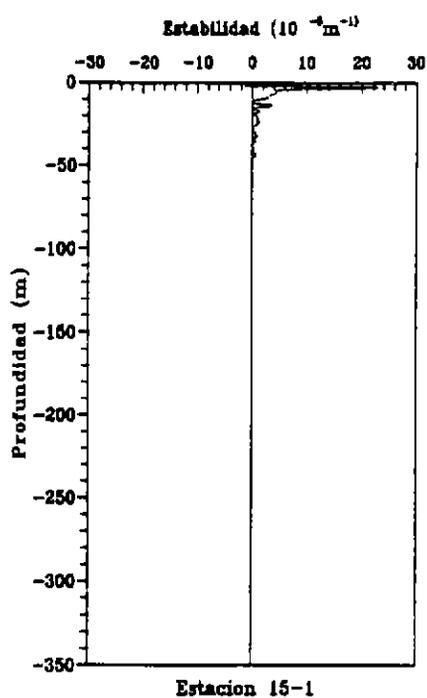


Figura 38. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 15.

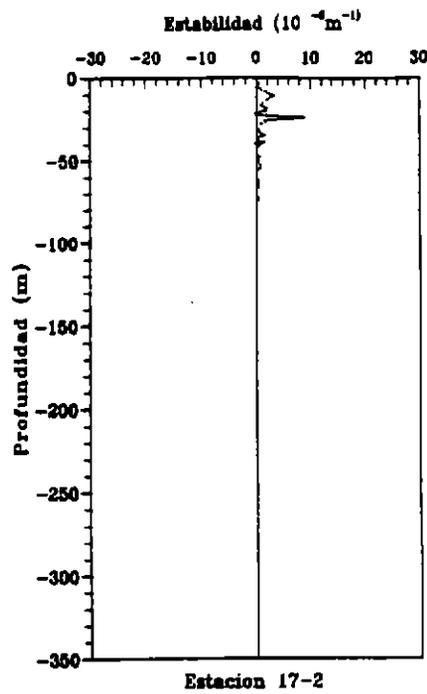
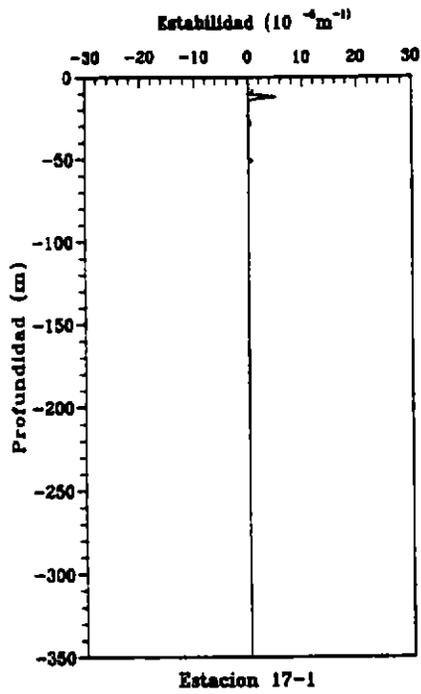


Figura 39. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 17.

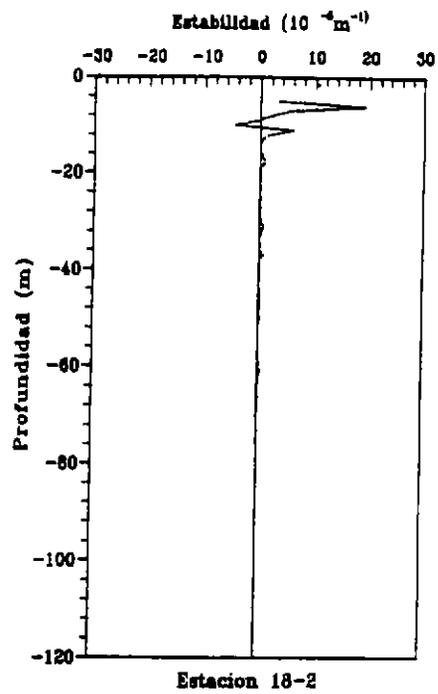
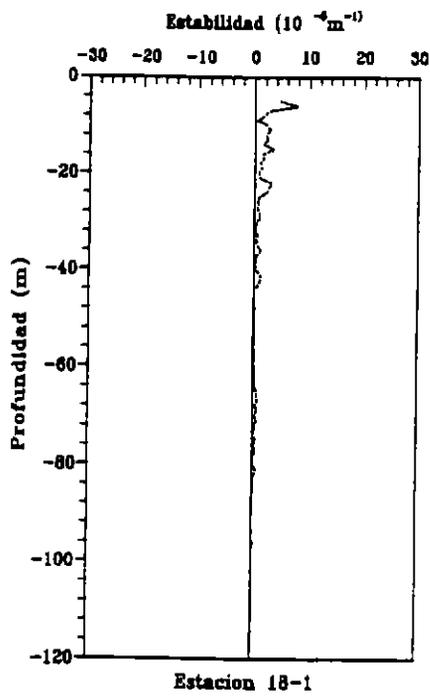


Figura 40. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 18.

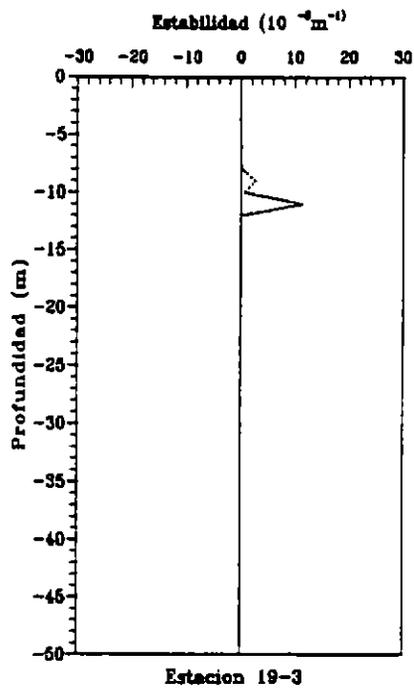
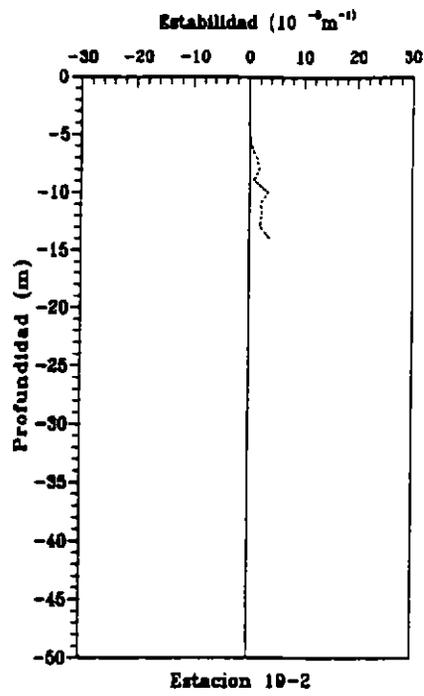
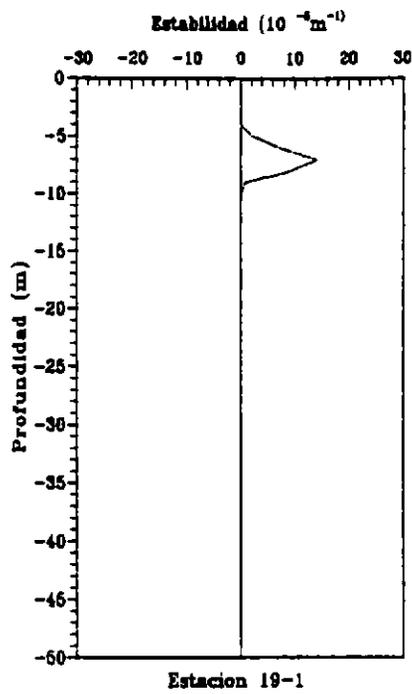


Figura 41. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 19.

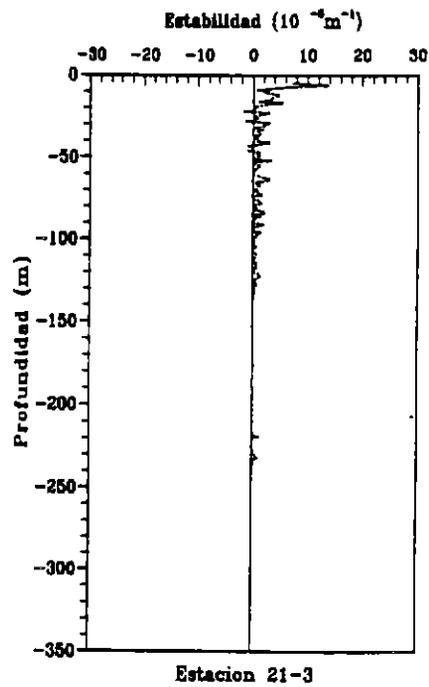
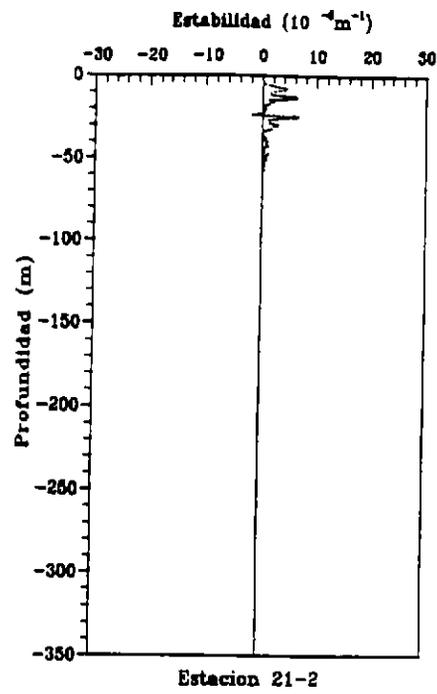
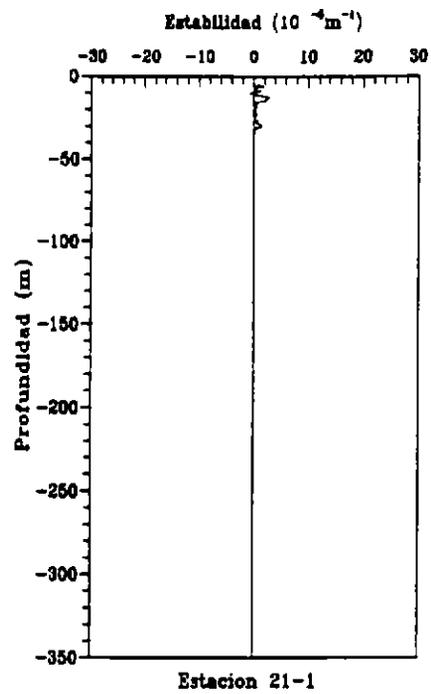


Figura 42. Perfiles verticales de estabilidad ( $\text{m}^{-1}$ ).  
Transecta 21.

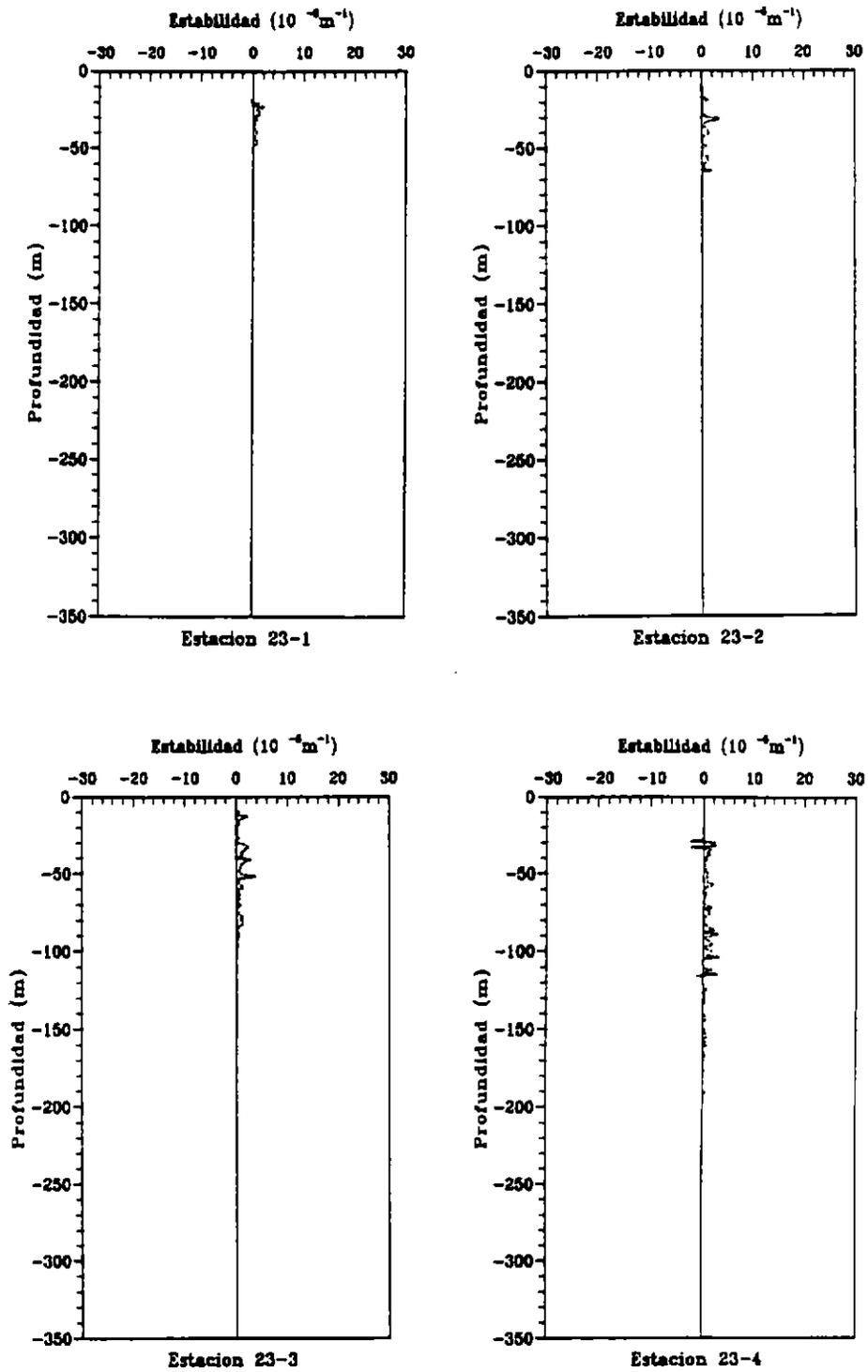


Figura 43. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 23.

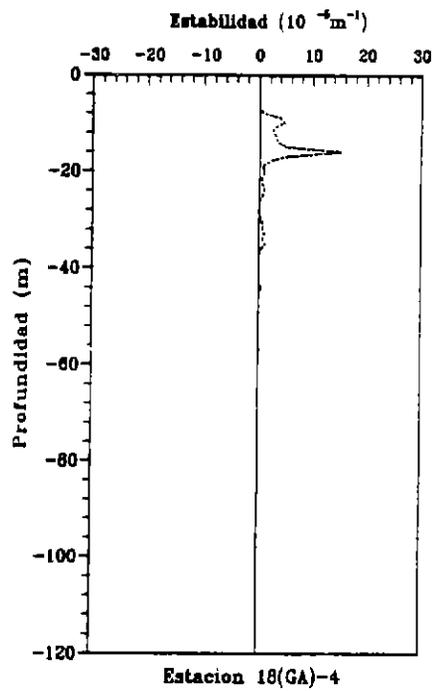
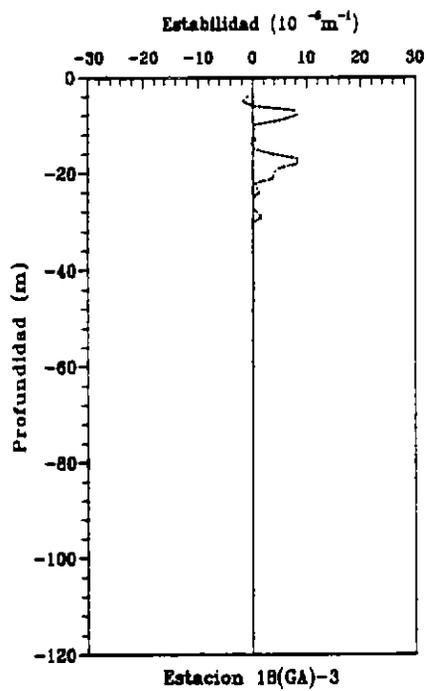
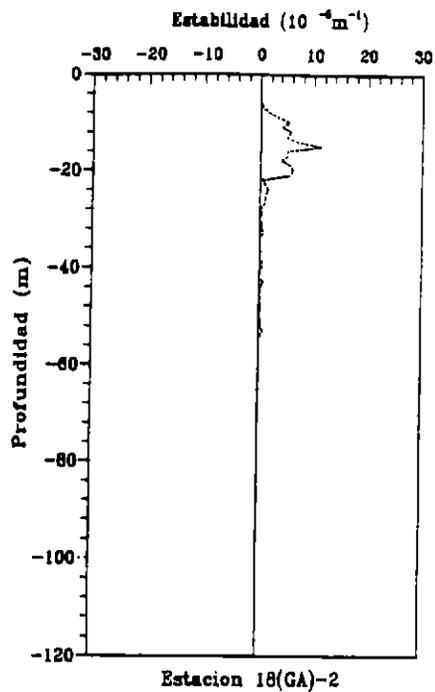
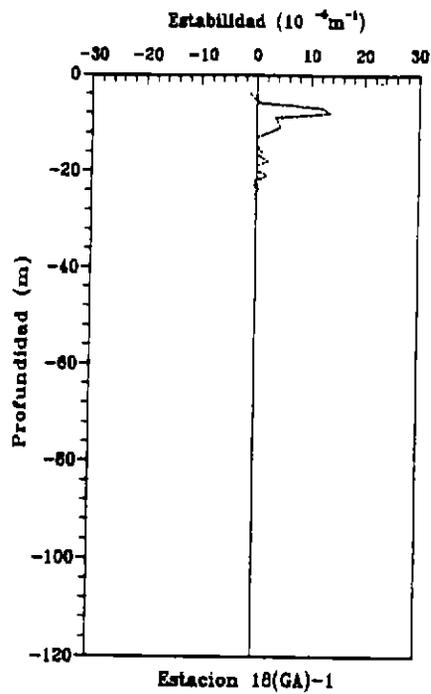


Figura 44. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ). Transecta 18(GA).

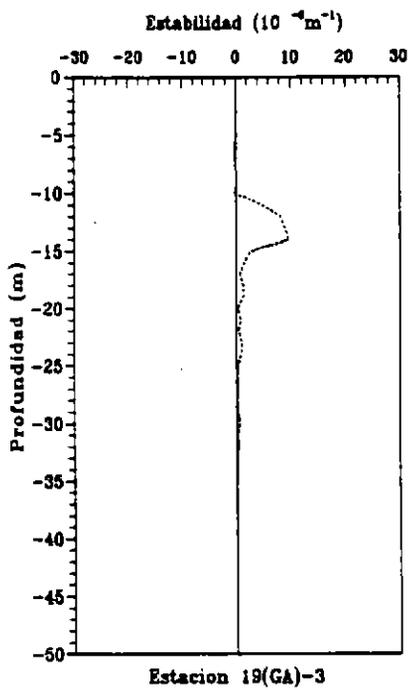
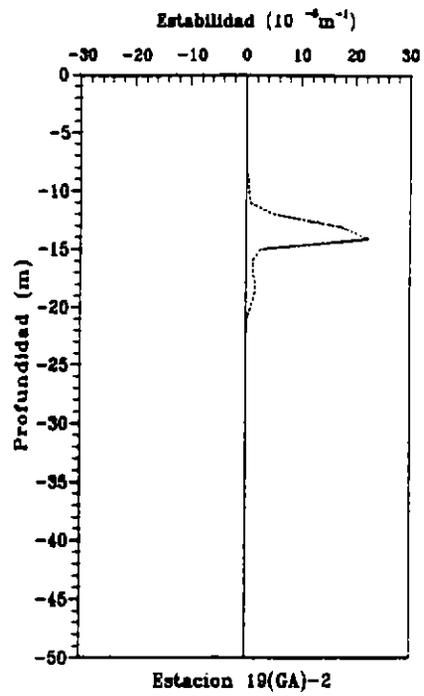
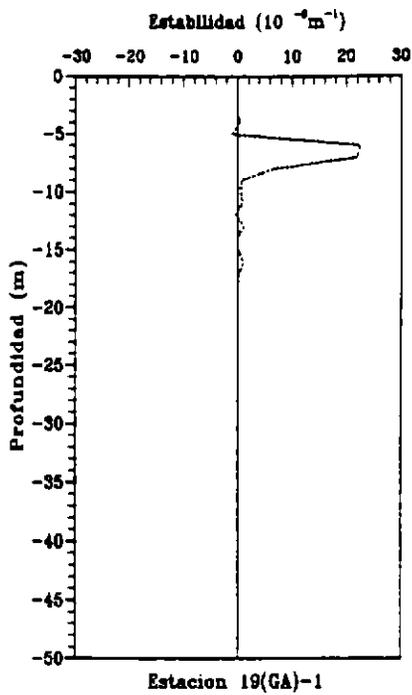


Figura 45. Perfiles verticales de estabilidad ( $m^{-1}$ ).  
Transecta 19(GA).

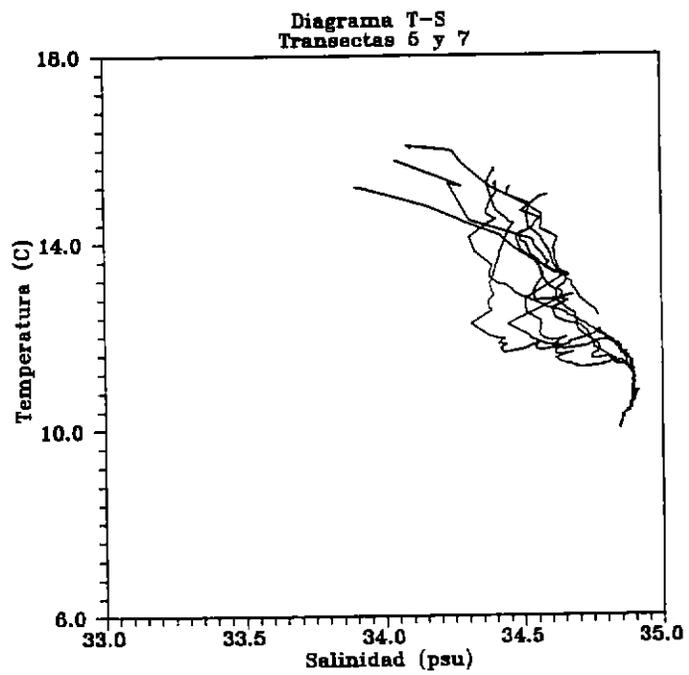
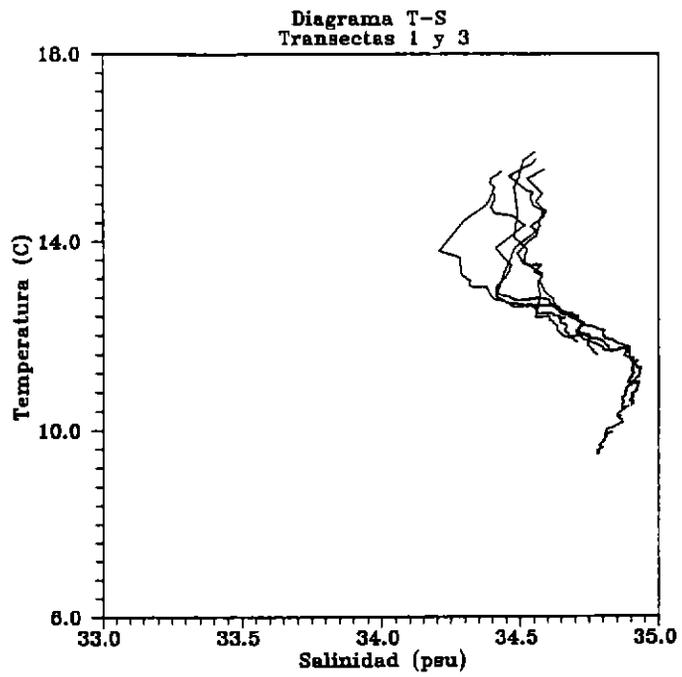


Figura 46. Diagramas TS para las transectas 1-3 y 5-7.

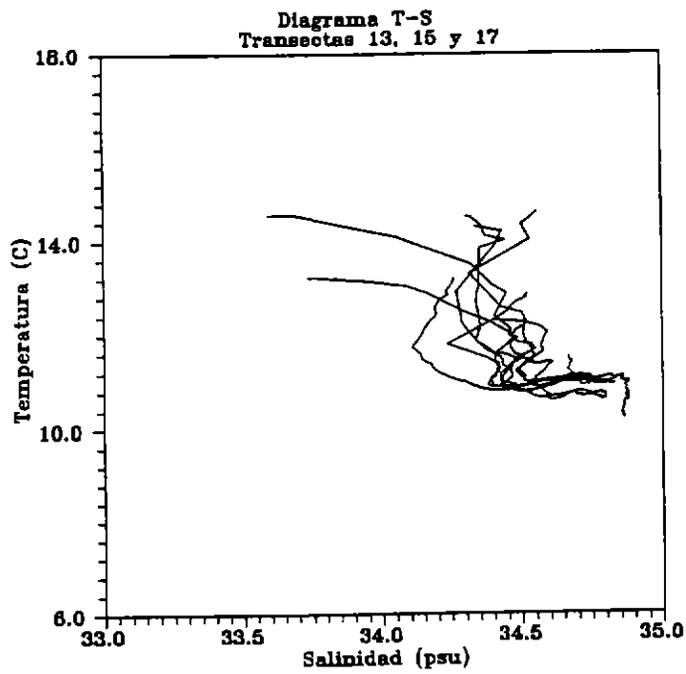
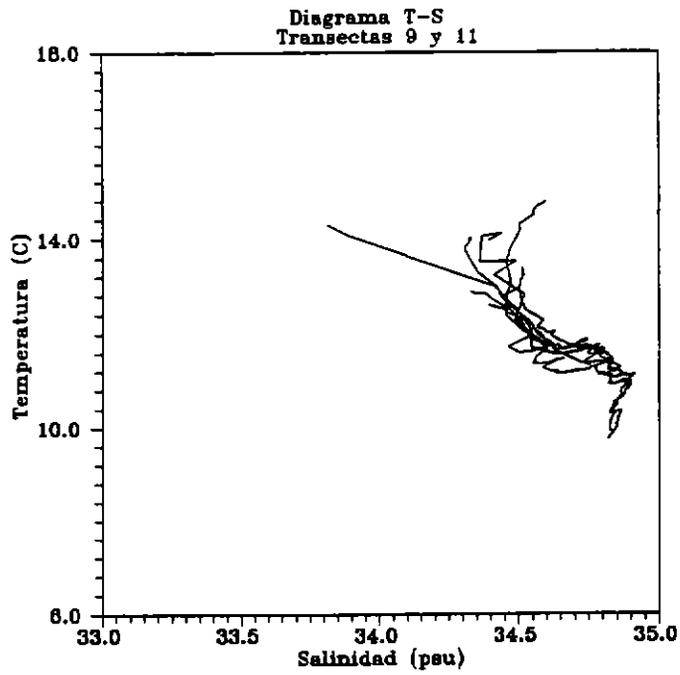


Figura 47. Diagramas TS para las transectas 9-11 y 13-15-17.

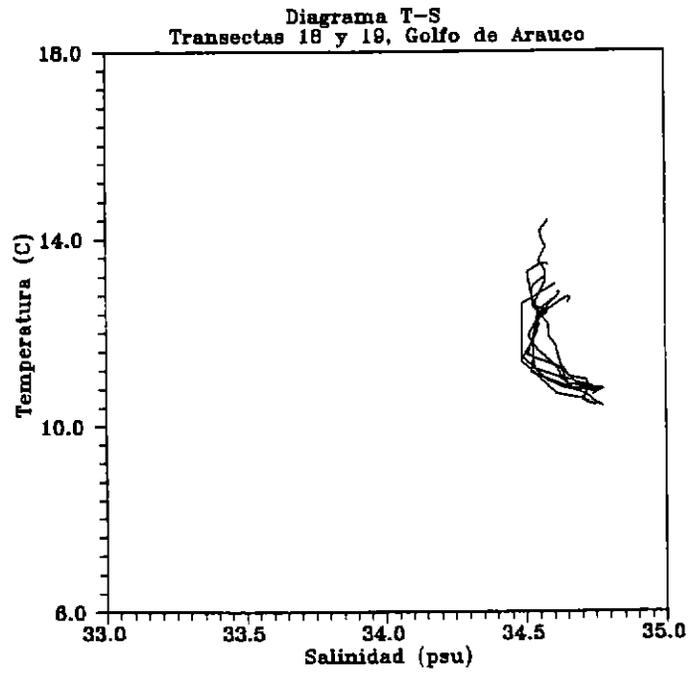
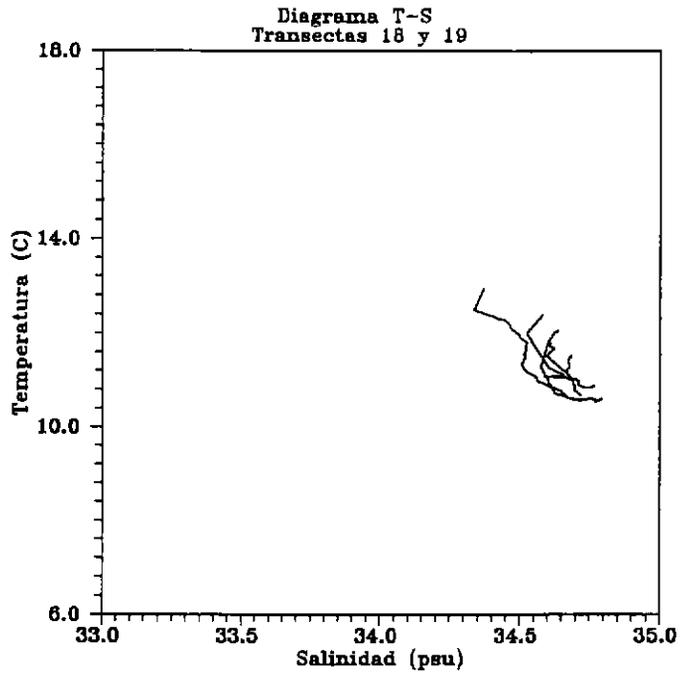


Figura 48. Diagramas TS para las transectas 18-18GA y 19-19GA.

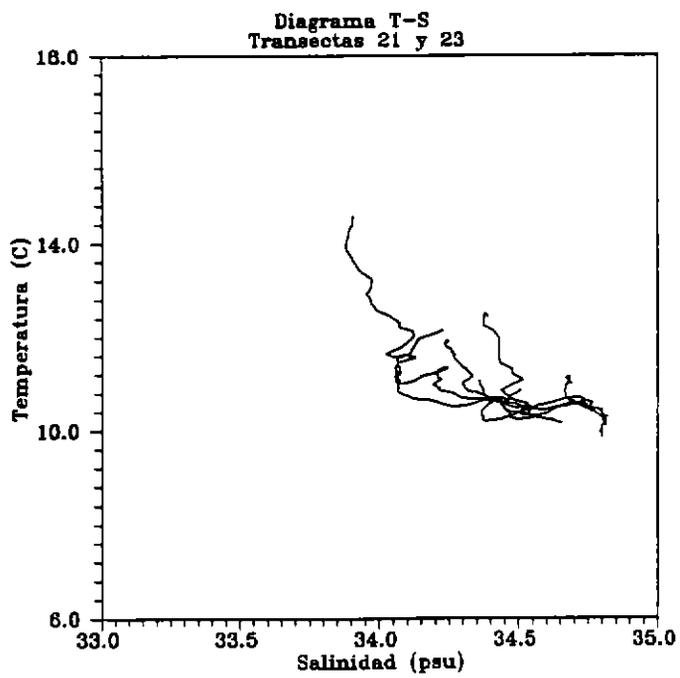


Figura 49. Diagramas TS para las transectas 21-23.



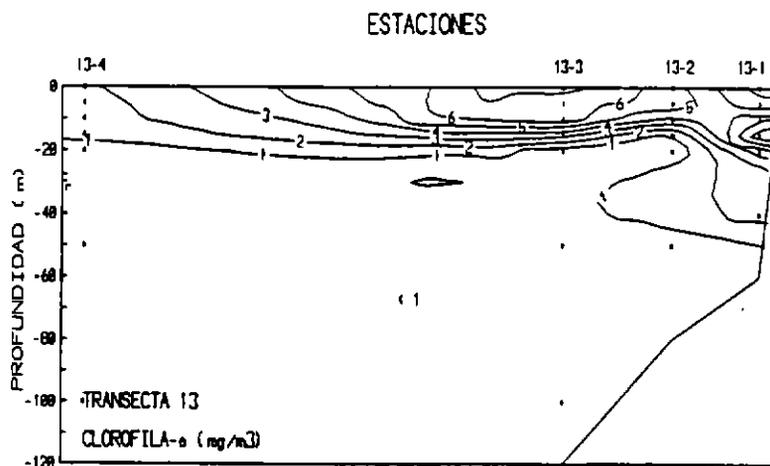
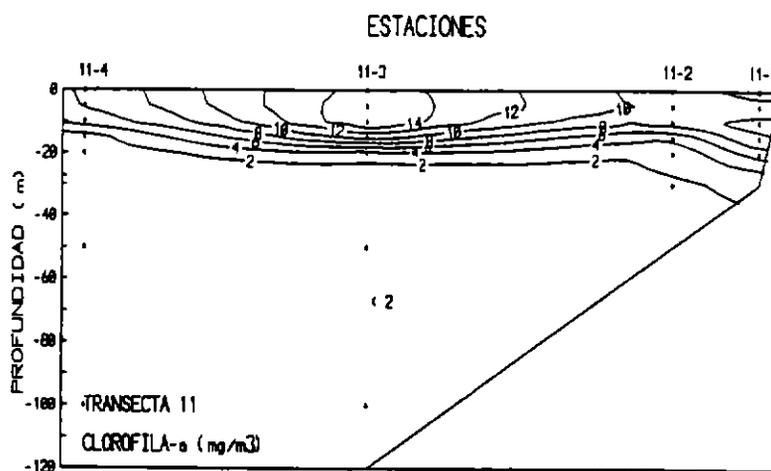
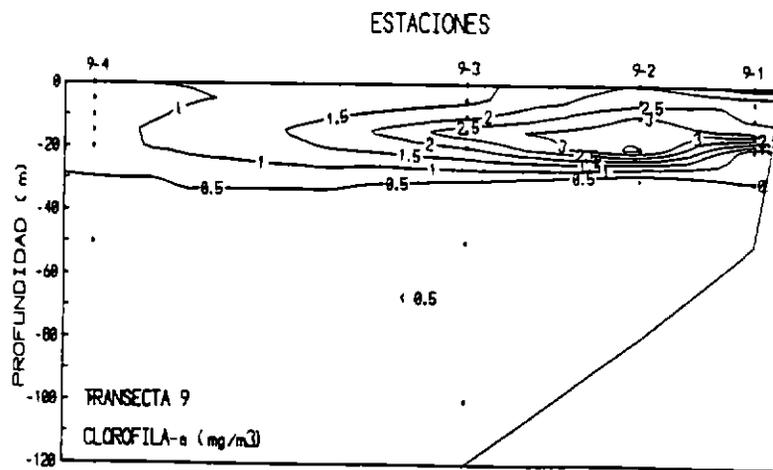


Figura 51. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 9, 11 y 13.

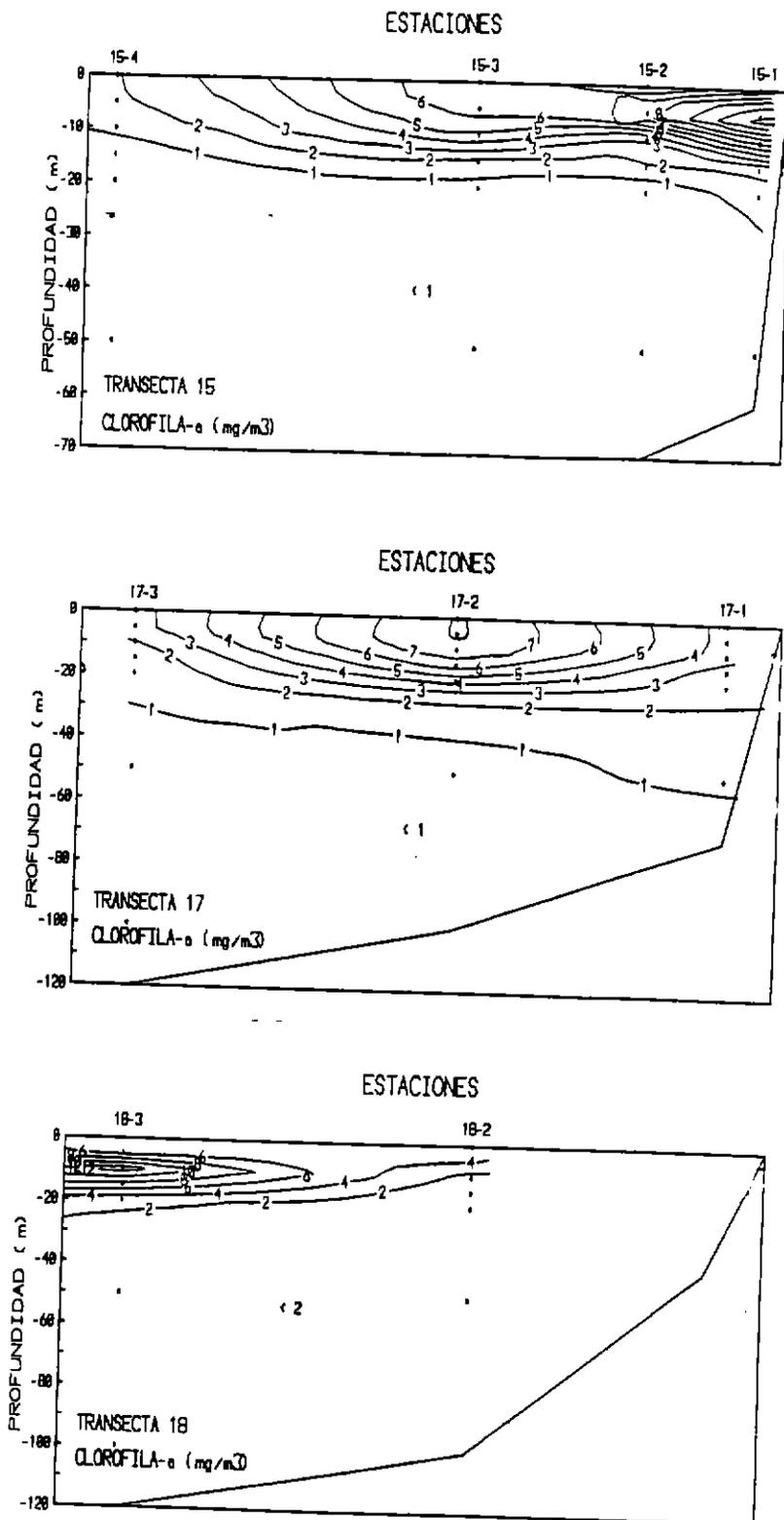


Figura 52. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 15, 17, 18.



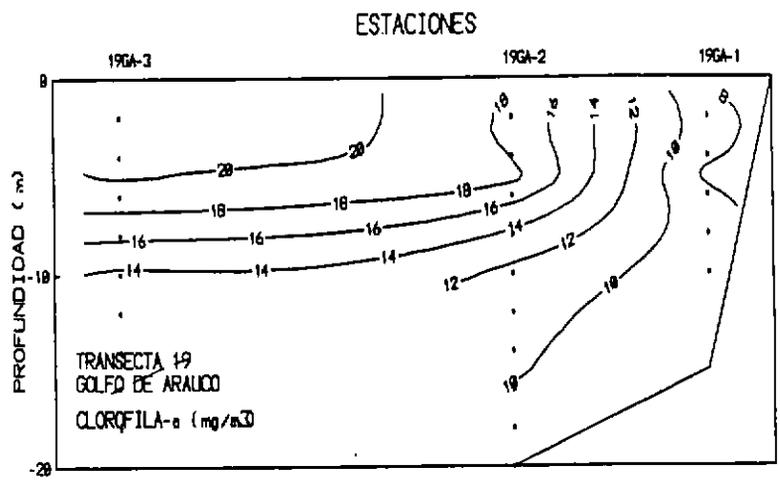
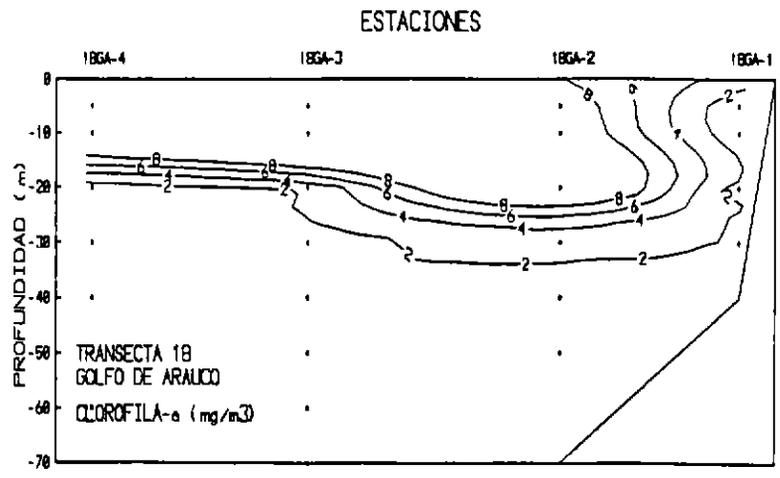


Figura 54. Secciones oceanográficas de Clorofila-a. Transectas 18(GA) y 19(GA).

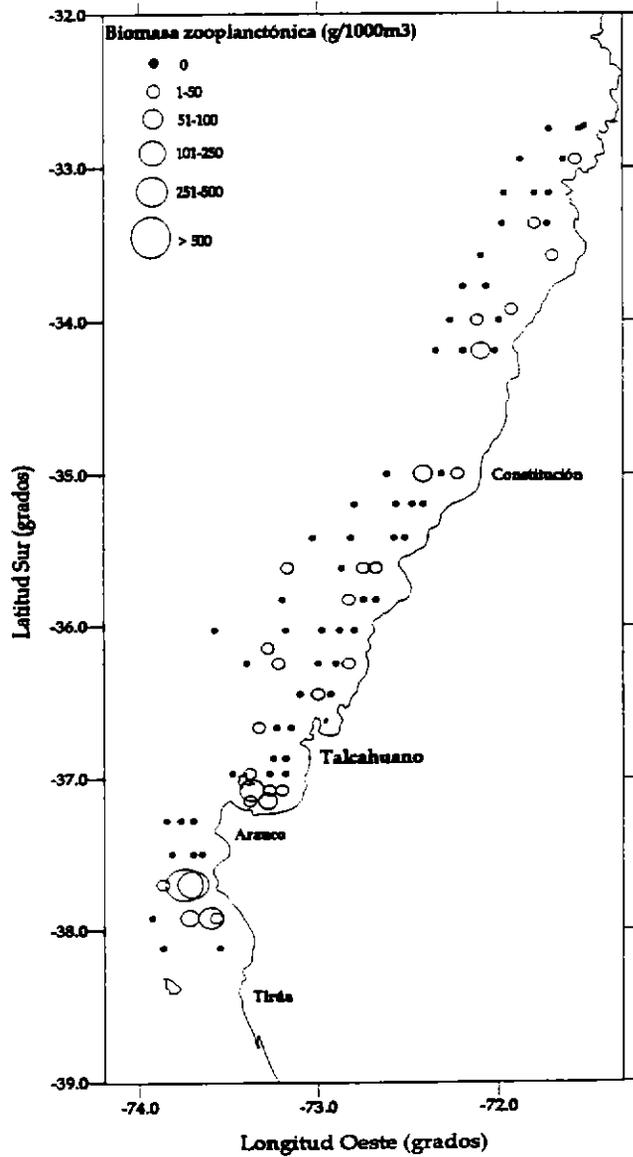


Figura 55. Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica total (g/1000m<sup>3</sup>) en el área de estudio.

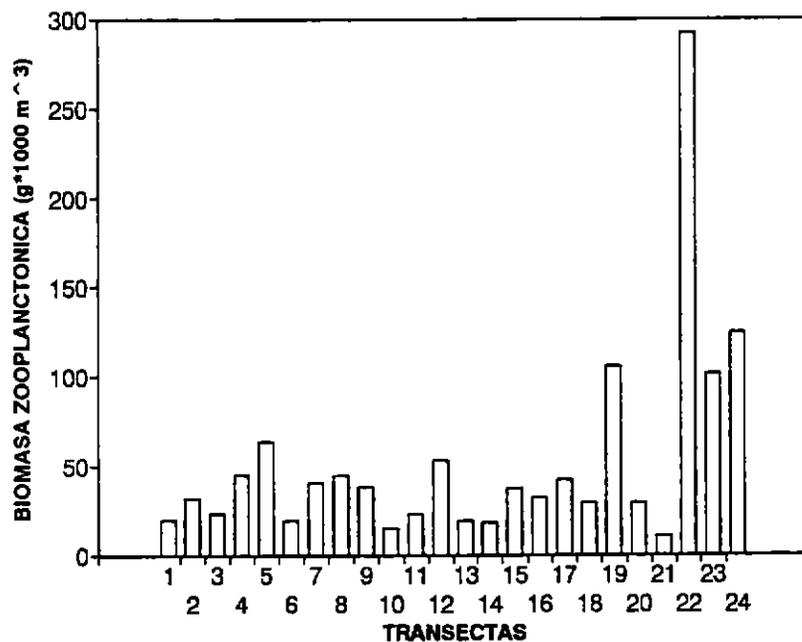


Figura 56. Distribución latitudinal de la biomasa zooplanctónica total (g/1000m<sup>3</sup>) en el área de estudio.

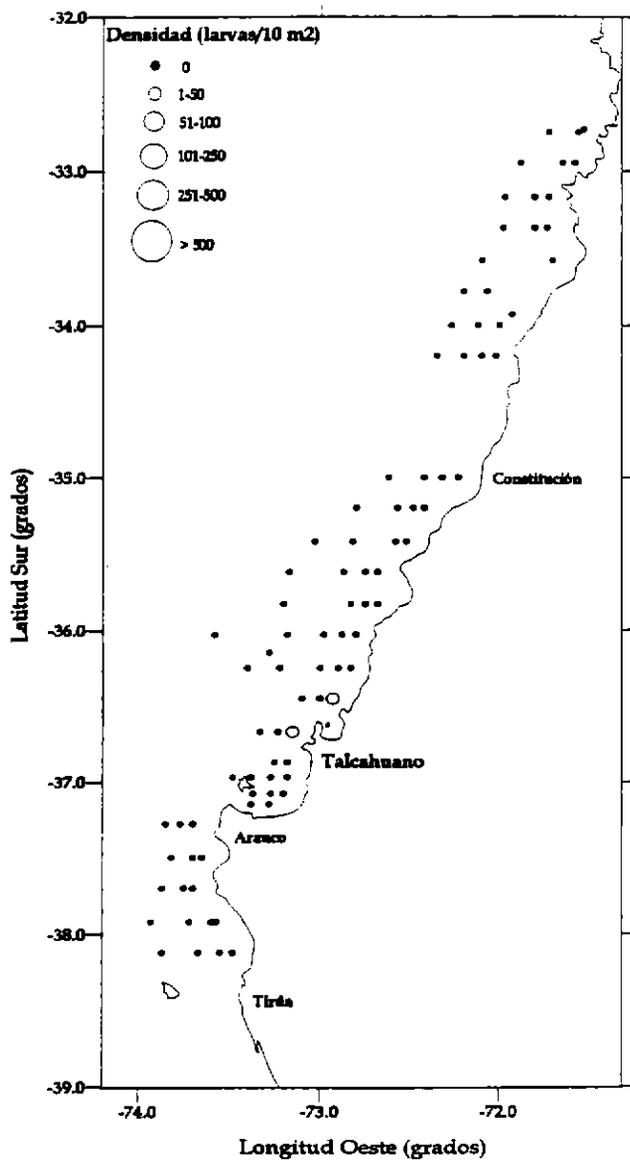
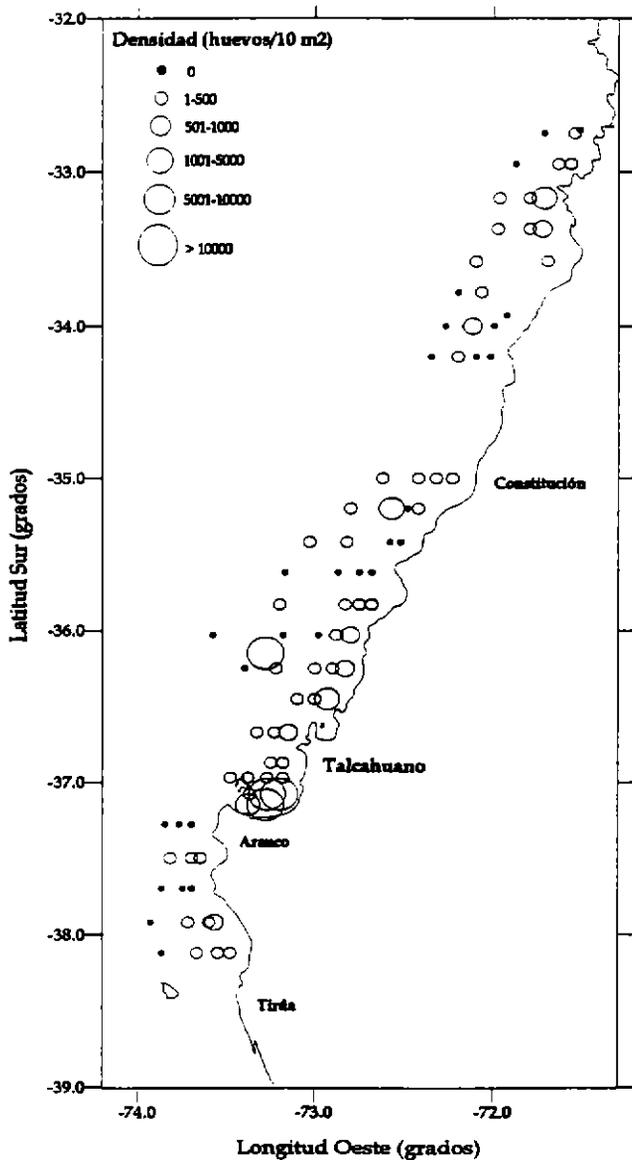


Figura 57. Distribución horizontal de huevos (huevos/10m<sup>2</sup>) y larvas (larvas/10 m<sup>2</sup>) de *S. bentincki* en el área de estudio.

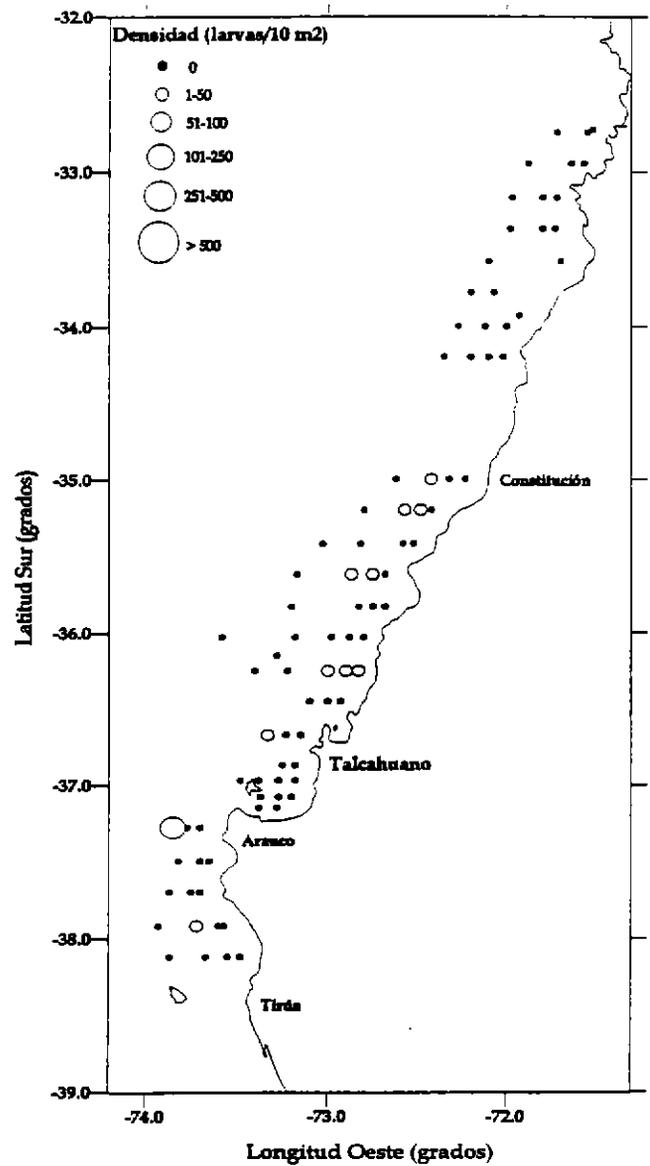
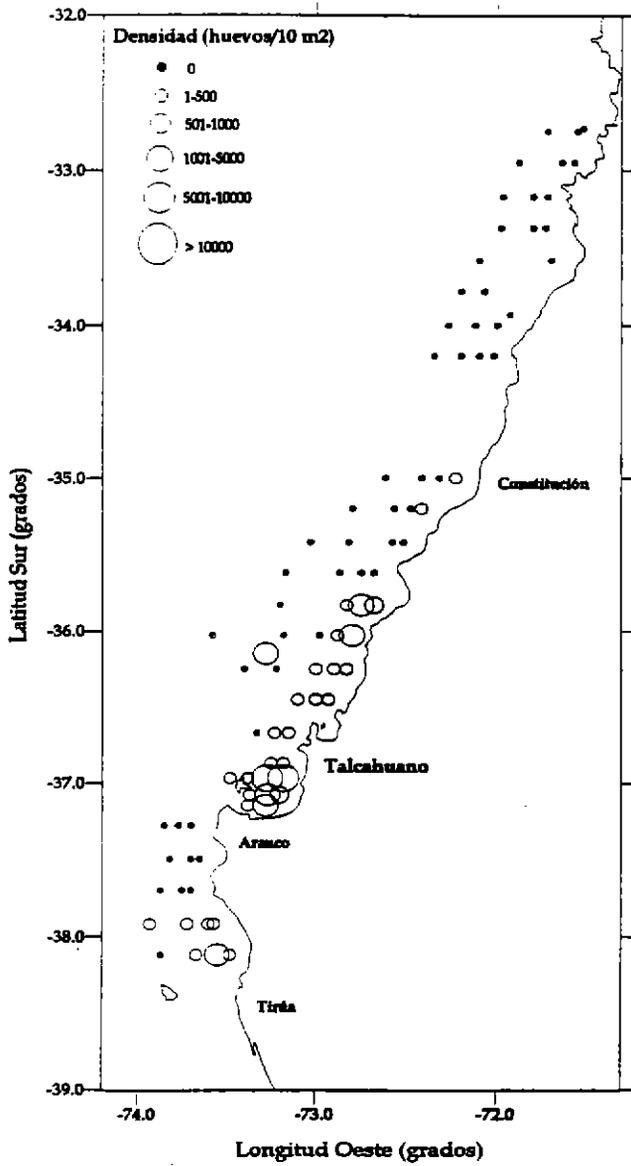


Figura 58. Distribución horizontal de huevos (huevos/10 m<sup>2</sup>) y larvas (larvas/10m<sup>2</sup>) de *E. ringens* en el área de estudio.

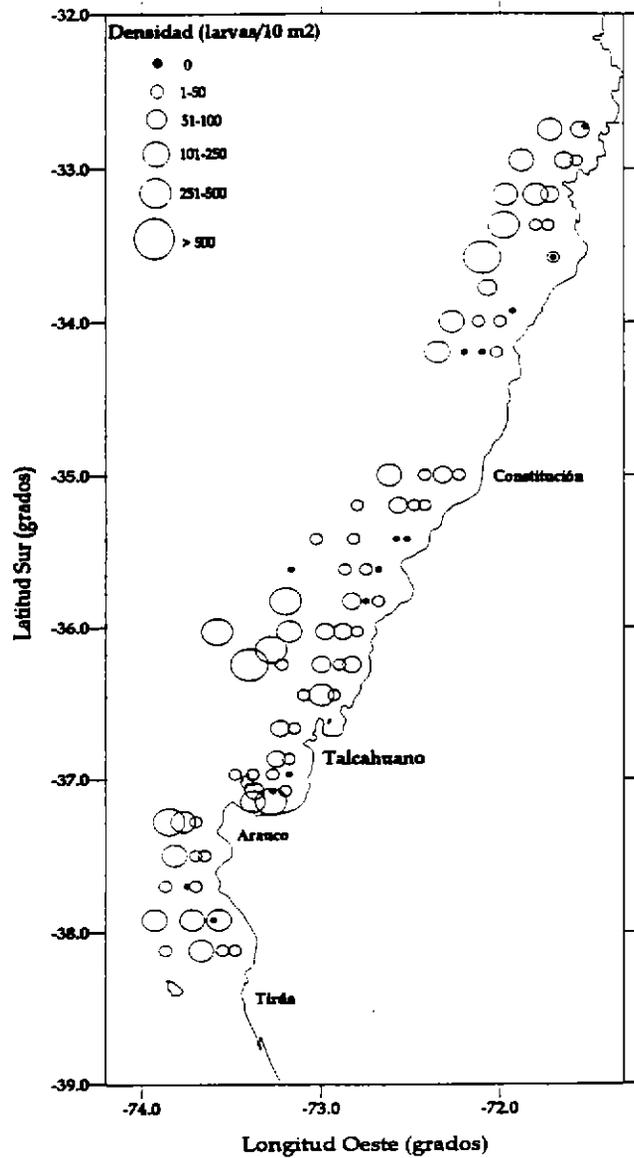
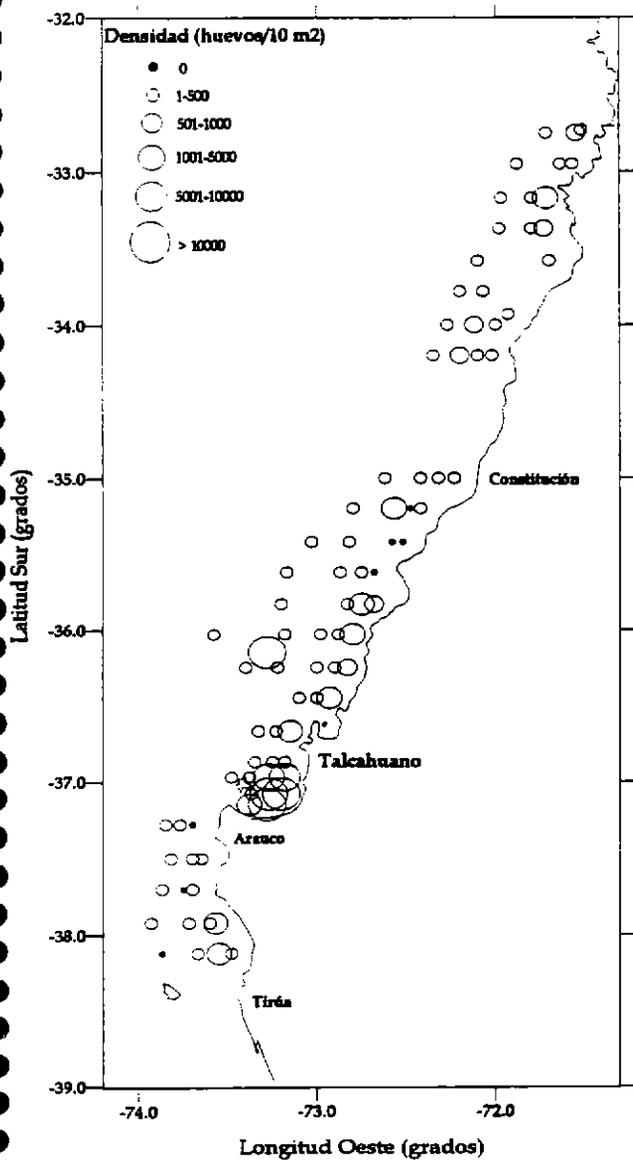


Figura 59. Distribución horizontal de huevos (huevos/10m<sup>2</sup>) y larvas (larvas/10 m<sup>2</sup>) totales en el área de estudio.

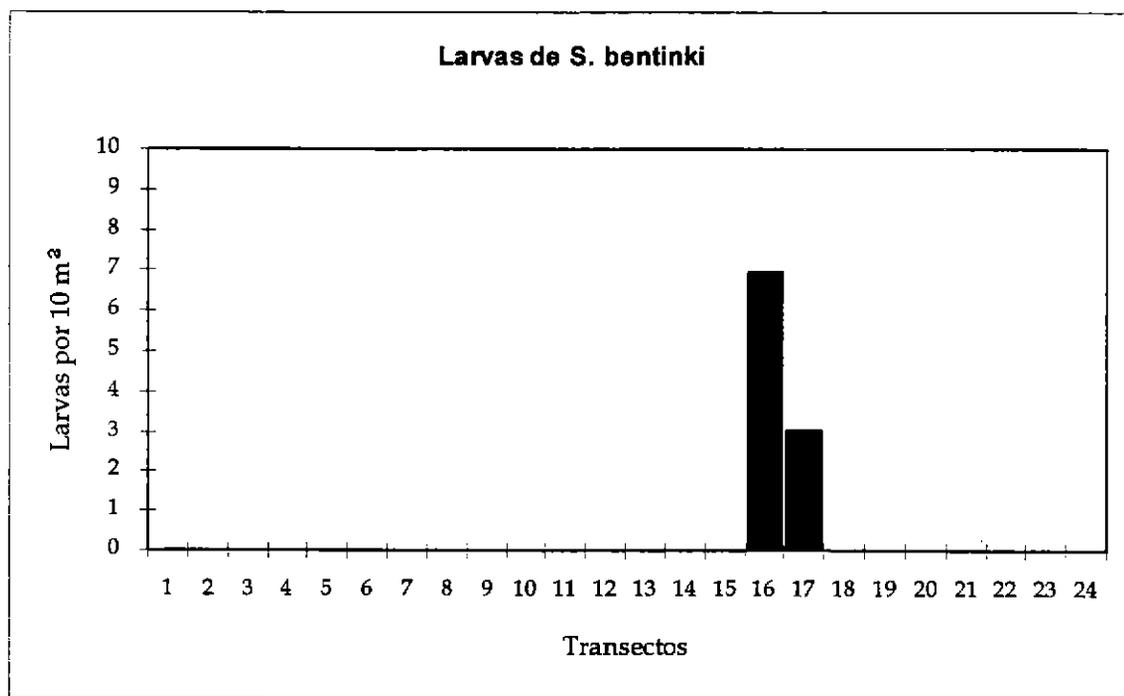
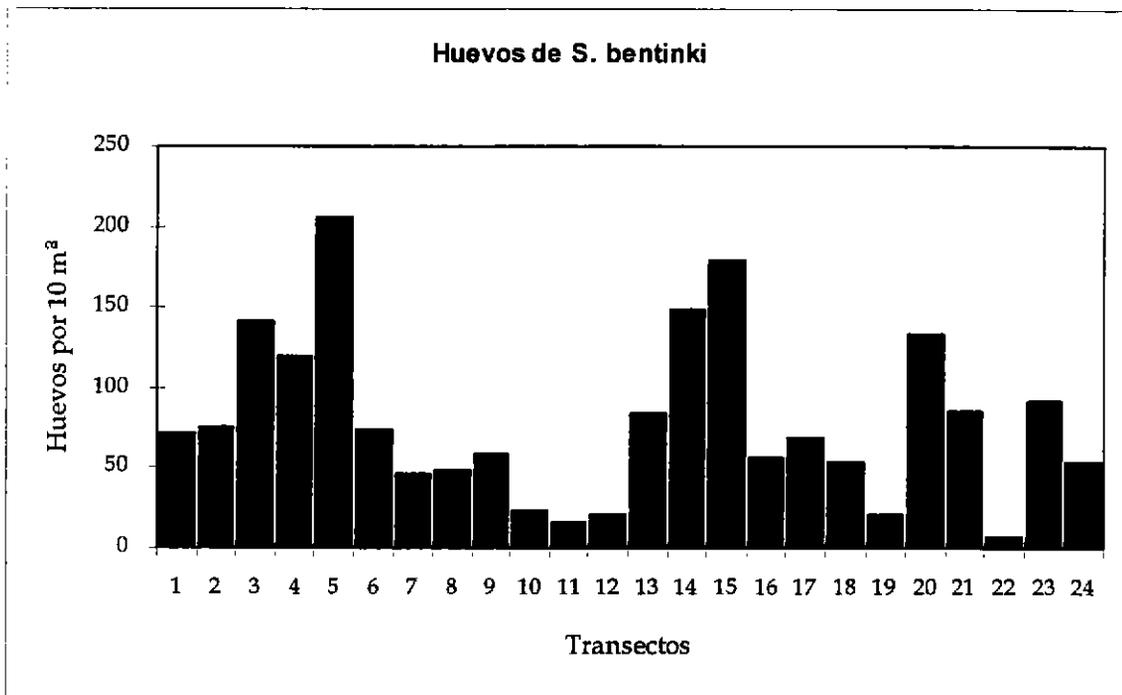


Figura 60. Distribución latitudinal de huevos y larvas de *S. bentincki* (ind/10m<sup>2</sup>) en el área de estudio.

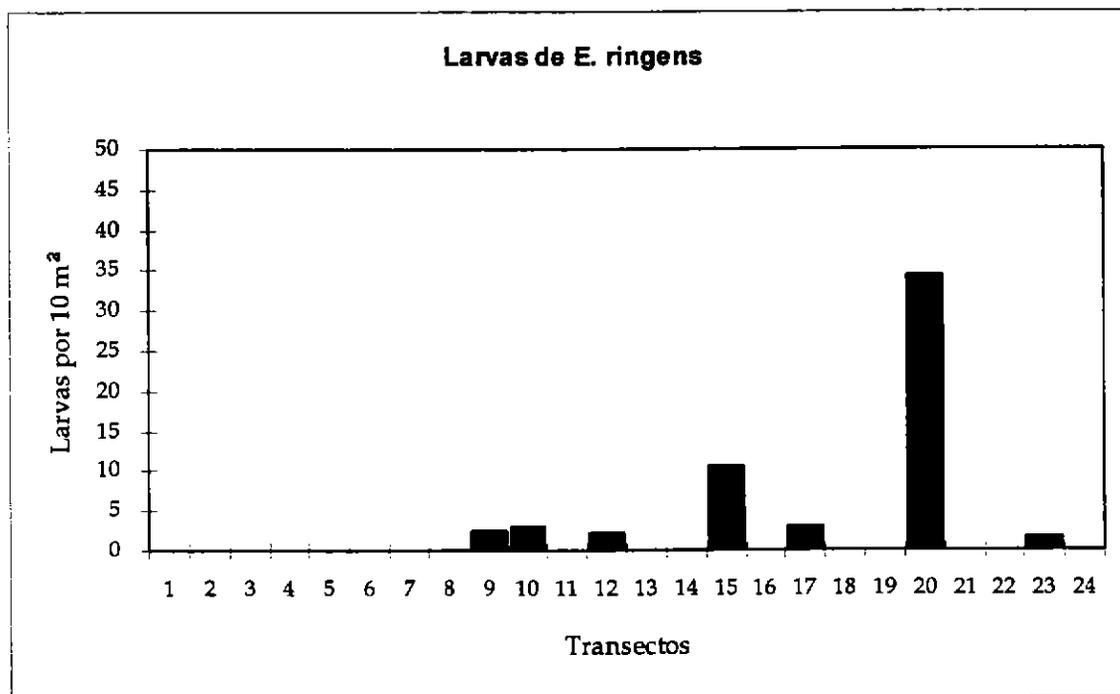
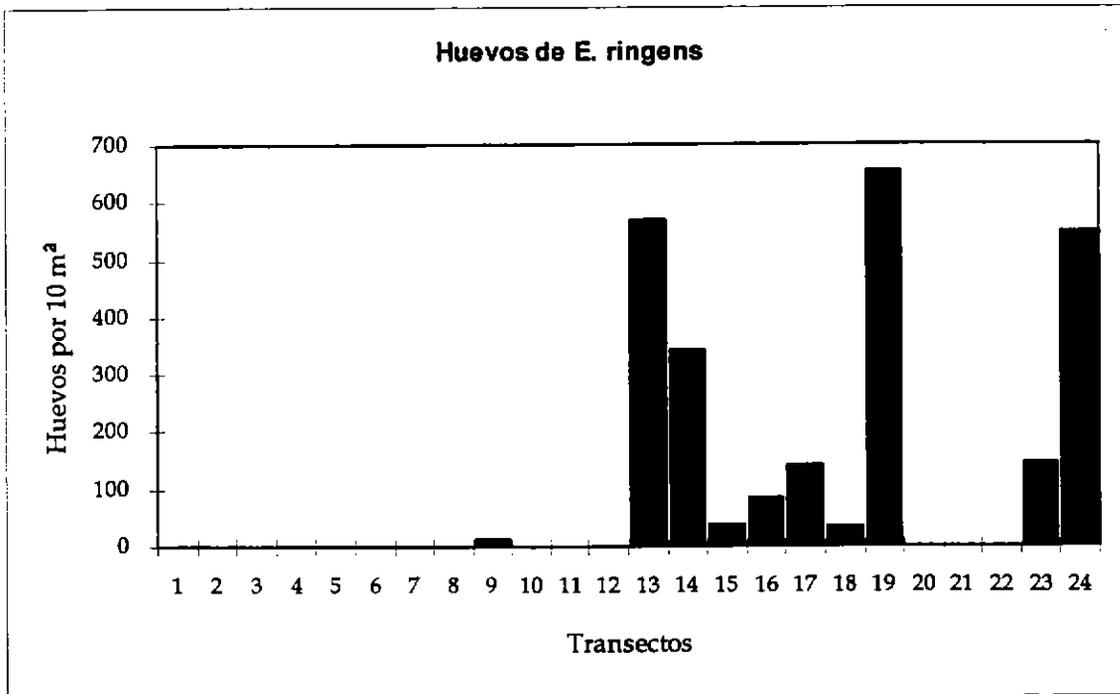


Figura 61. Distribución latitudinal de huevos y larvas de *E. ringens* (ind/10m<sup>2</sup>) en el área de estudio.

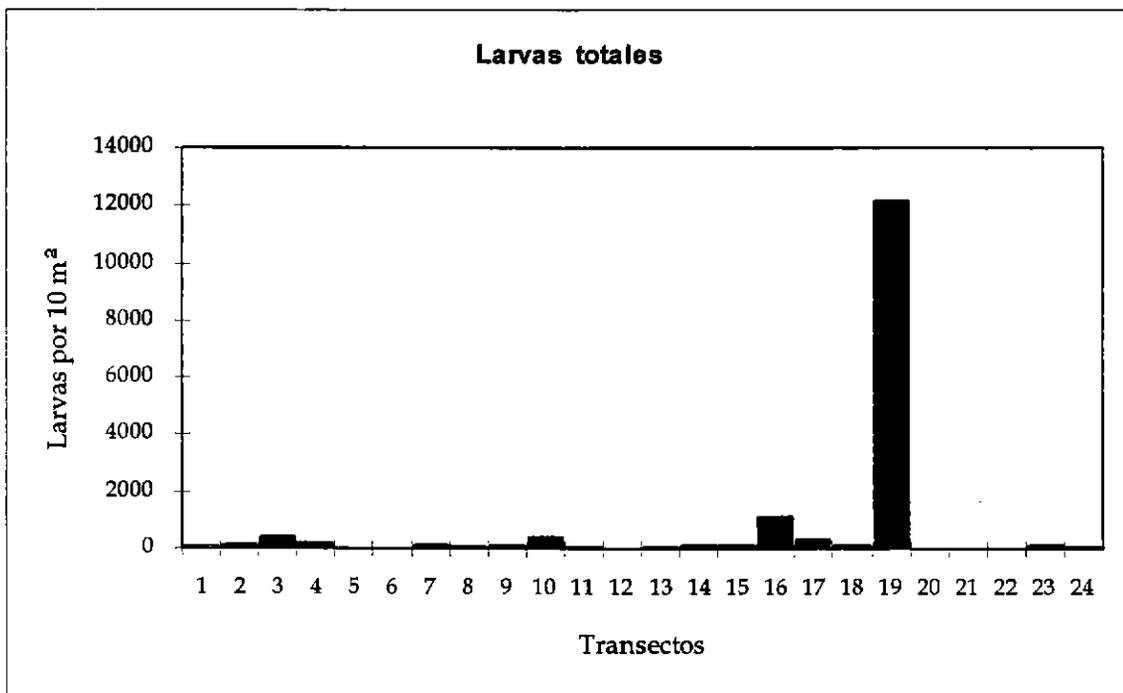
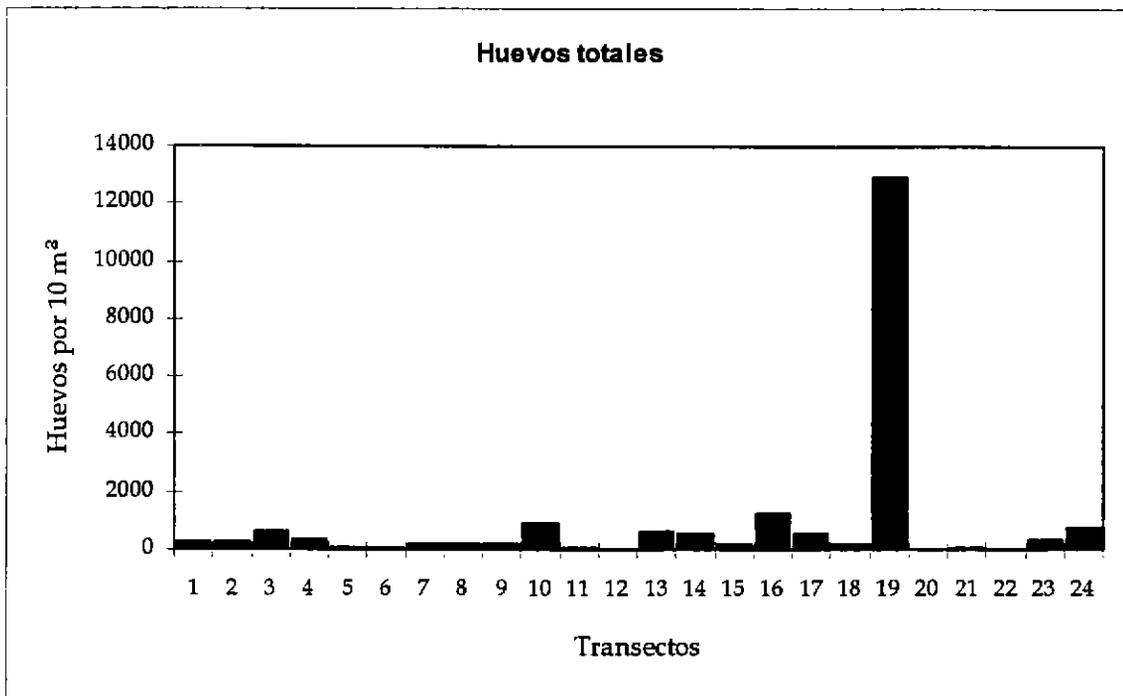


Figura 62. Distribución latitudinal de huevos y larvas totales (ind/10m<sup>2</sup>) en el área de estudio.

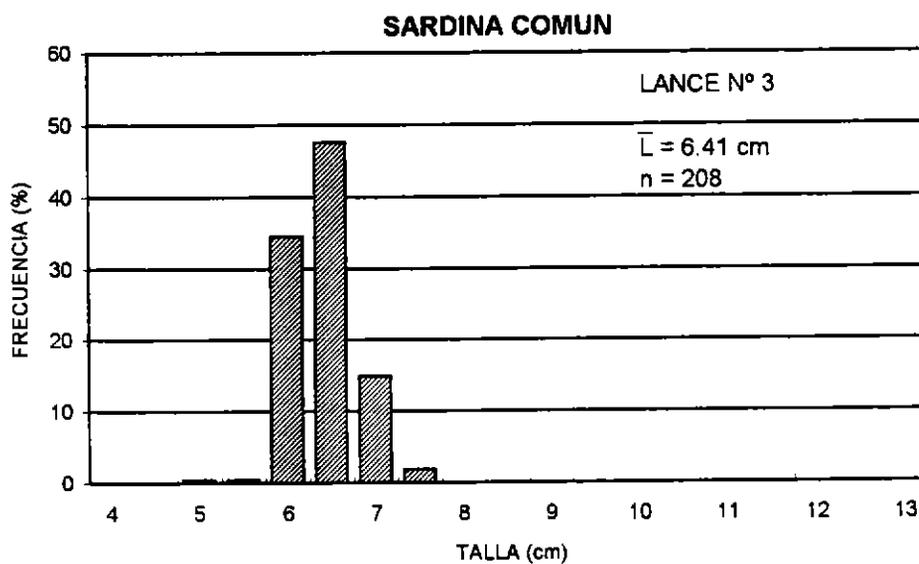
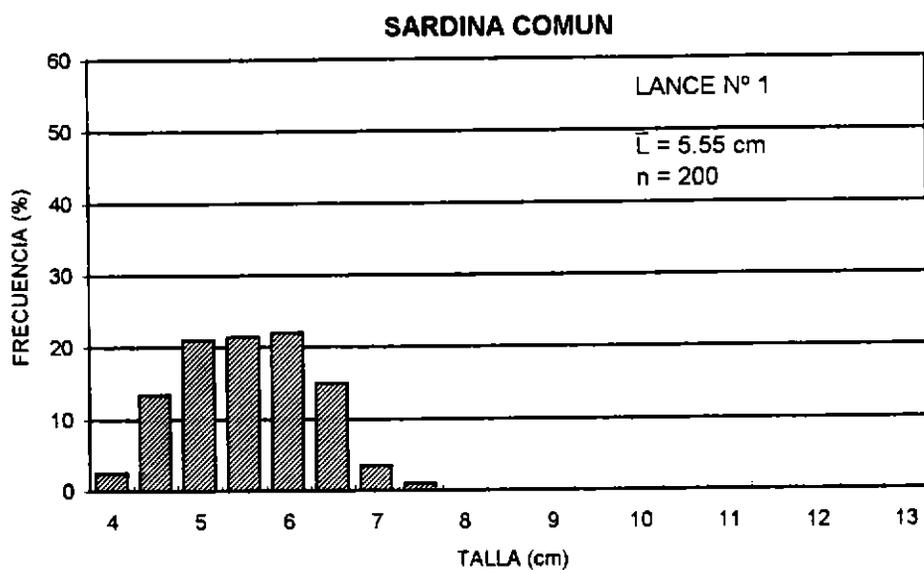


Figura 63 Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 1 y 3. Crucero PELASUR 9512.

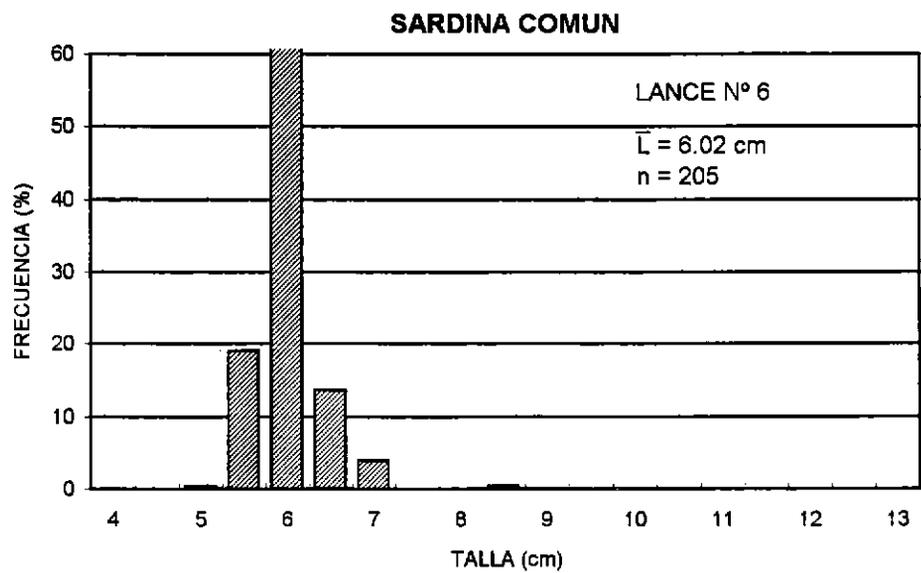
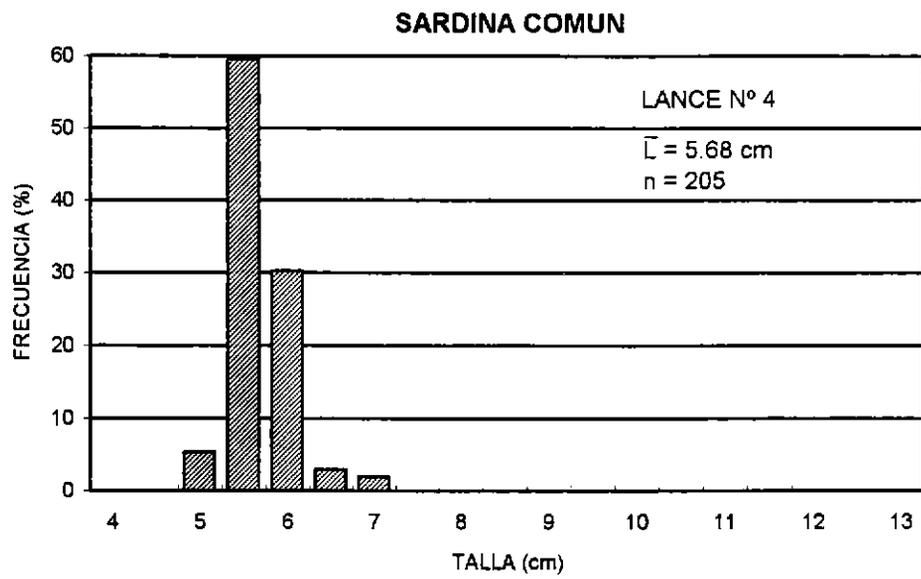


Figura 64. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 4 y 6. Crucero PELASUR 9512.

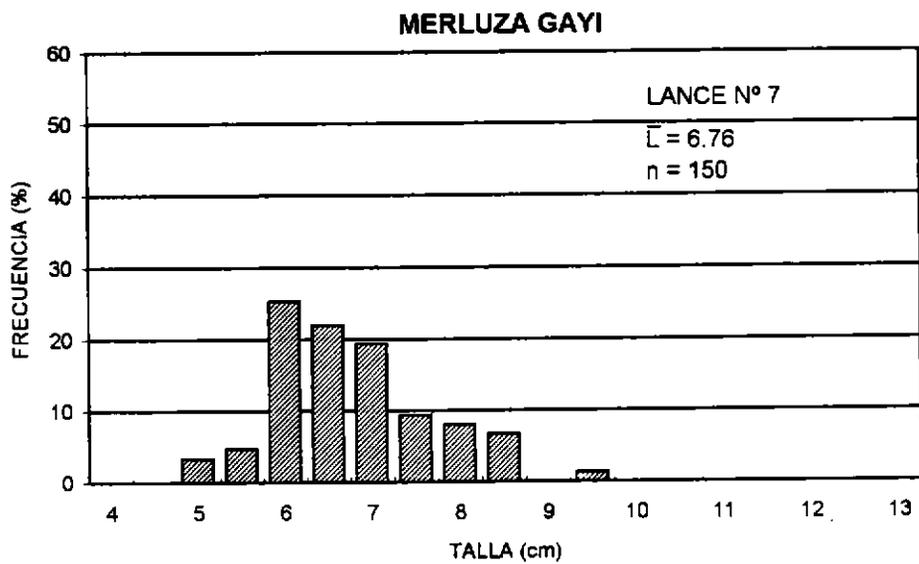
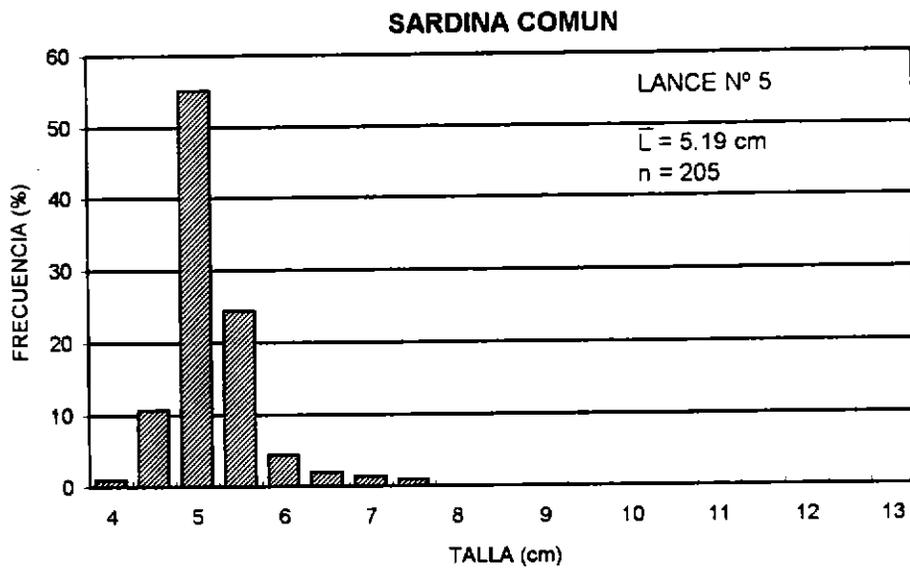


Figura 65. Estructura de tallas de sardina común y merluza común capturadas en los lances 5 y 7. Crucero PELASUR 9512.

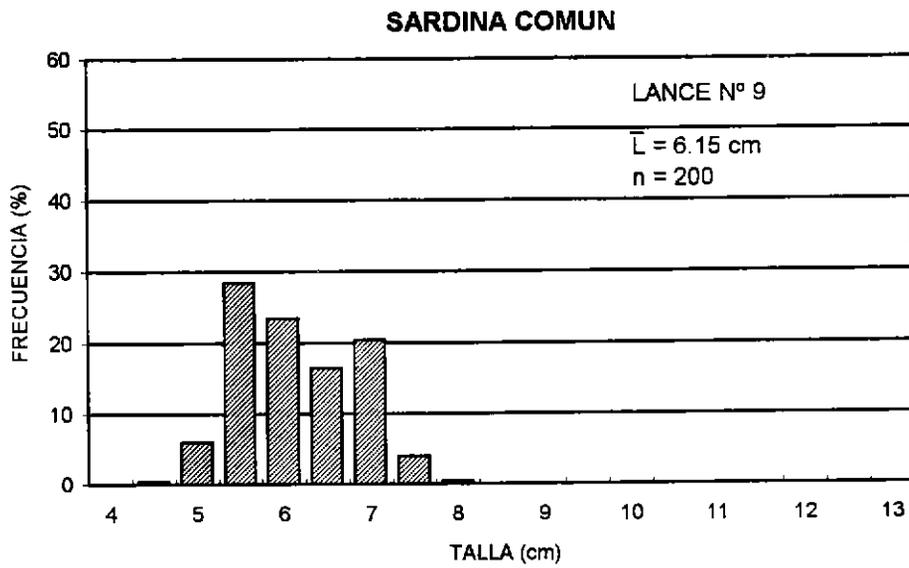
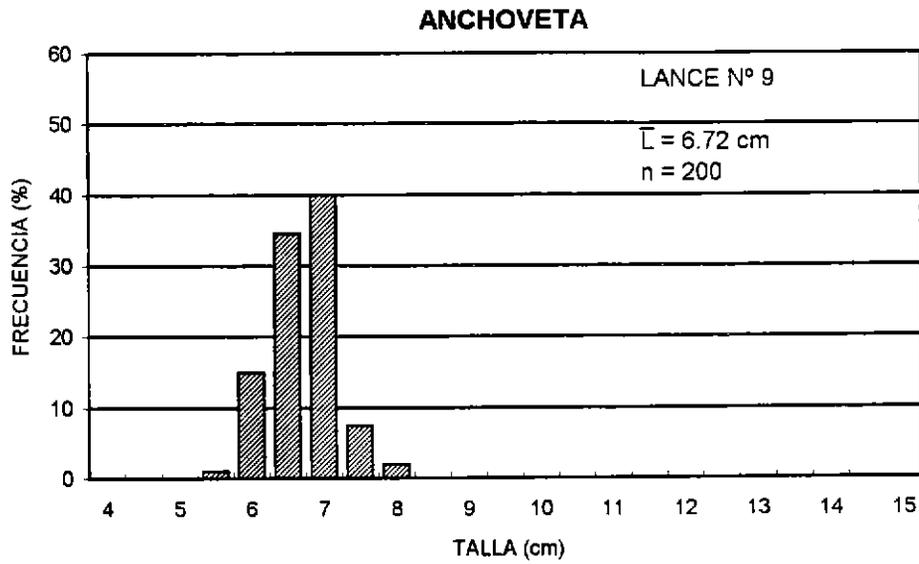


Figura 66. Estructura de tallas de anchoqueta y sardina común capturadas en el lance 9. Crucero PELASUR 9512.

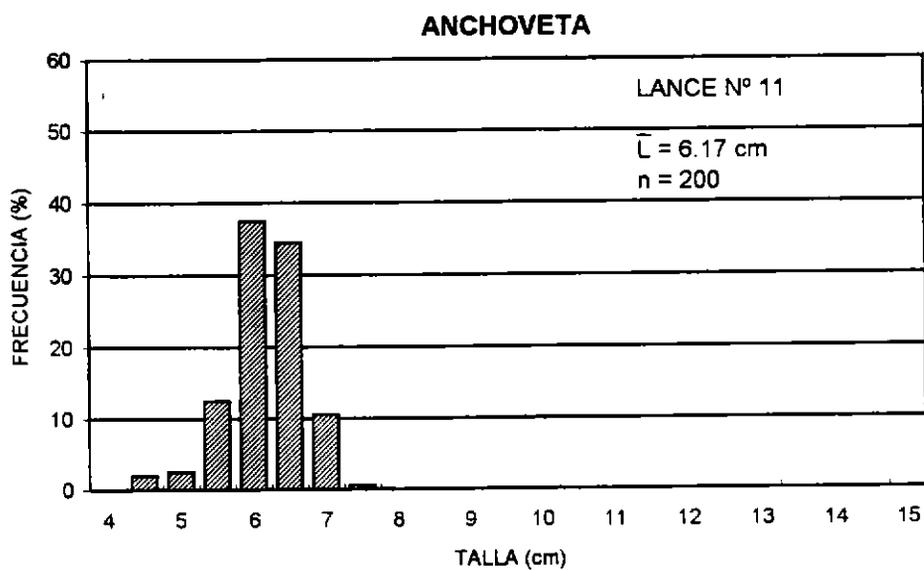
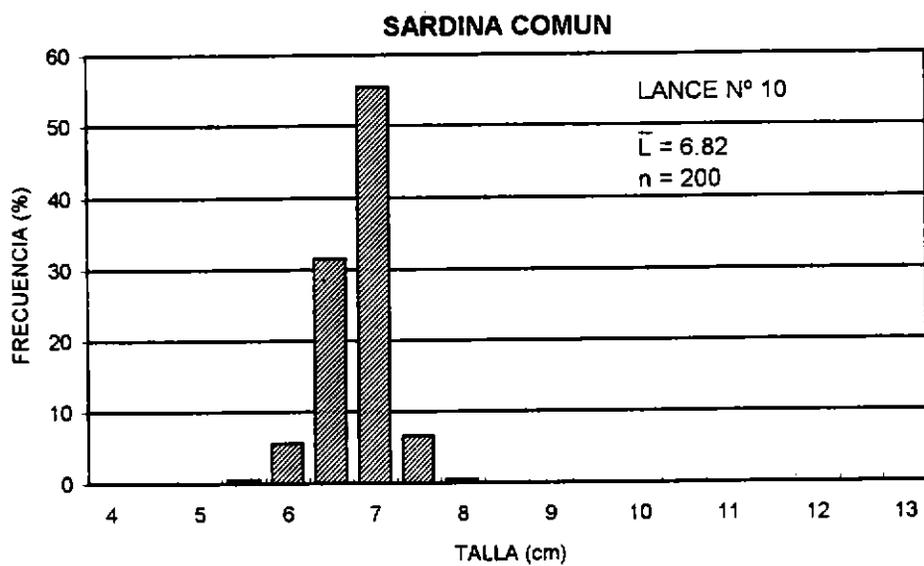


Figura 67. Estructura de tallas de sardina común y anchoveta capturadas en los lances 10 y 11. Crucero PELASUR 9512.

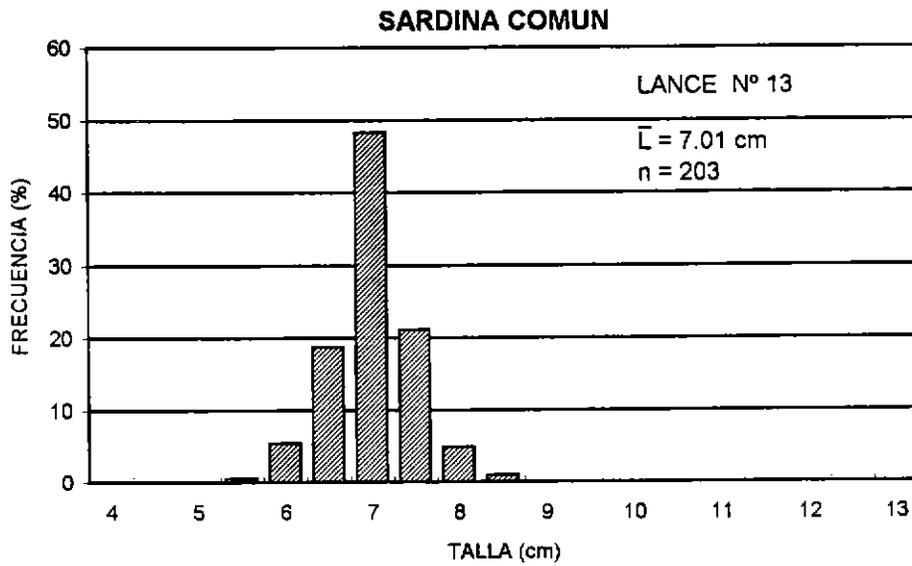
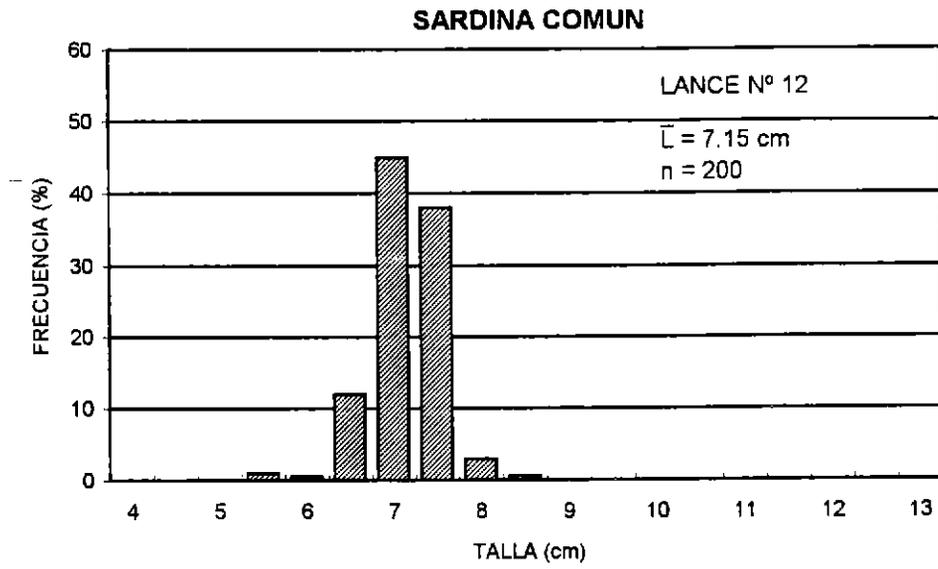


Figura 68. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 12 y 13. Crucero PELASUR 9512.

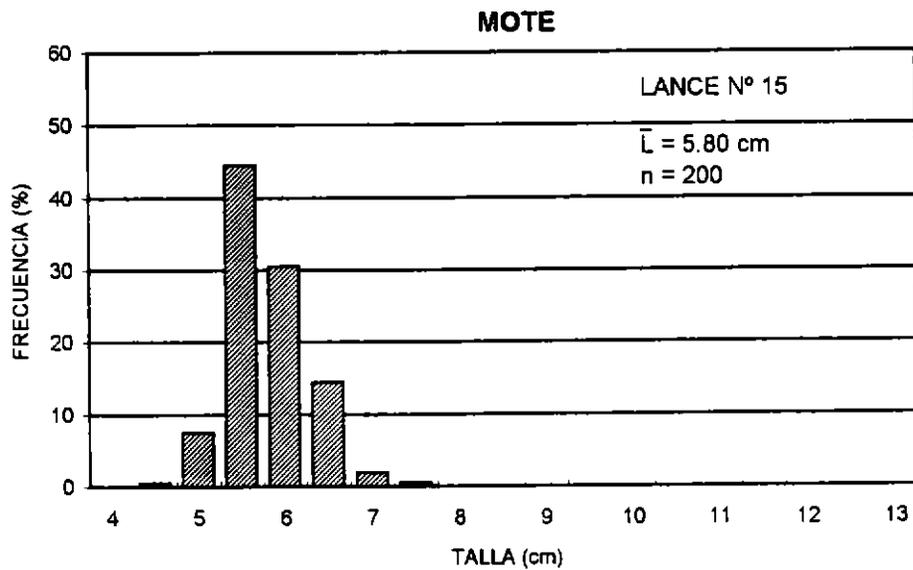
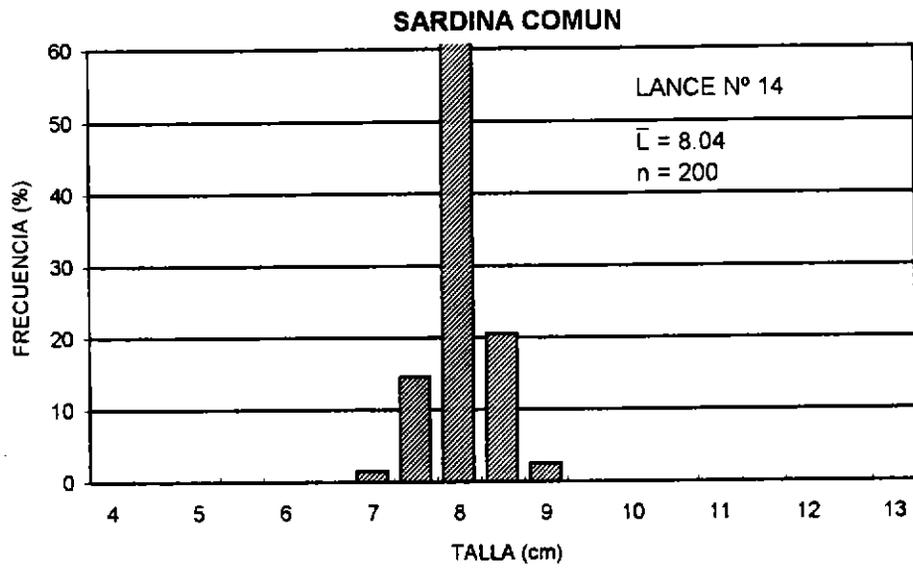


Figura 69. Estructura de tallas de sardina común y mote capturados en los lances 14 y 15. Crucero PELASUR 9512.

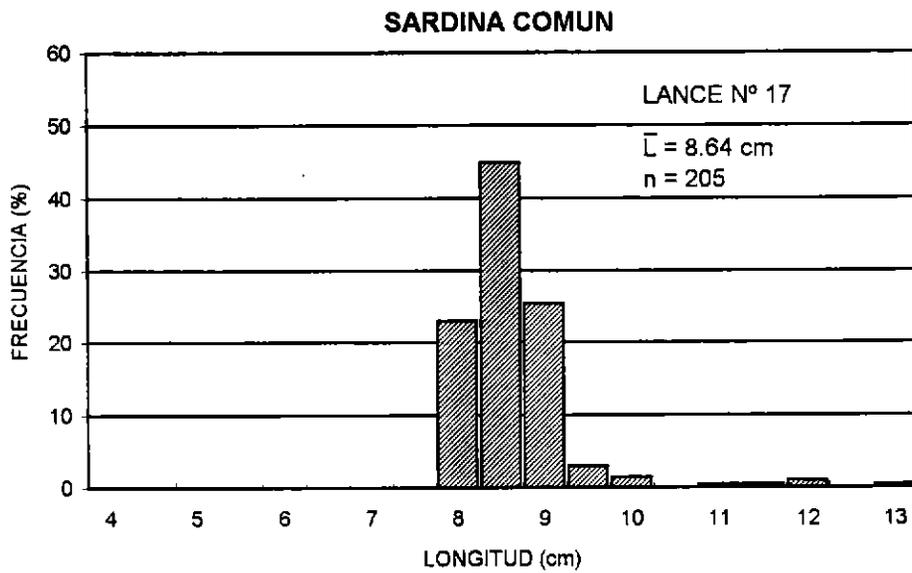
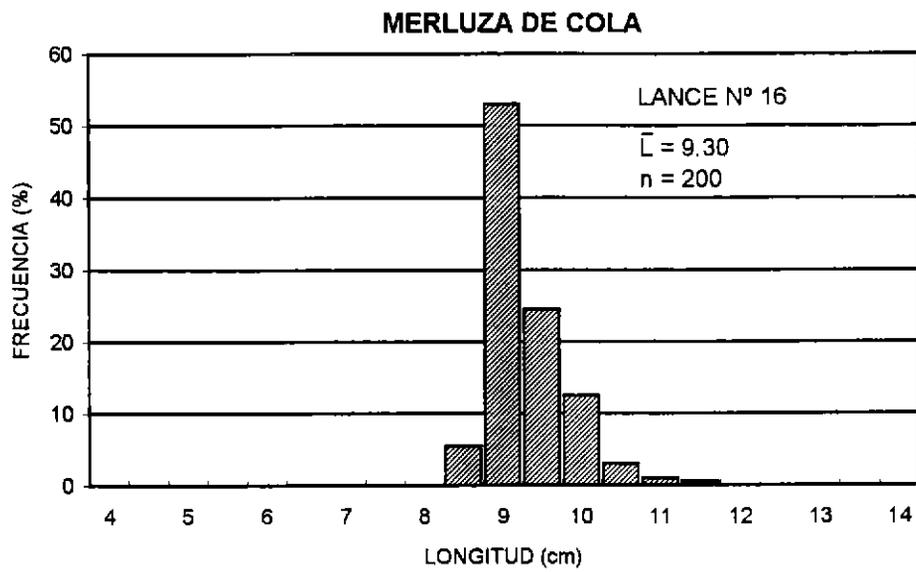


Figura 70. Estructura de tallas de merluza común y sardina común capturadas en los lances 16 y 17. Crucero PELASUR 9512.

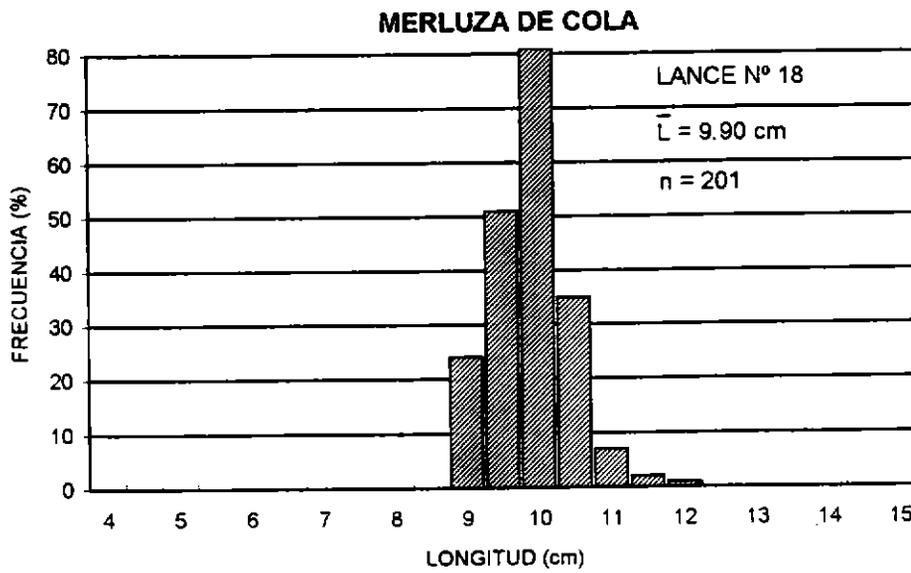
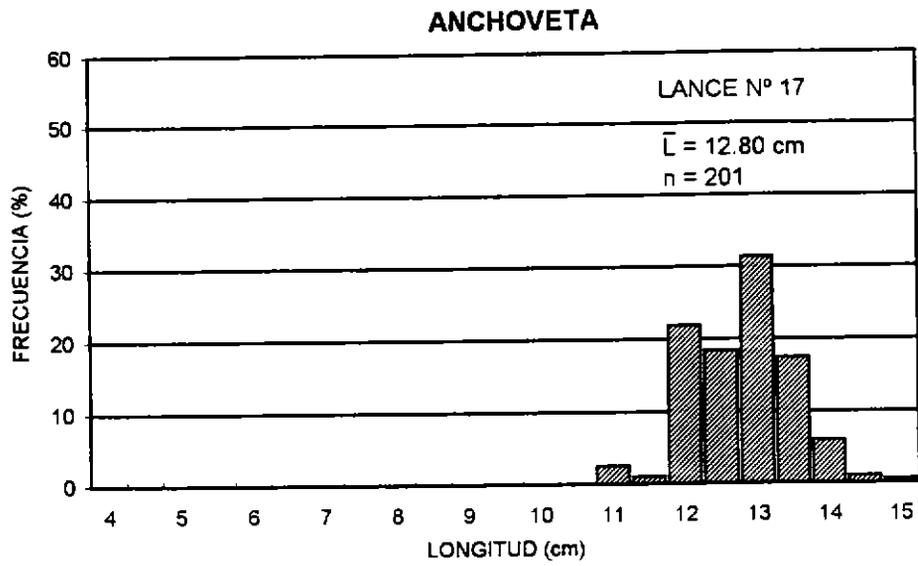


Figura 71. Estructura de tallas de anchoqueta y merluza de cola capturadas en los lances 17 y 18. Crucero PELASUR 9512.

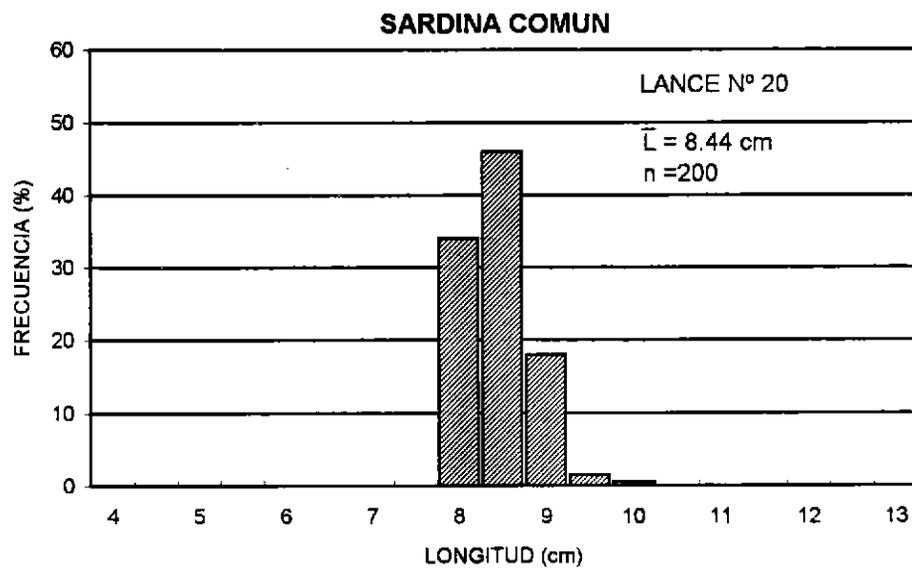
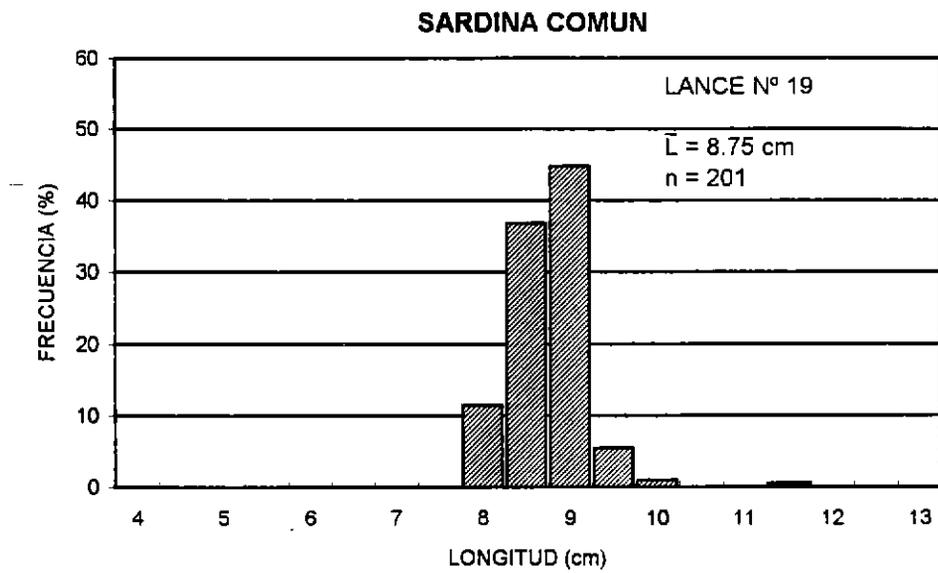


Figura 72. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 19 y 20. Crucero PELASUR 9512.

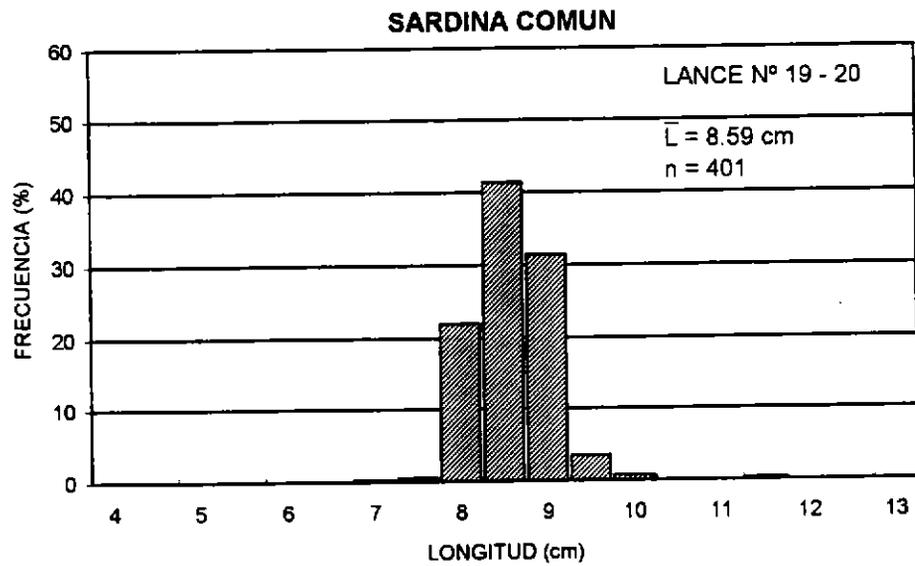


Figura 73. Estructura de tallas de sardina común capturadas en los lances 19 y 20, valores integrados . Crucero PELASUR 9512.

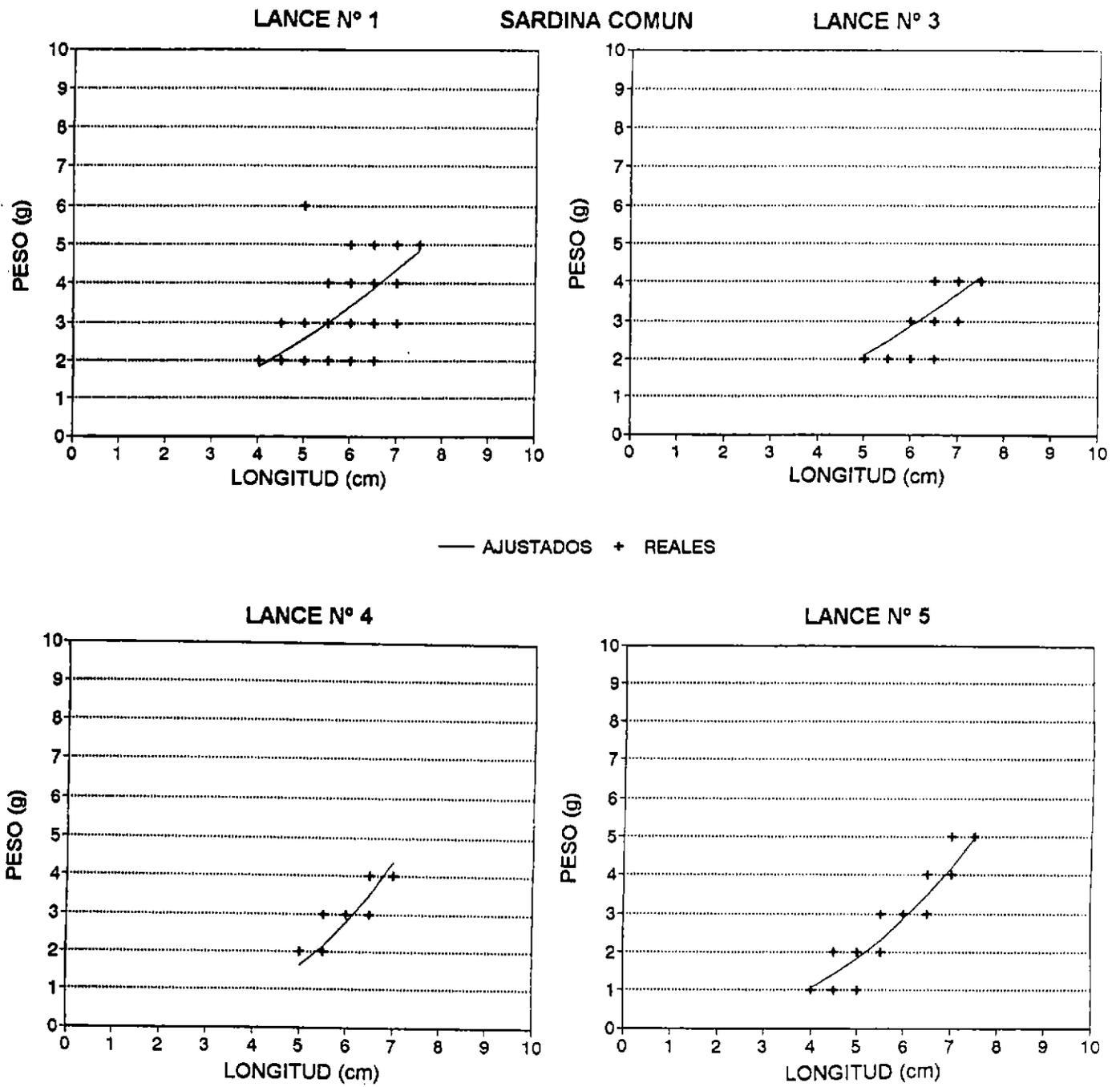
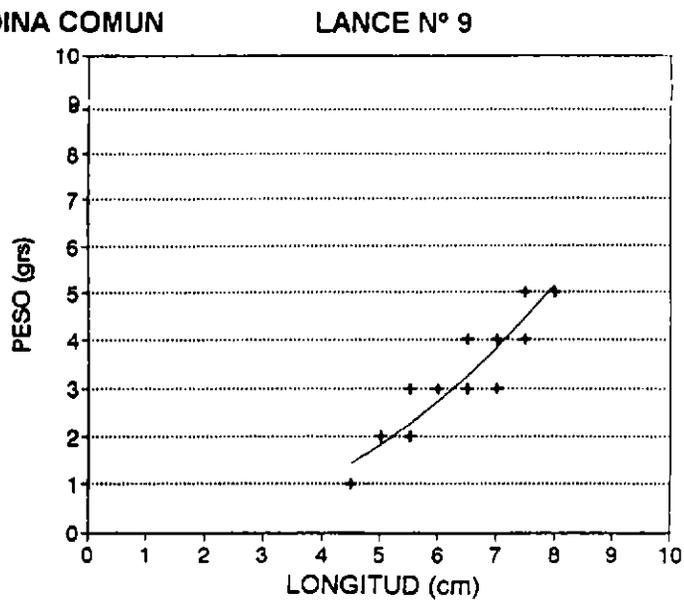
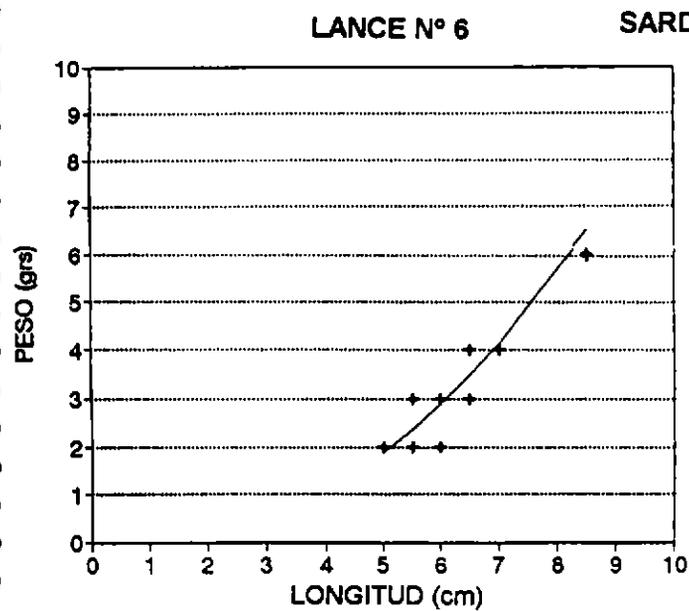


Figura 74. Relación longitud - peso de sardina común por lance de pesca (lances 1 a 5). Crucero PELASUR 9512.



— AJUSTADOS + REALES

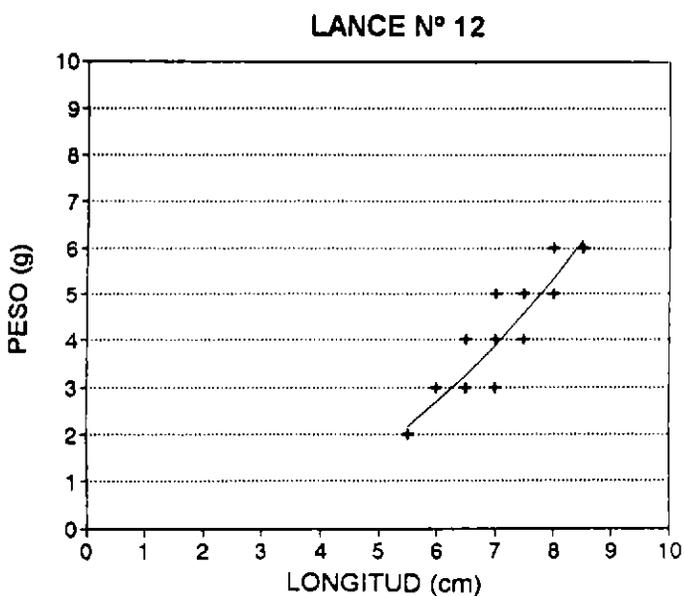
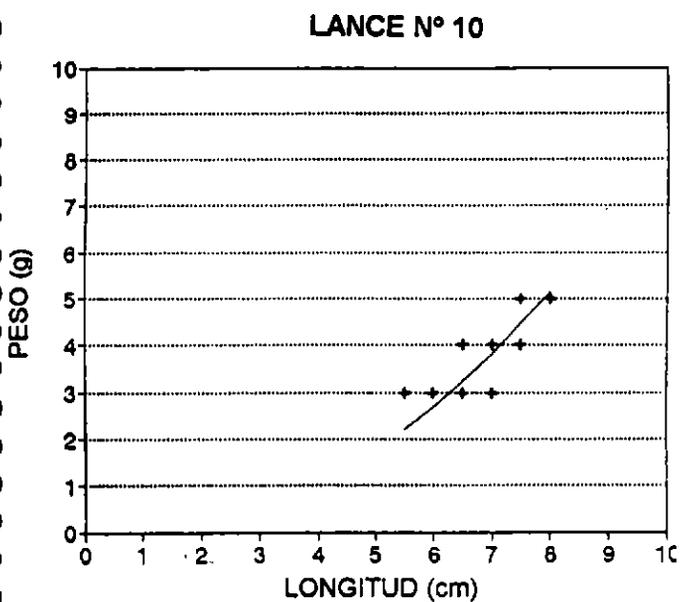


Figura 75. Relación longitud - peso de sardina común por lance de pesca (lances 6 a 12). Crucero PELASUR 9512.

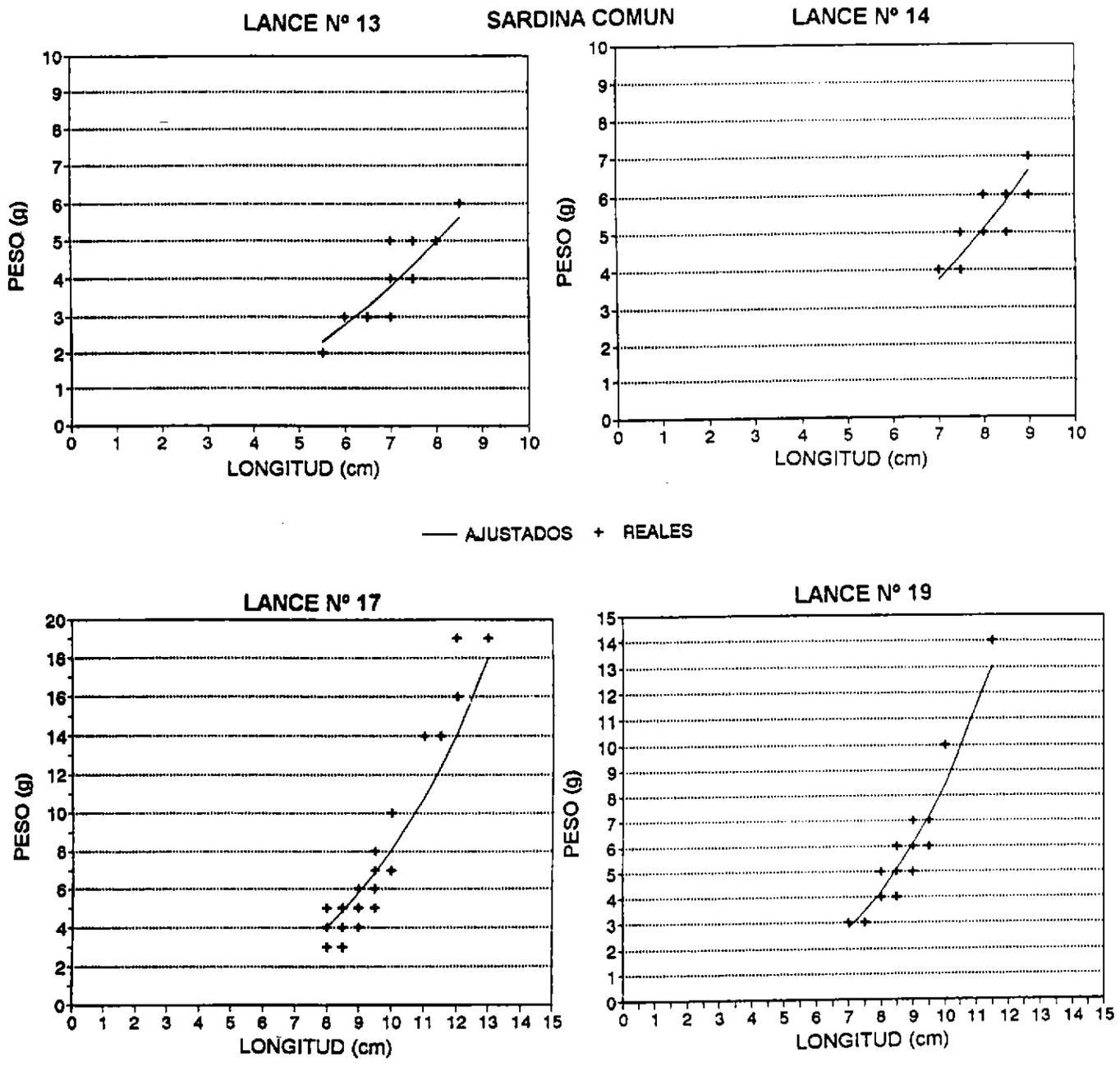


Figura 76. Relación longitud - peso de sardina común por lance de pesca (lances 13 a 19). Crucero PELASUR 9512.

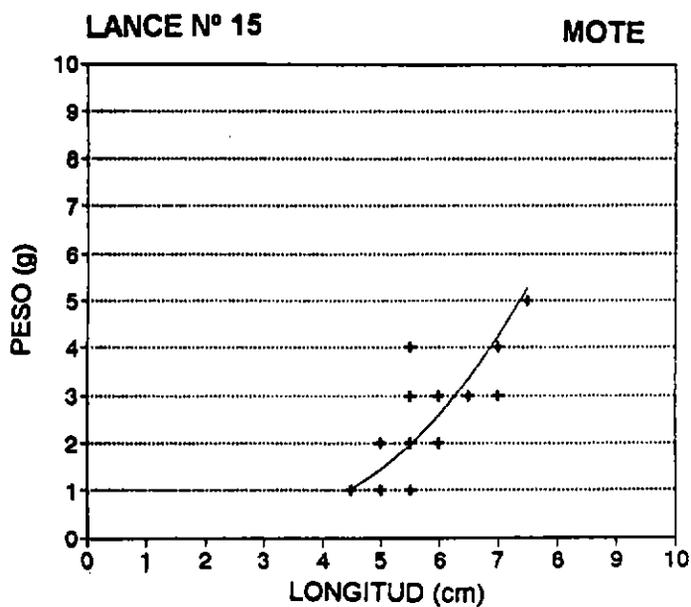
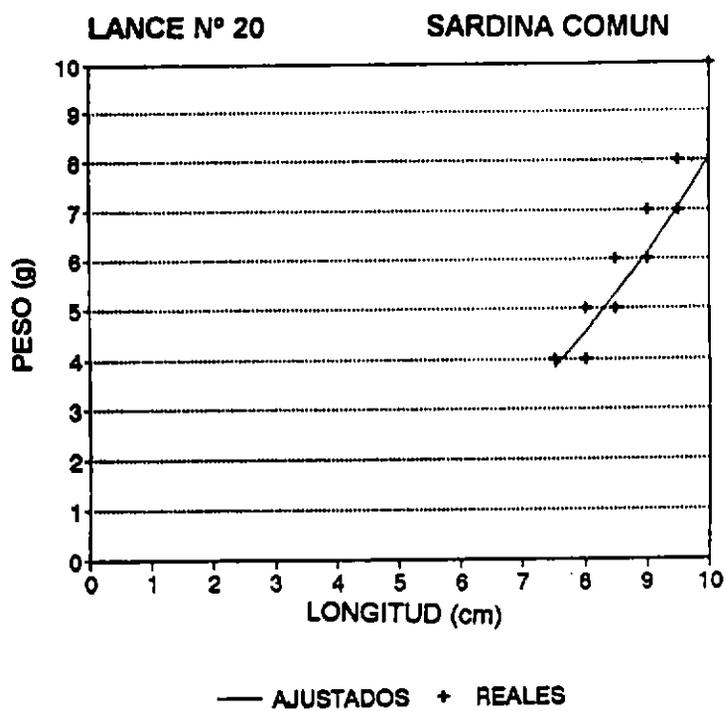


Figura 77. Relación longitud - peso de sardina común y mote por lance de pesca (lances 20 y 15). Crucero PELASUR 9512.

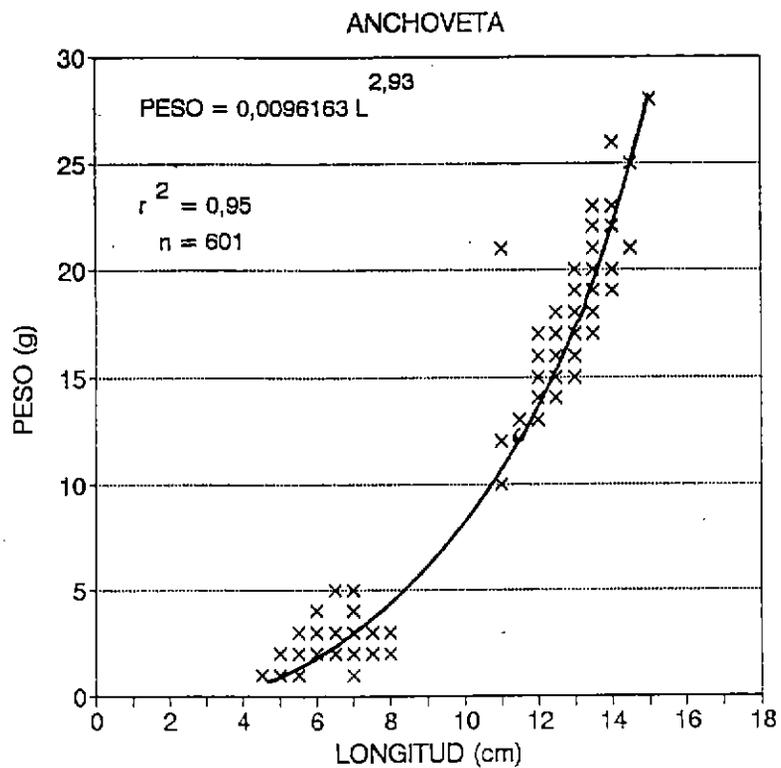
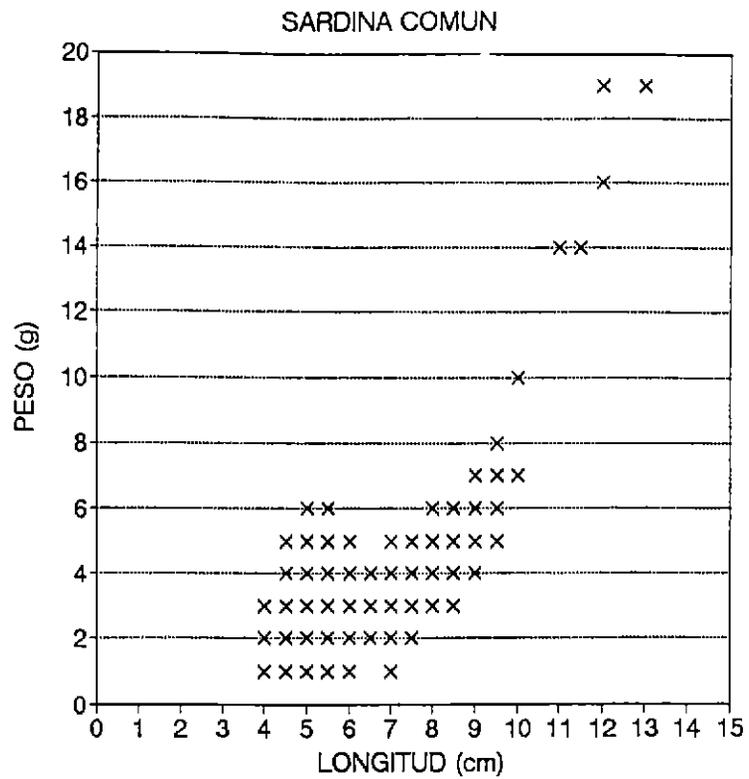


Figura 78. Relación longitud - peso de sardina común y anchoveta para el total de lances. Crucero PELASUR 9512.

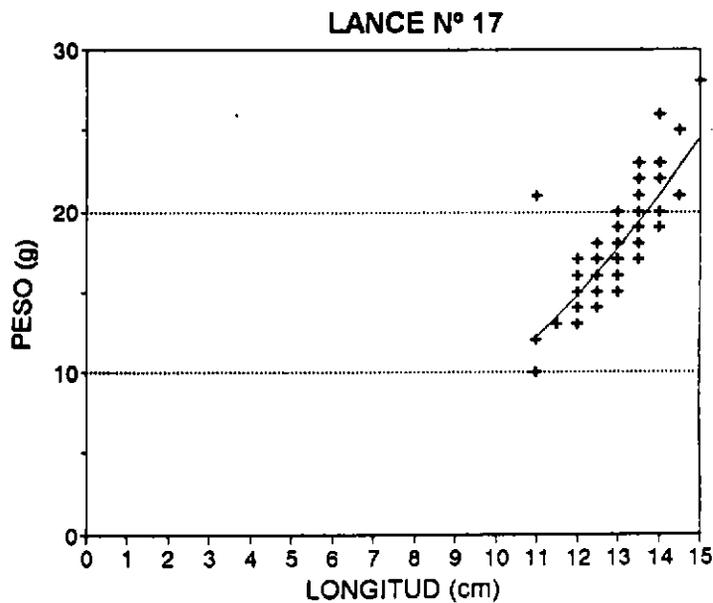
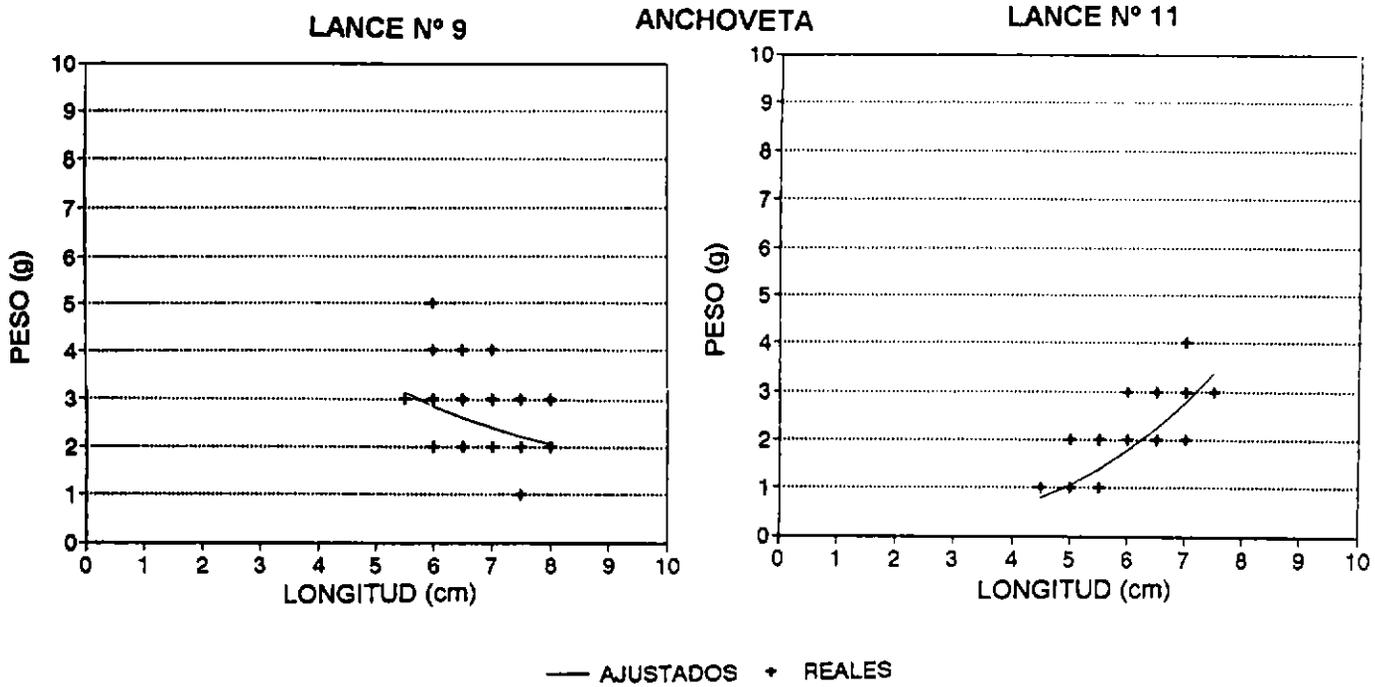


Figura 79. Relación longitud - peso de anchoveta por lance de pesca (lances 9, 11 y 17). Crucero PELASUR 9512.

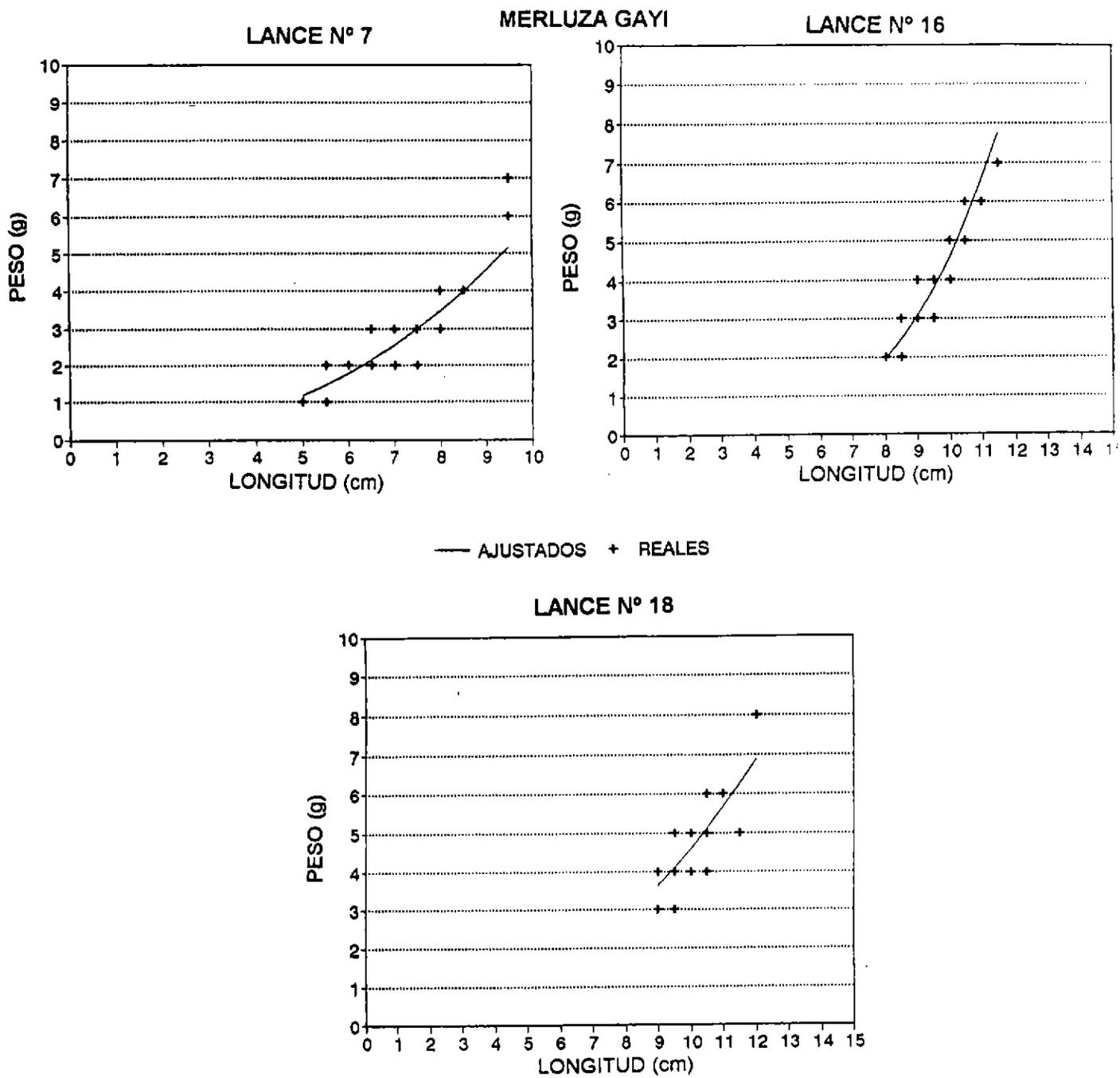


Figura 80. Relación longitud - peso de merluza común por lance de pesca (lances 7, 16 y 18). Crucero PELASUR 9512.

120-CORTO-LAN 12

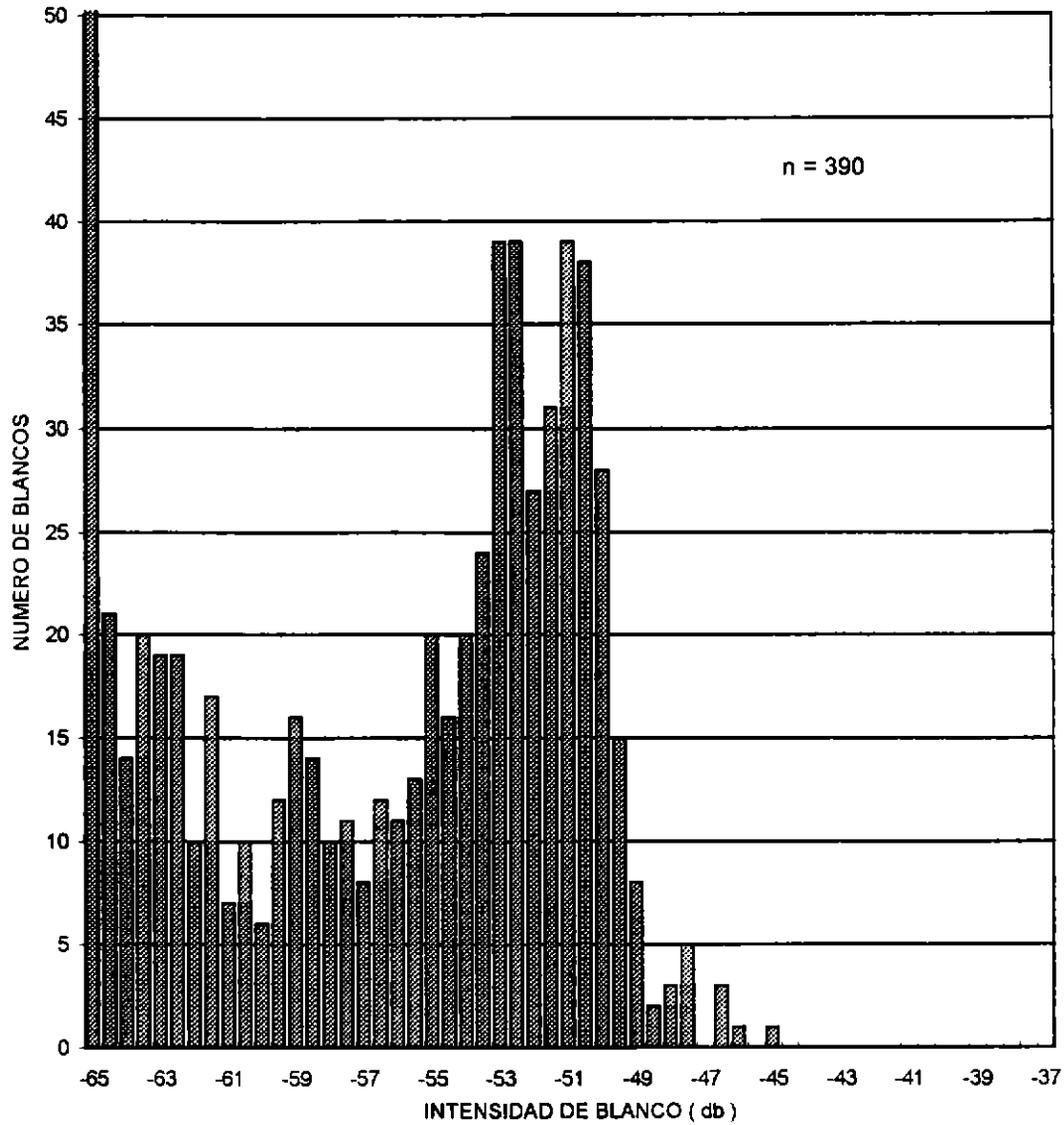


Figura 81. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 120 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.

120-CORTO-LAN 20

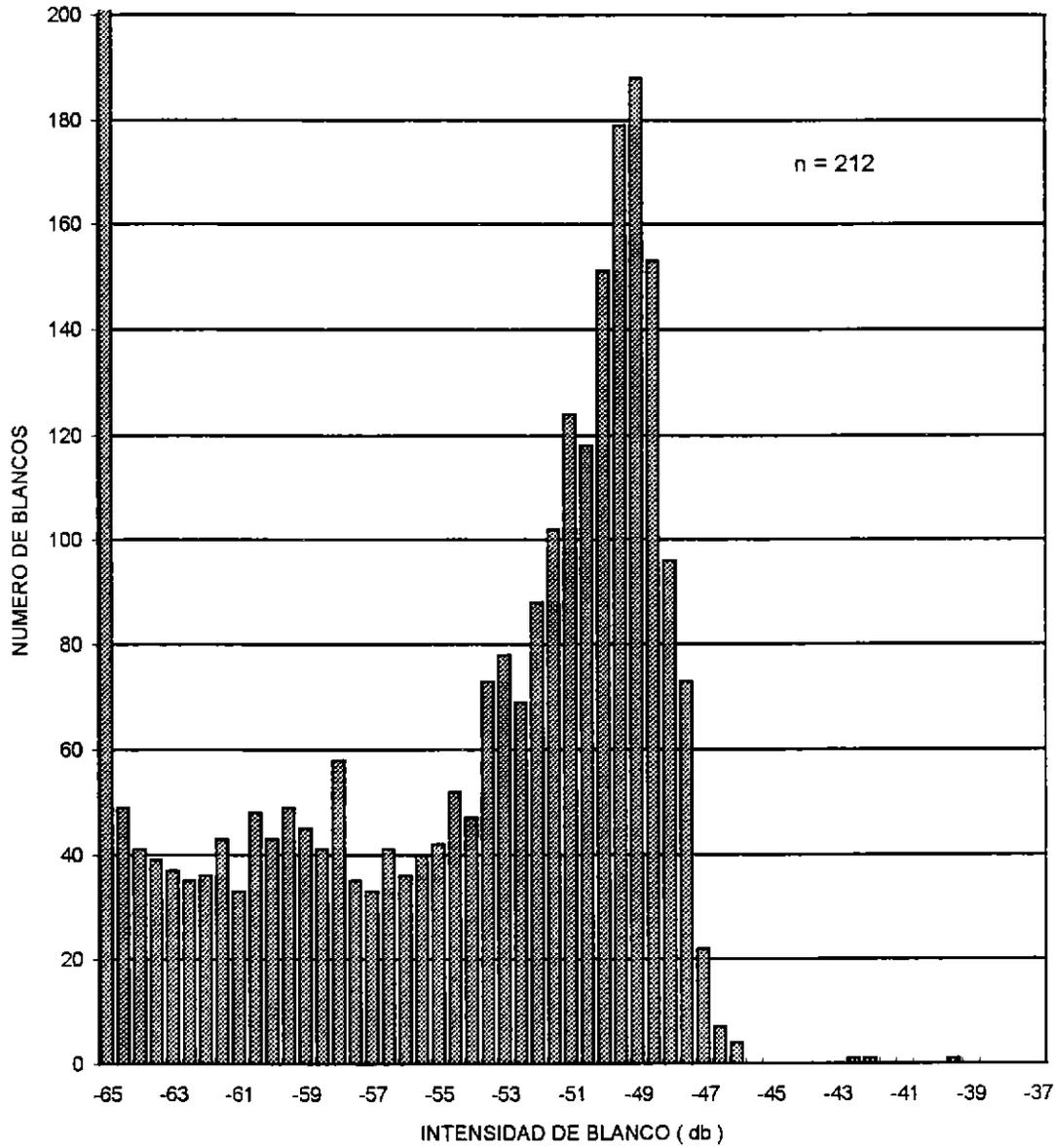


Figura 82. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 120 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.

120 khz/PULSO MEDIO/LANCE 12

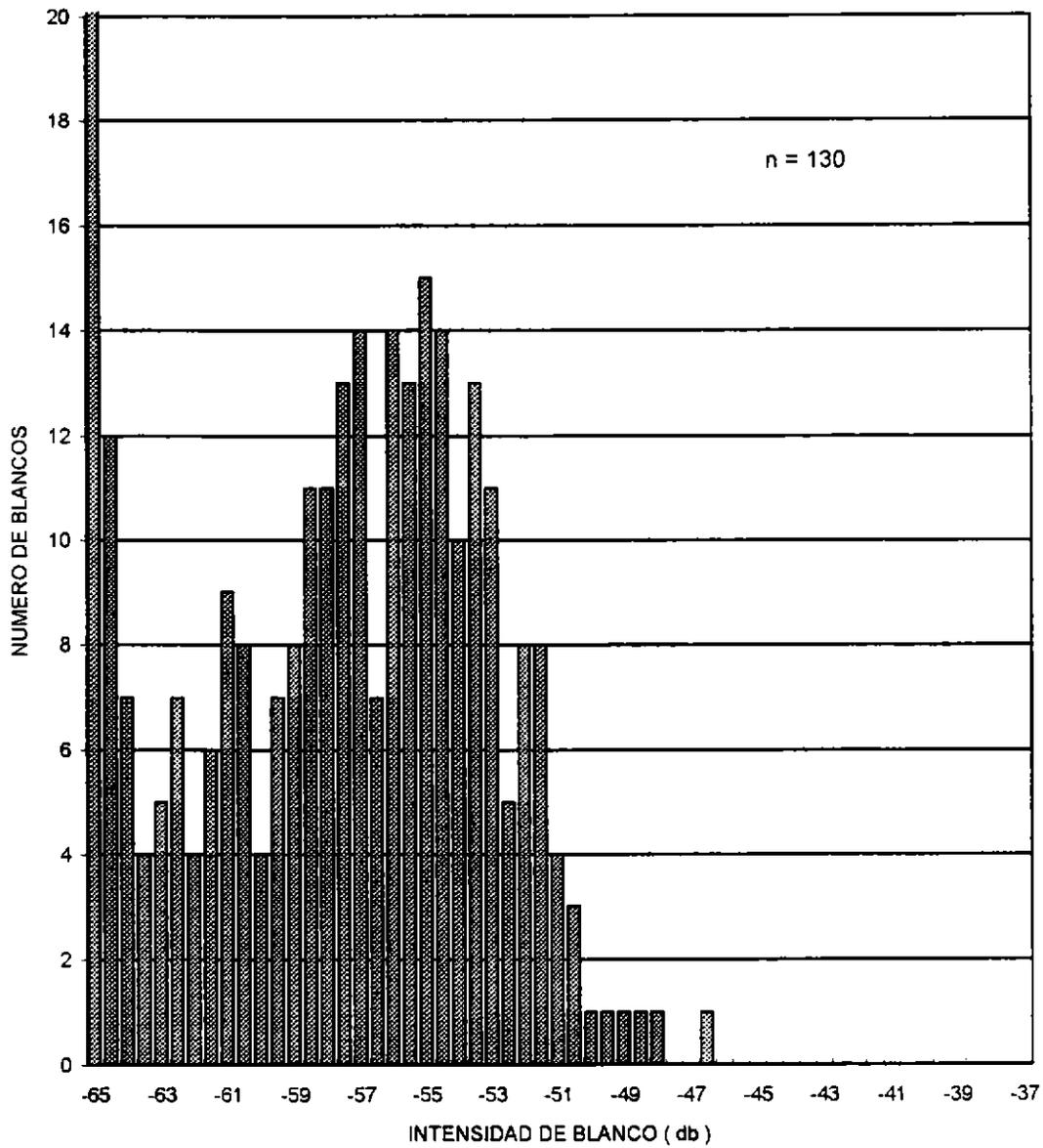


Figura 83. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 120 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.

120 khz/PULSO MEDIO/LANCE 20

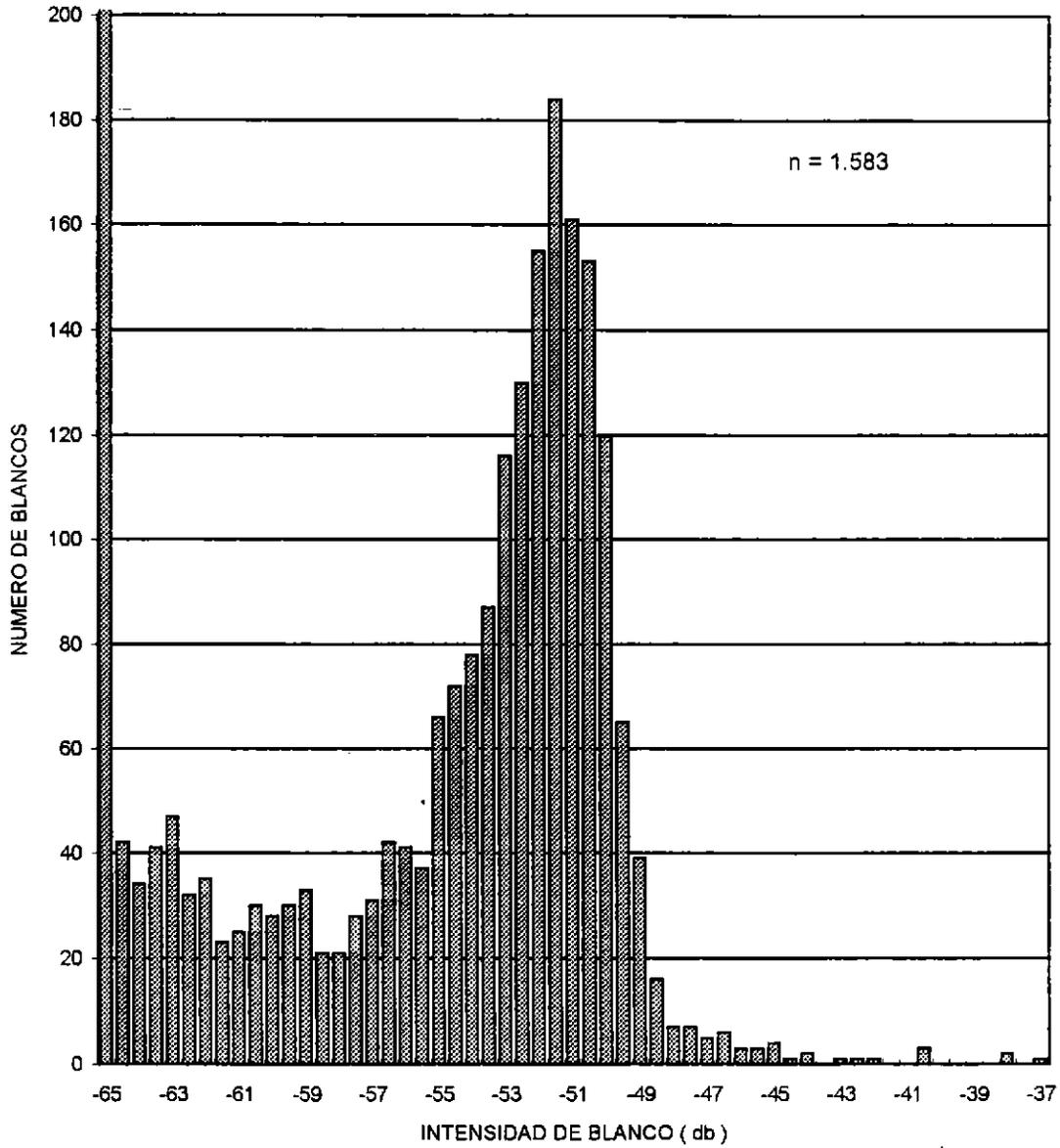


Figura 84. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 120 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.

120/PULSO LARGO/LANCE 12

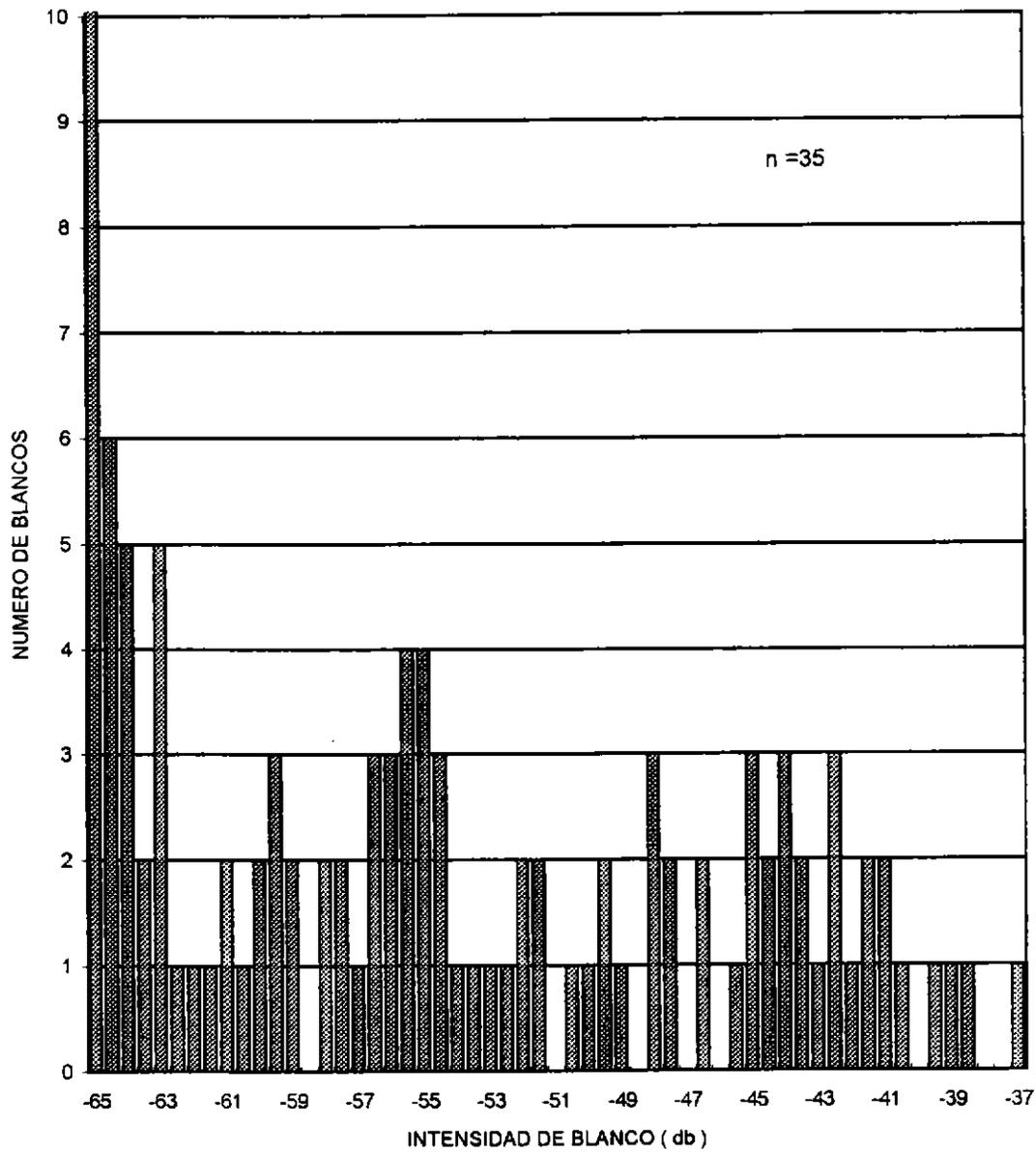


Figura 85. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 120 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.

120/PULSO LARGO LANCE 20

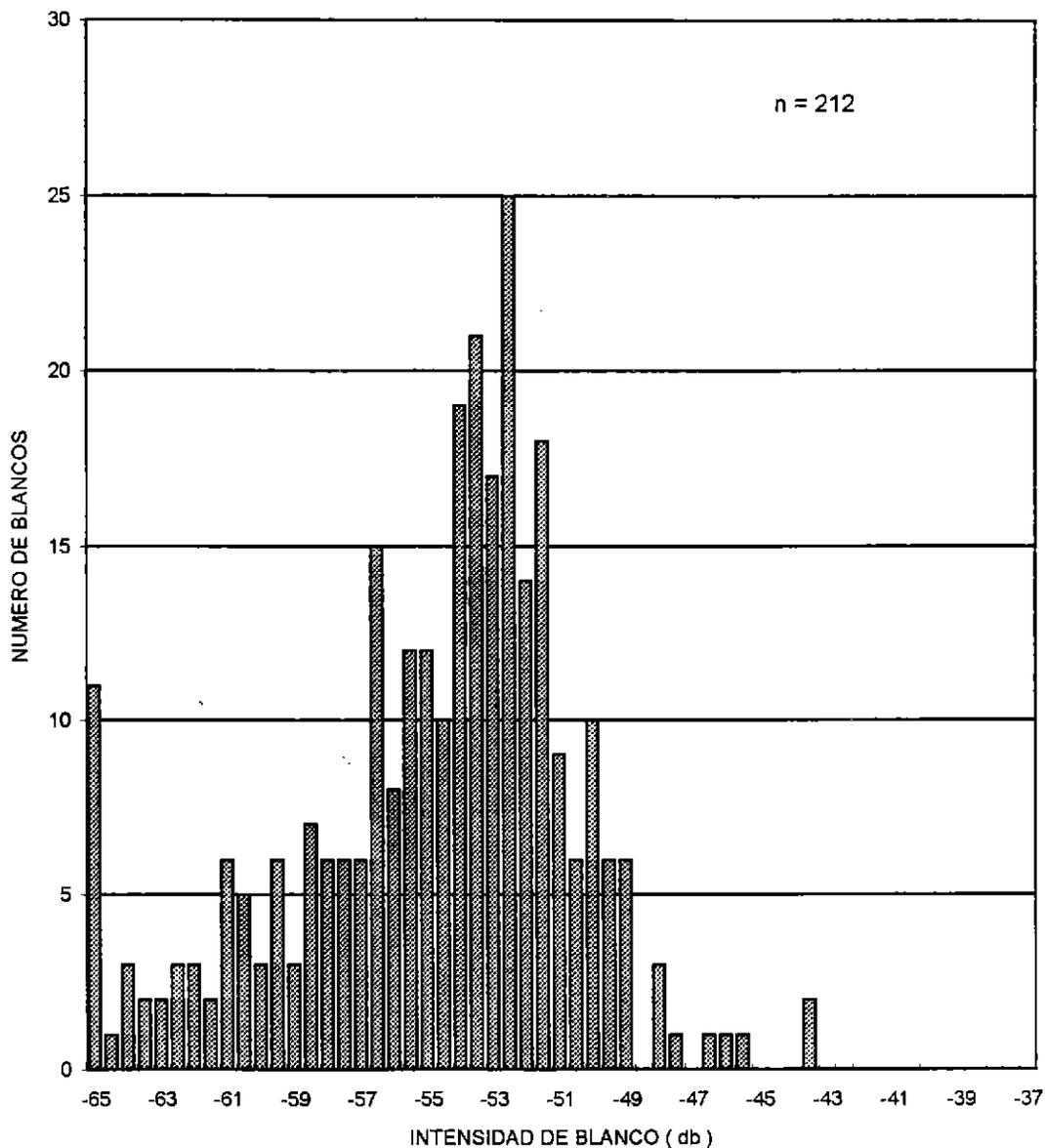


Figura 86. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 120 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.

38 / PULSO CORTO/LANCE 12

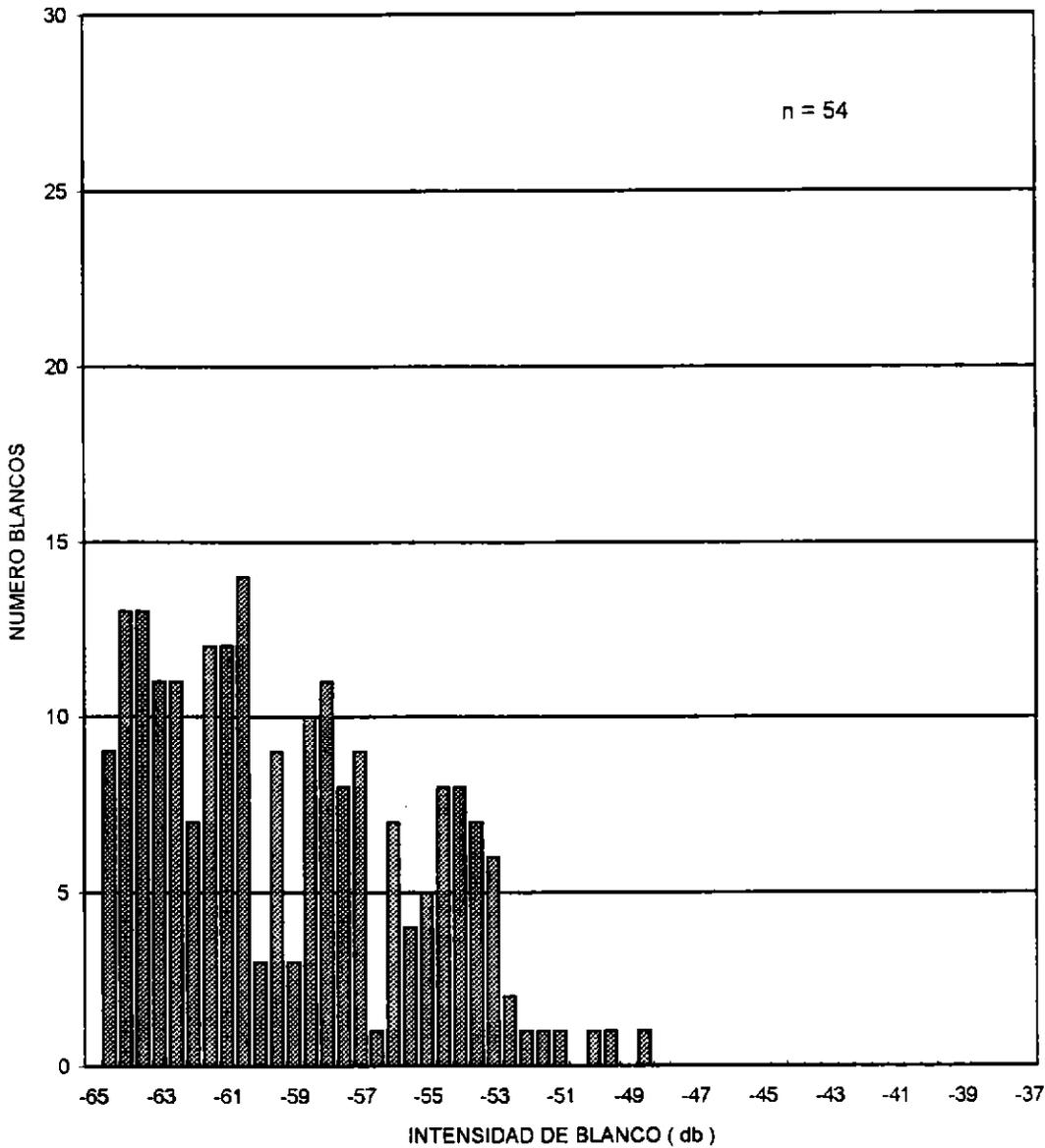


Figura 87. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 38 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.

38 / PULSO CORTO/LANCE 20

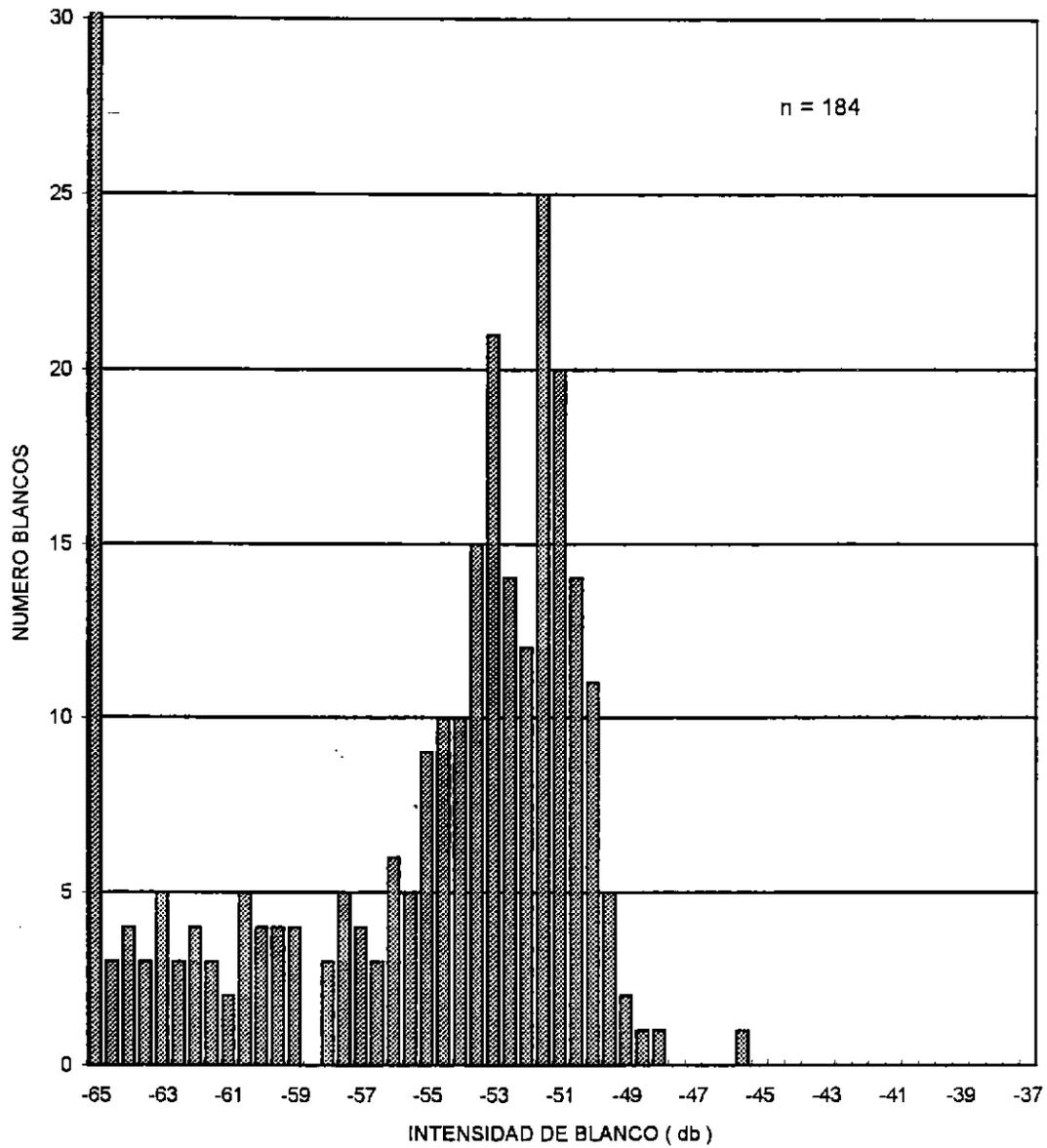


Figura 88. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 38 khz, pulso corto. Crucero PELASUR 9512.

38/MEDIO/L12

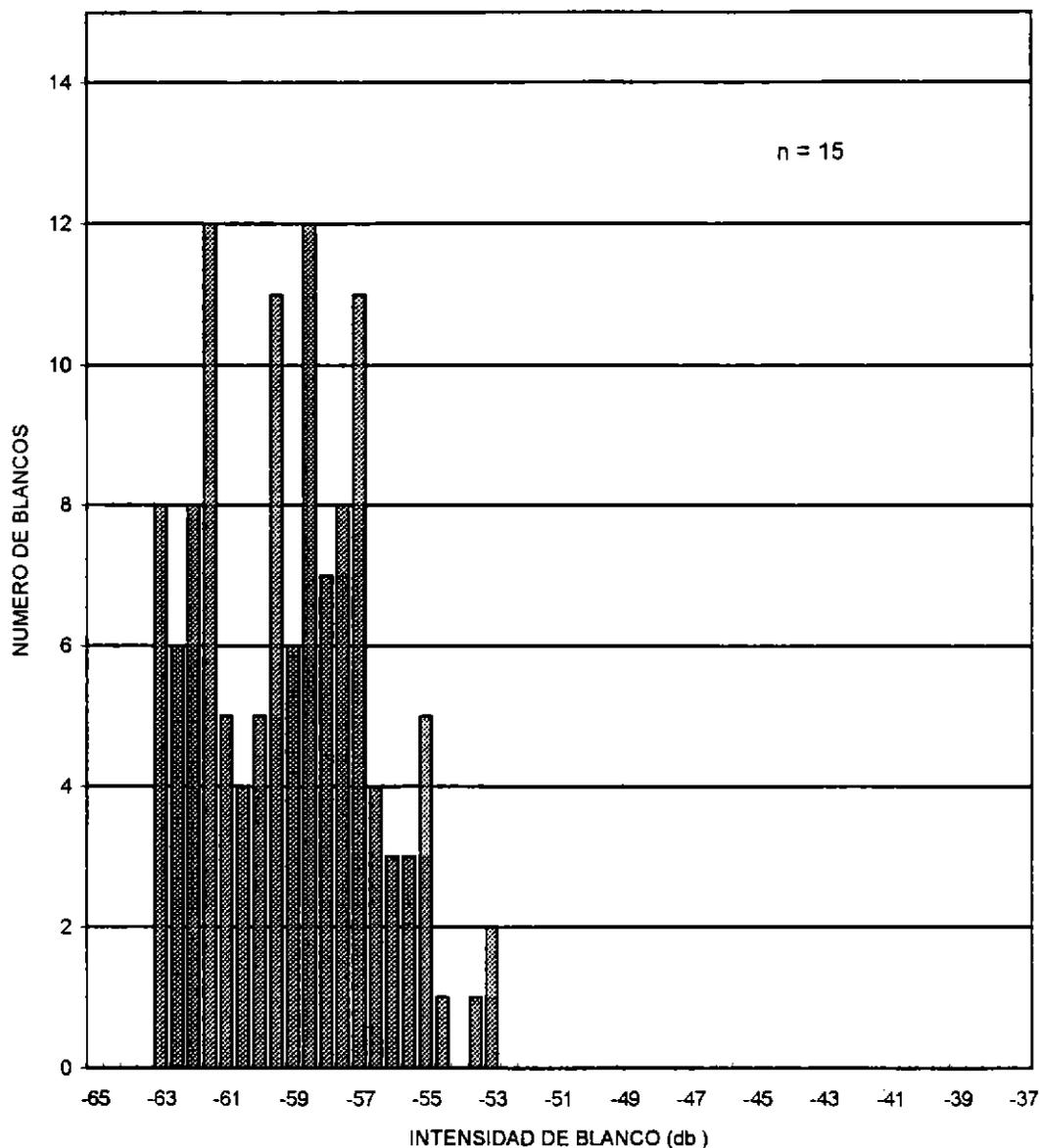


Figura 89. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 38 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.

38/MEDIO/L20

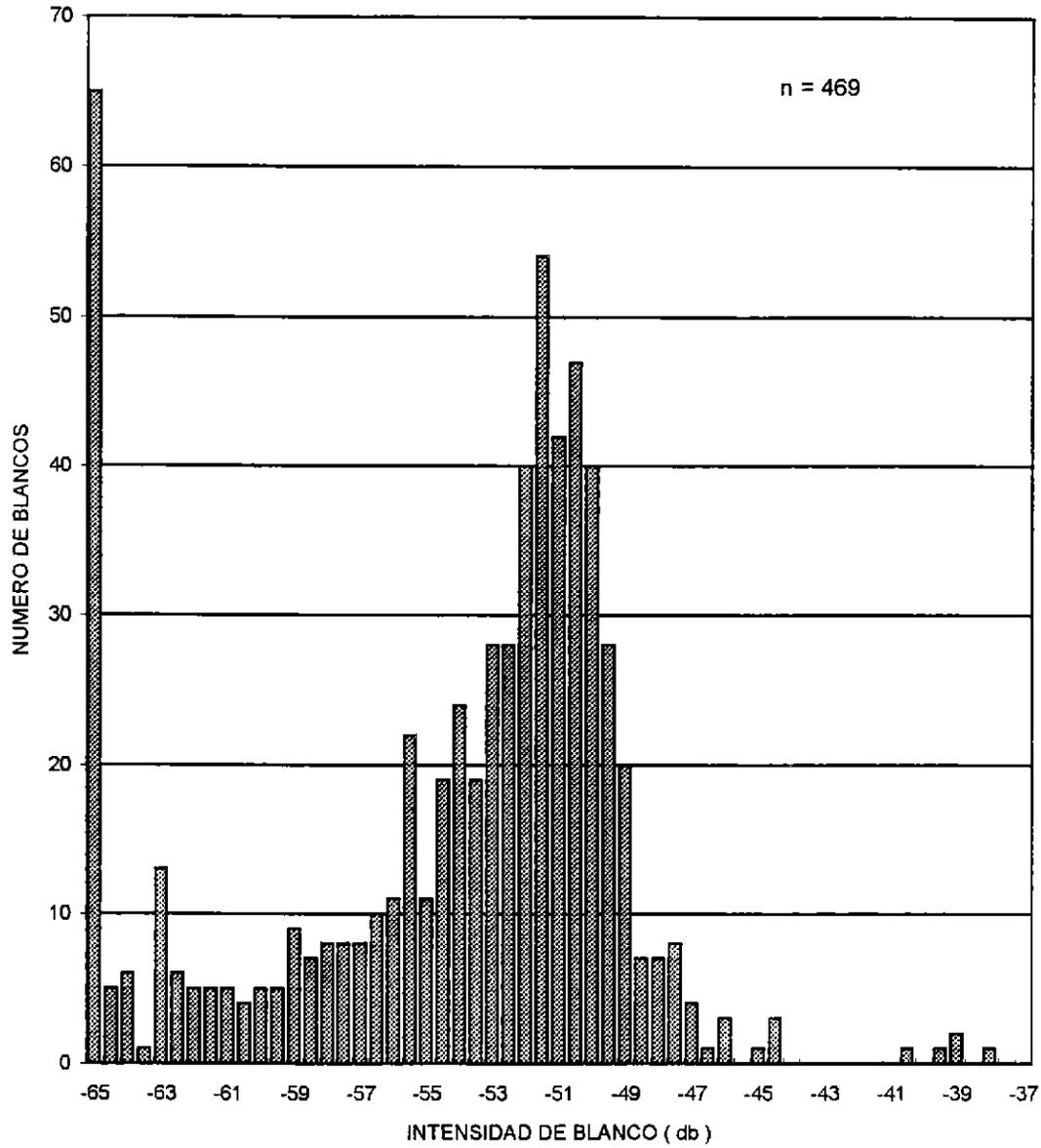


Figura 90. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 38 khz, pulso medio. Crucero PELASUR 9512.

38/LARGO/LANCE 20

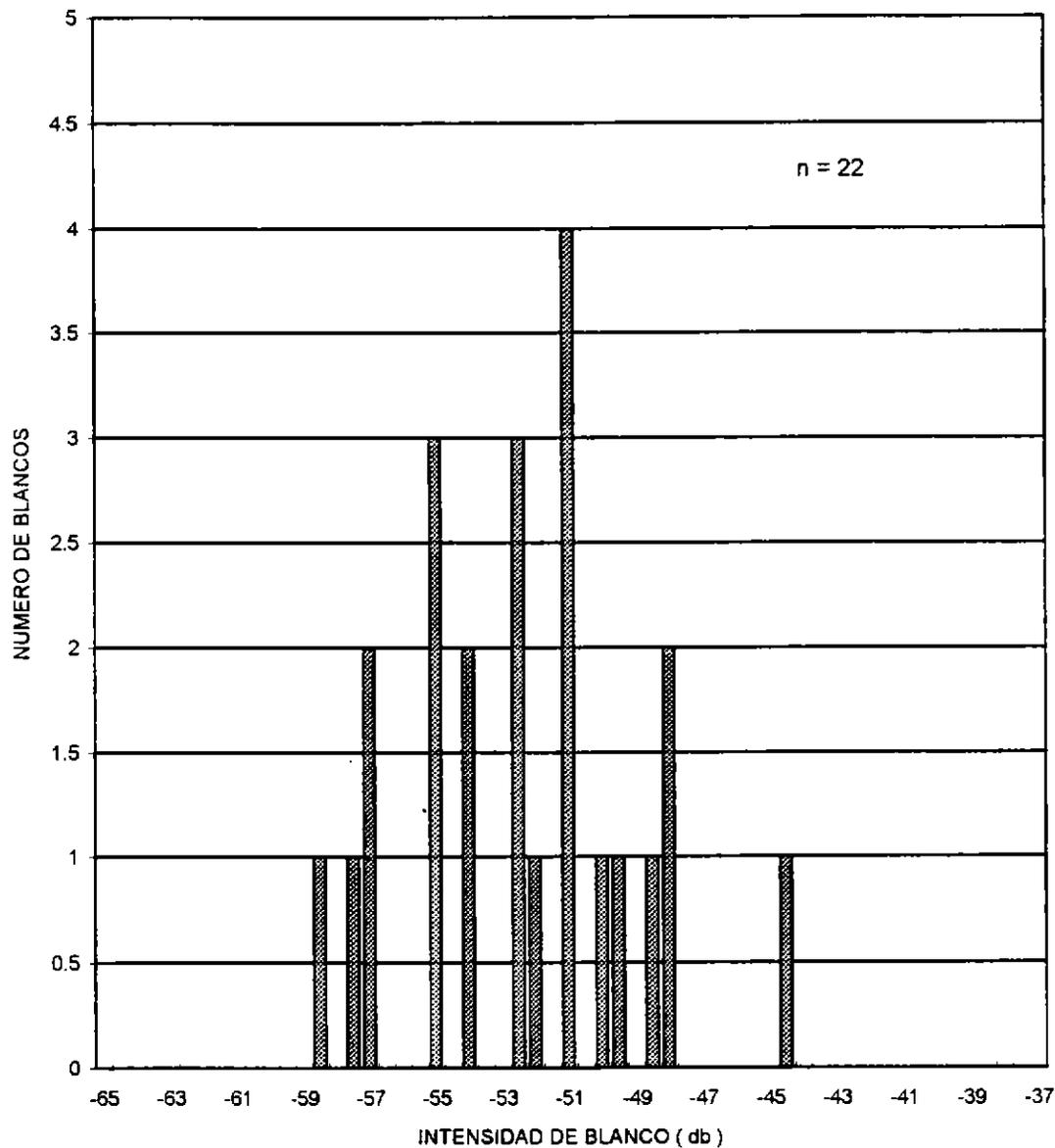


Figura 91. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 19-20. Frecuencia 38 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.

38/LARGO/LANCE 12

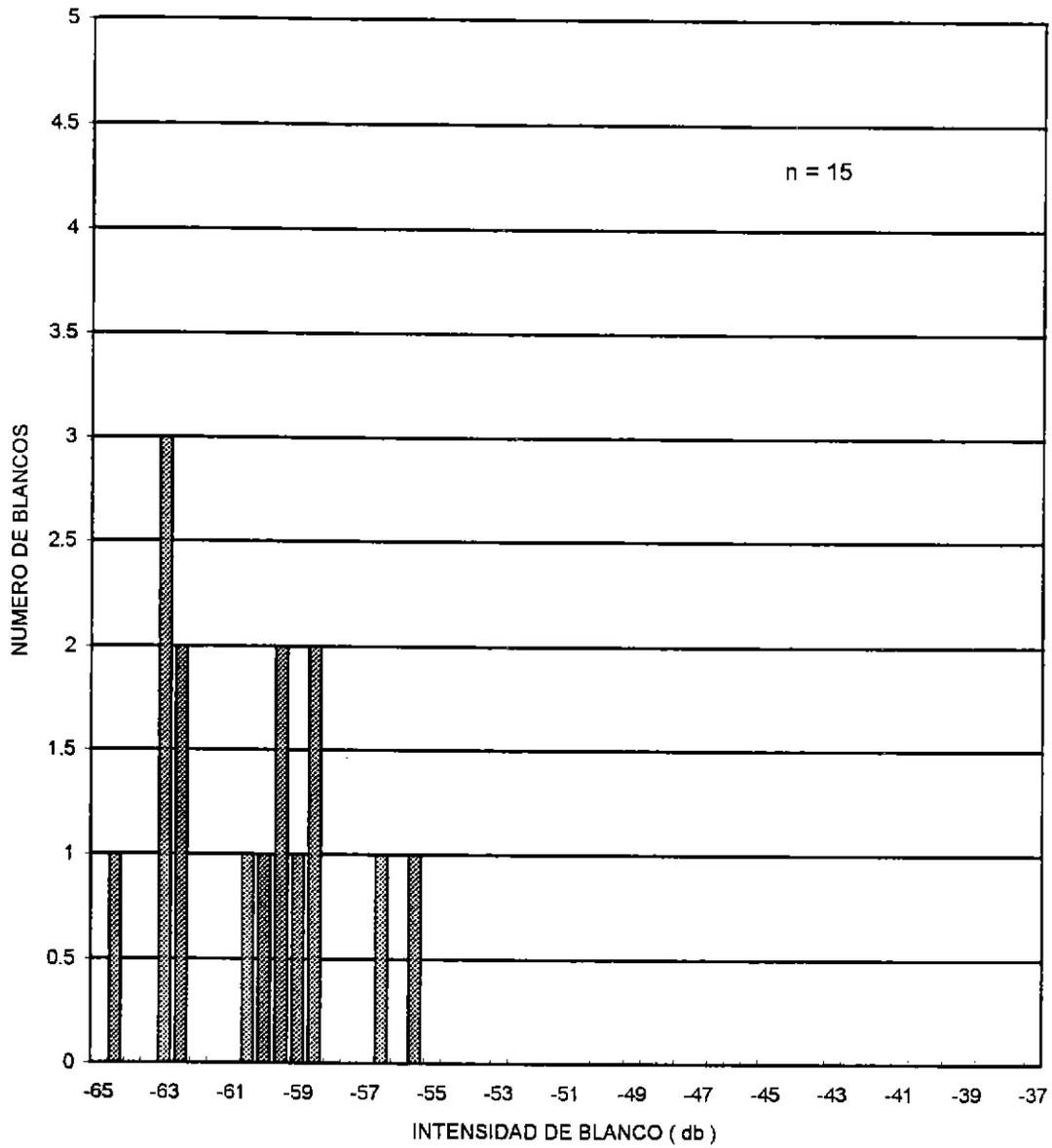


Figura 92. Histograma de la intensidad de blanco (TS) en el lance 12. Frecuencia 38 khz, pulso largo. Crucero PELASUR 9512.

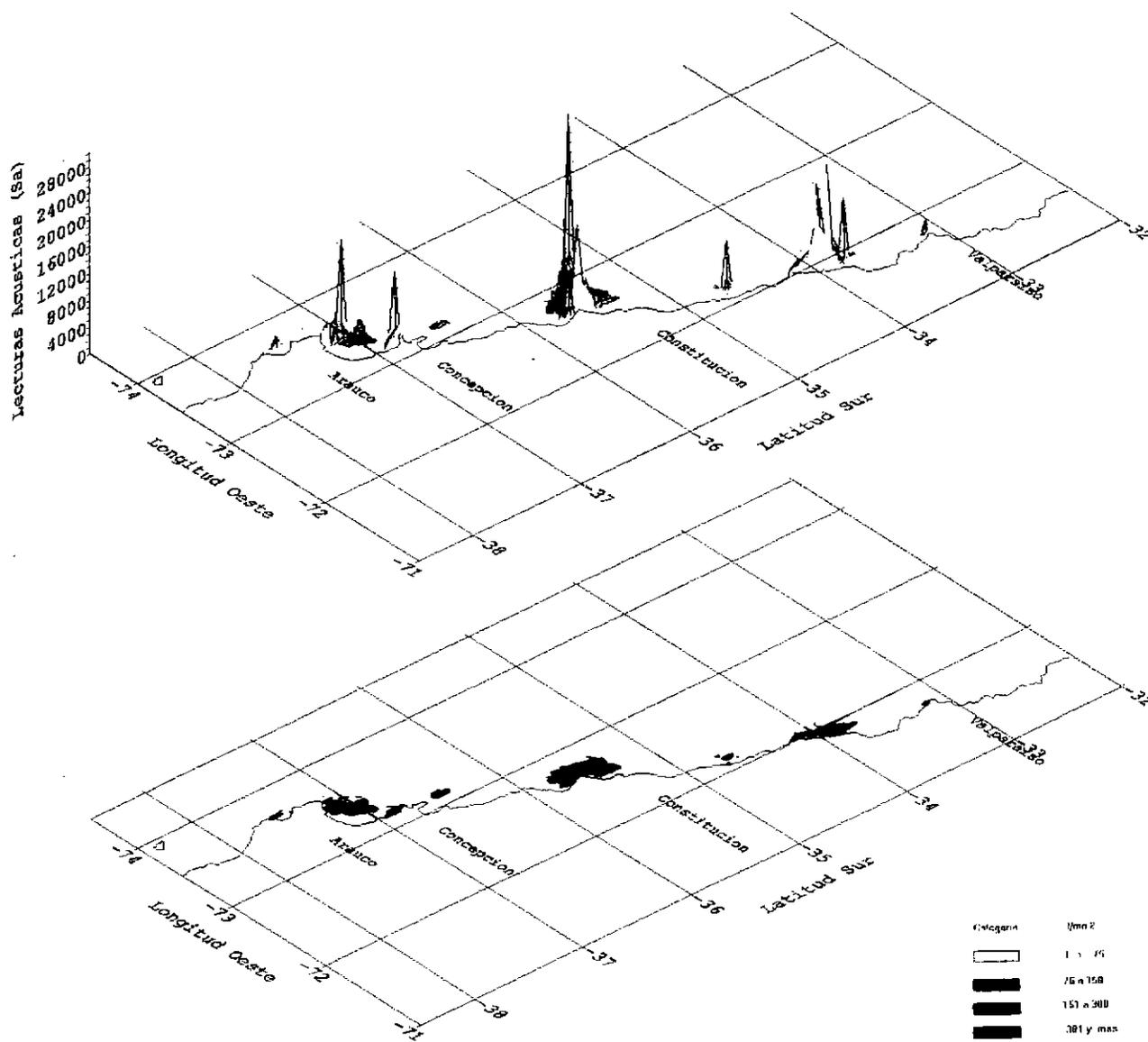


Figura 93. Distribución geográfica de sardina común.  
Crucero PELASUR 9512.

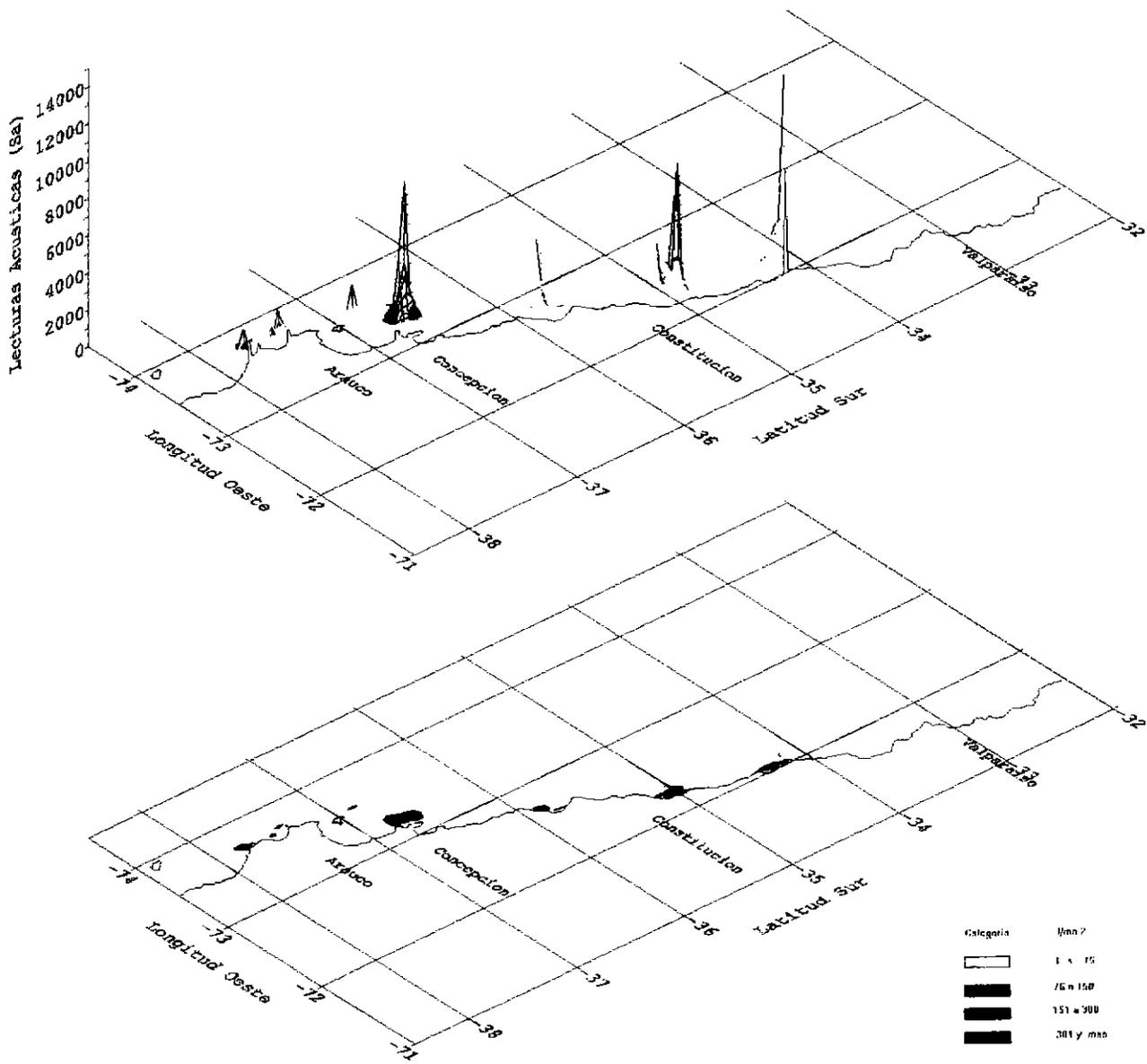


Figura 94. Distribución geográfica de anchoveta. Crucero PELASUR 9512.

# ZONA N°1

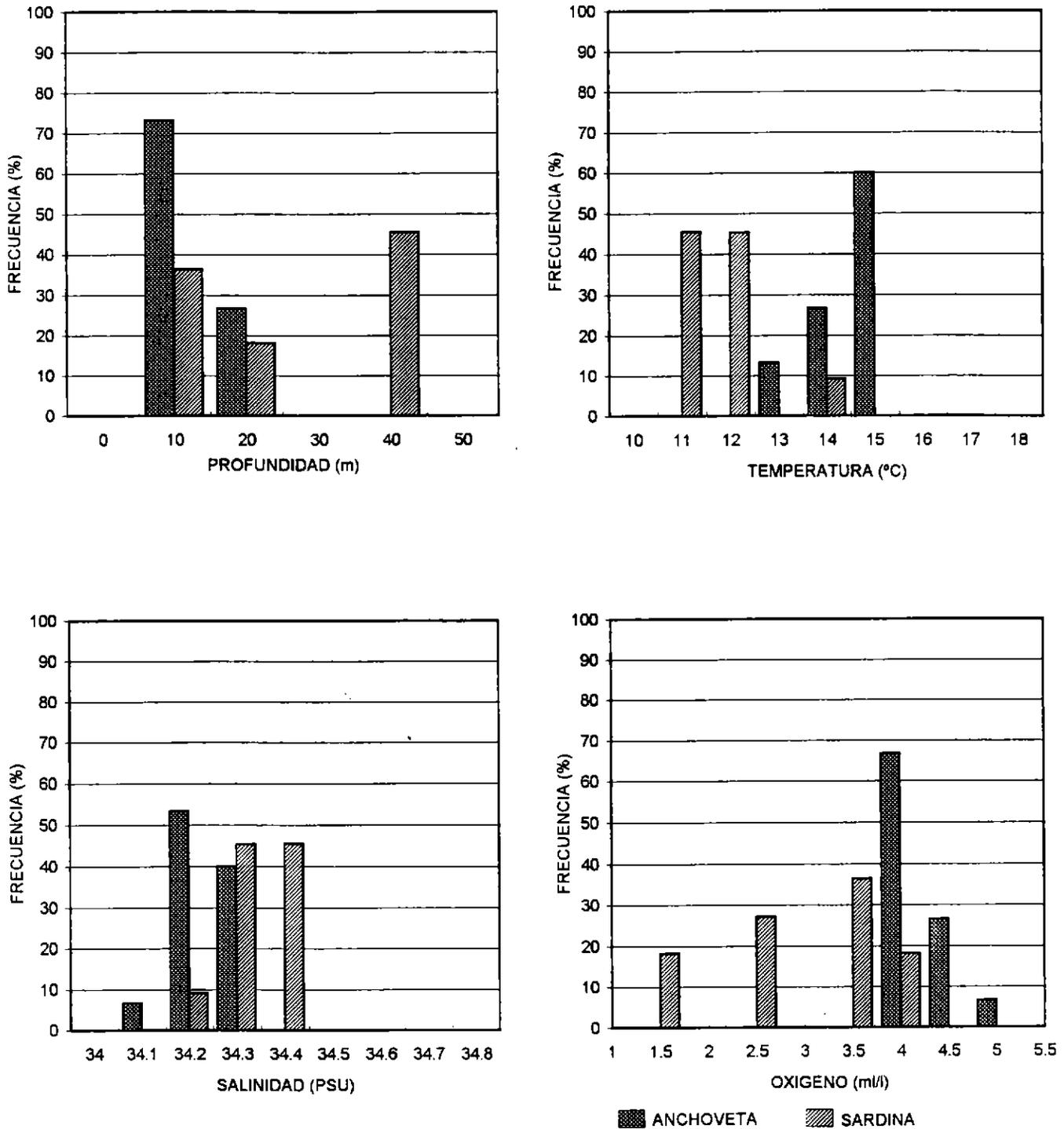


Figura 95. Distribución batimétrica, temperatura, salinidad y oxígeno de anchoveta y sardina común en la subzona 1. Crucero PELASUR 9512.

## ZONA N° 2

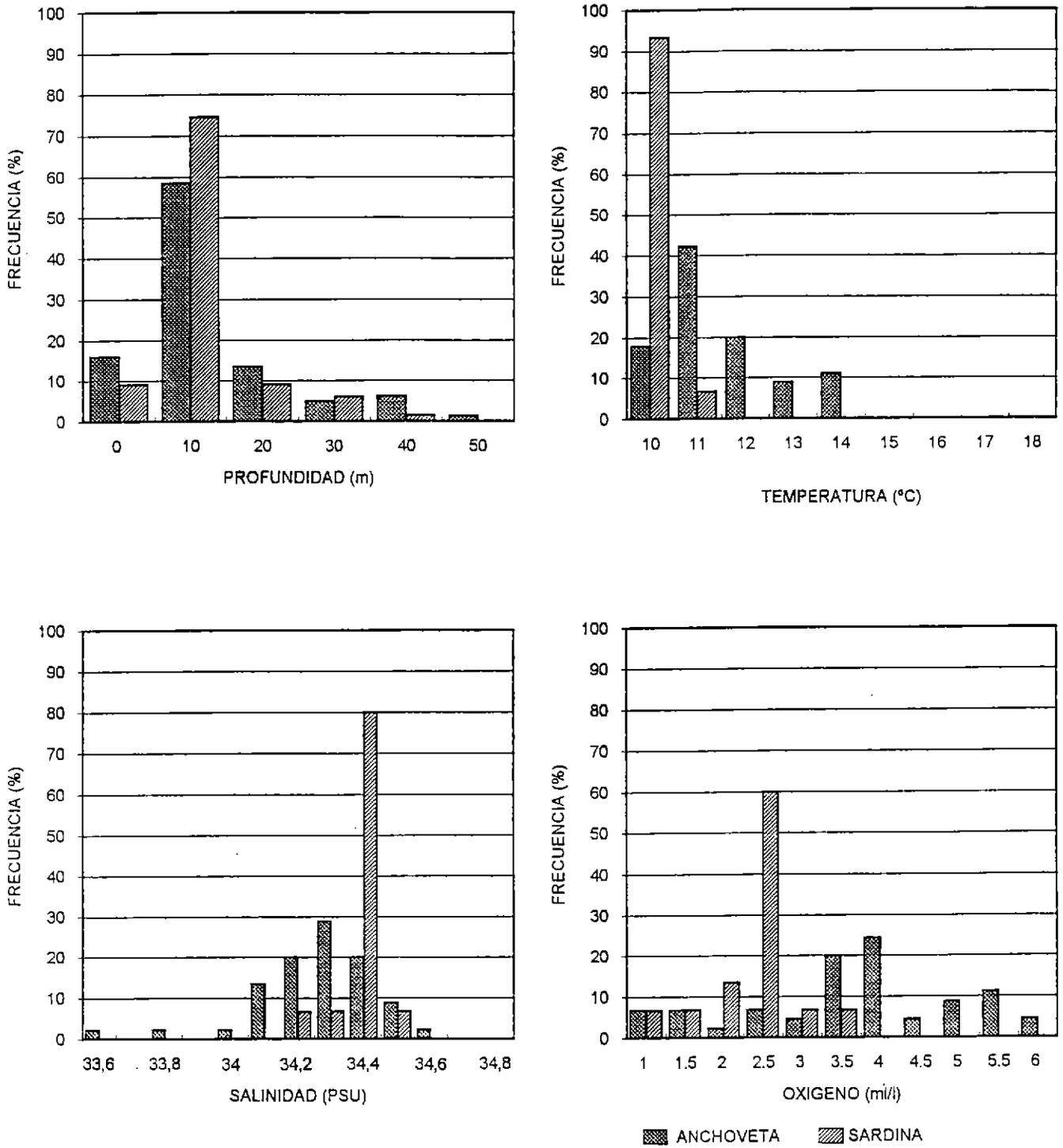


Figura 96. Distribución batimétrica, temperatura, salinidad y oxígeno de anchoveta y sardina común en la subzona 2. Crucero PELASUR 9512.

## GOLFO DE ARAUCO

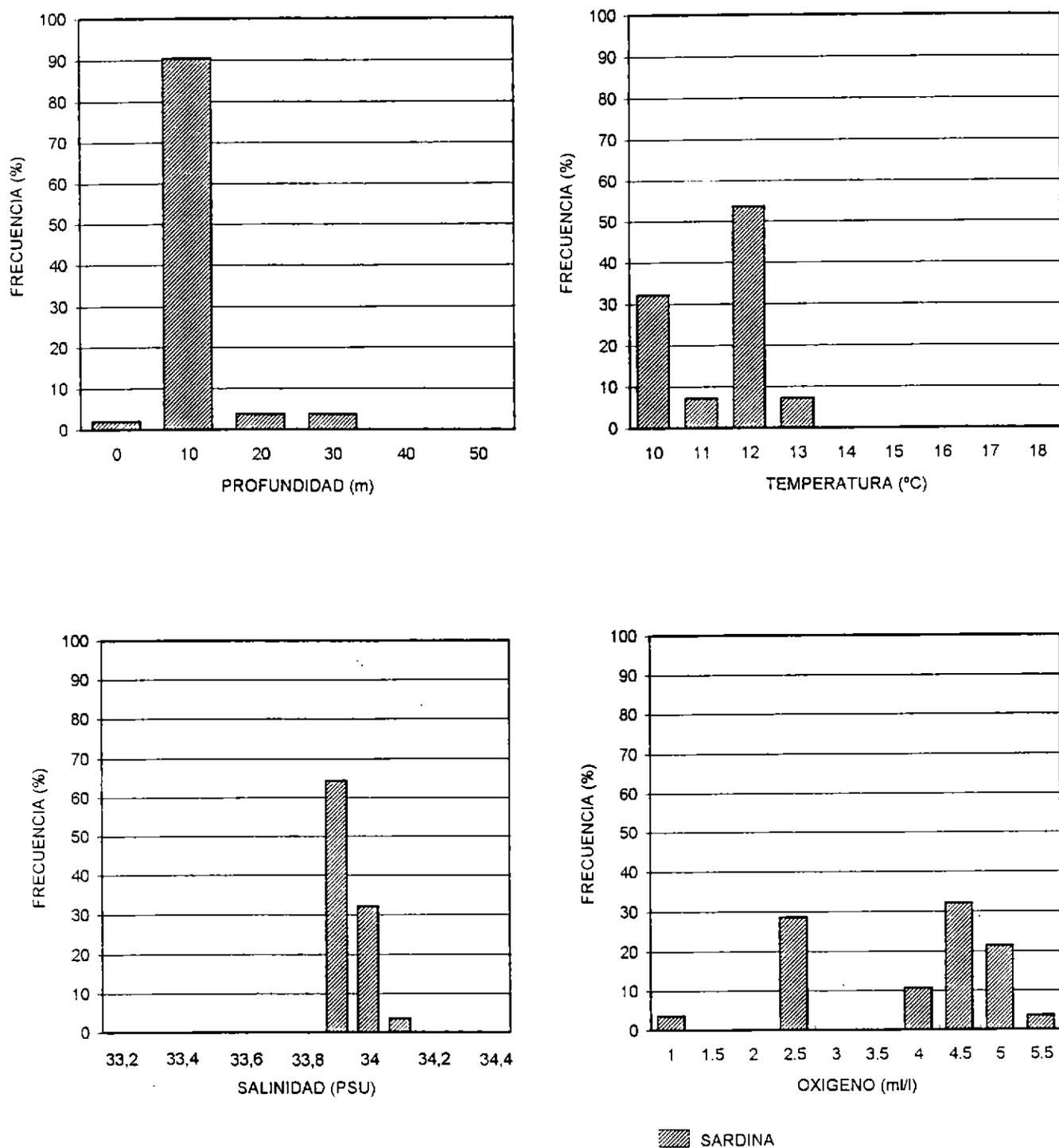


Figura 97. Distribución batimétrica, temperatura, salinidad y oxígeno de anchoveta y sardina común en el golfo de Arauco. Crucero PELASUR 9512.

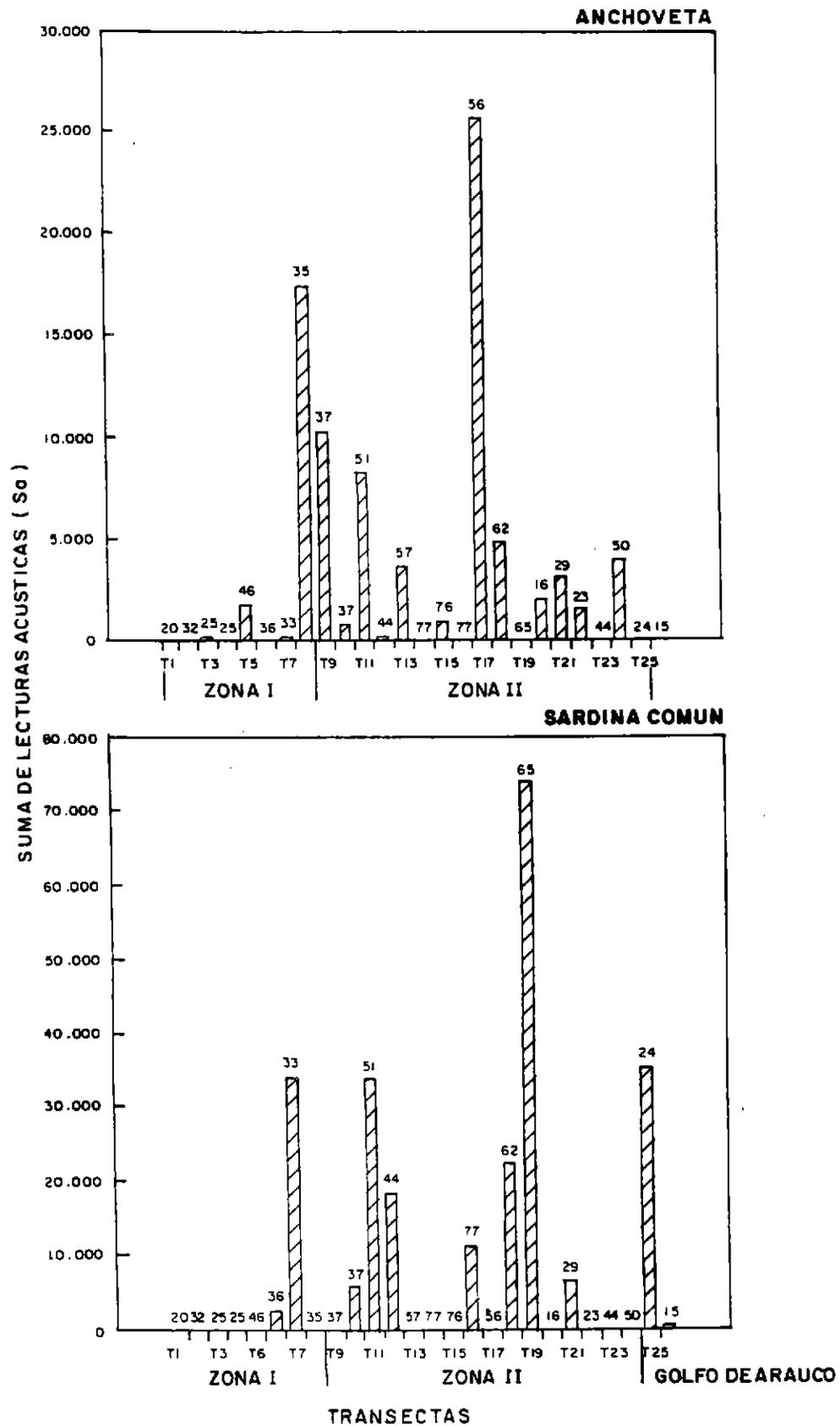


Figura 98. Histogramas de las lecturas acústicas (Sa) por especie acumulados por transecta.

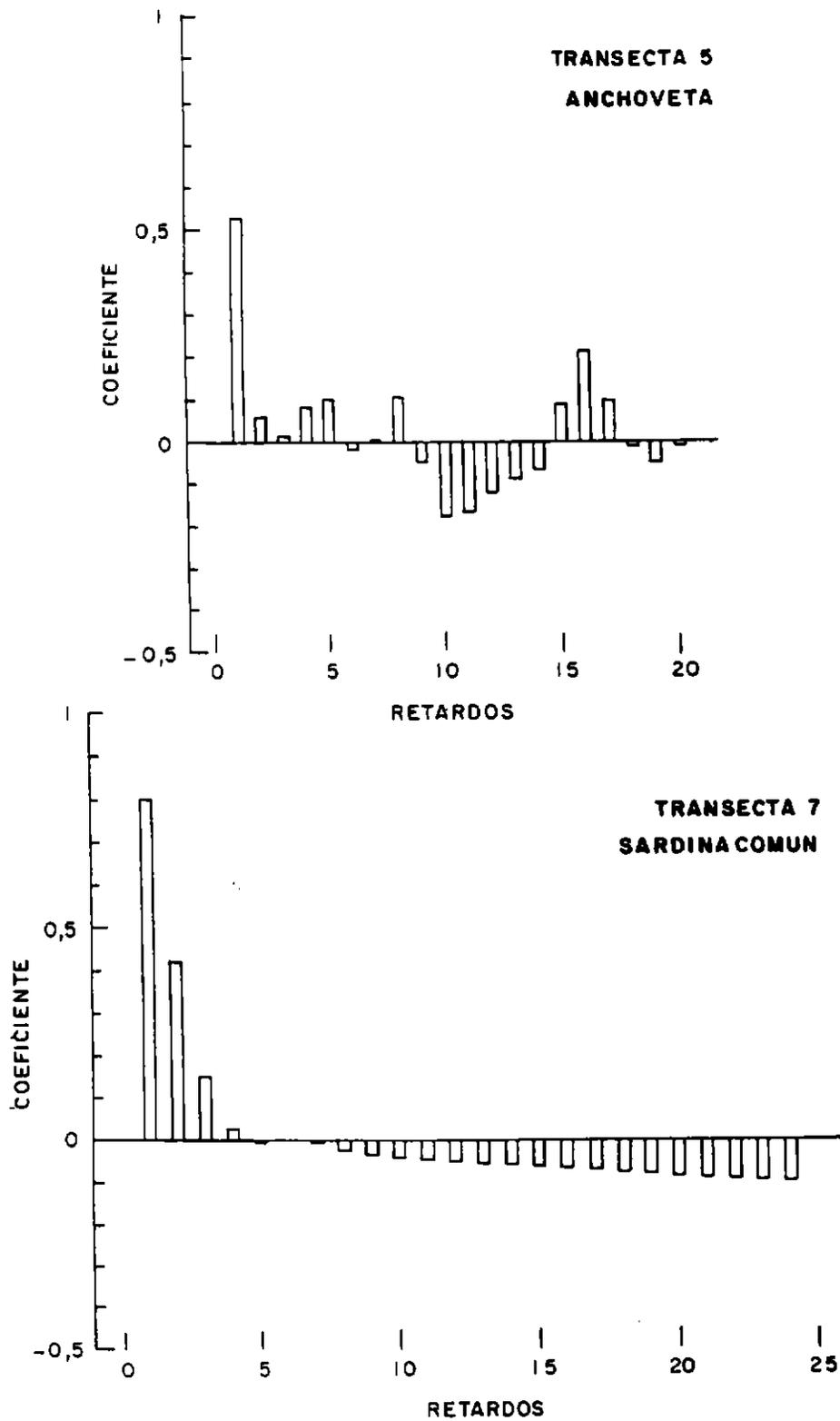


Figura 99. Correlogramas de anchoveta y sardina común en la subzona 1. Crucero PELASUR 9512.

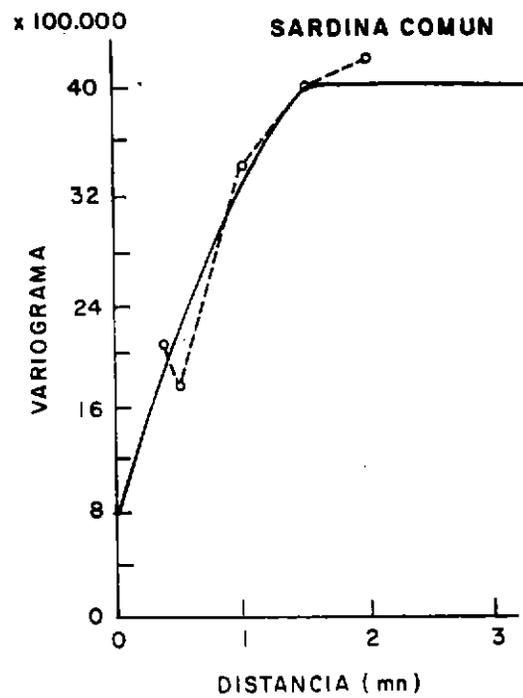
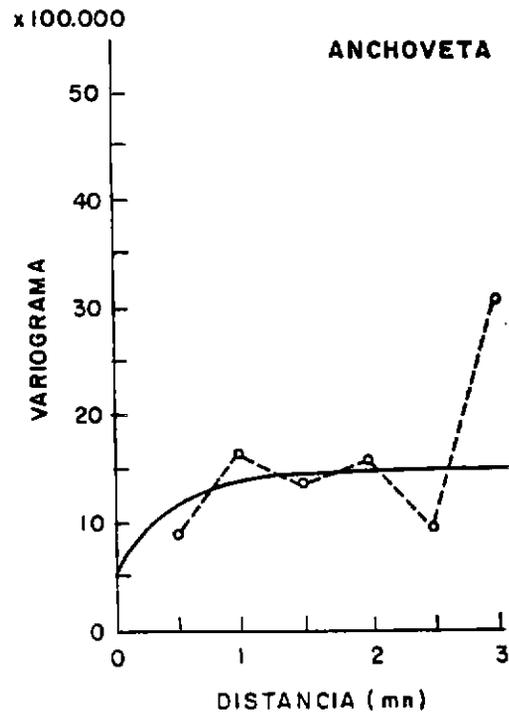


Figura 100. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 1. Crucero PELASUR 9512.

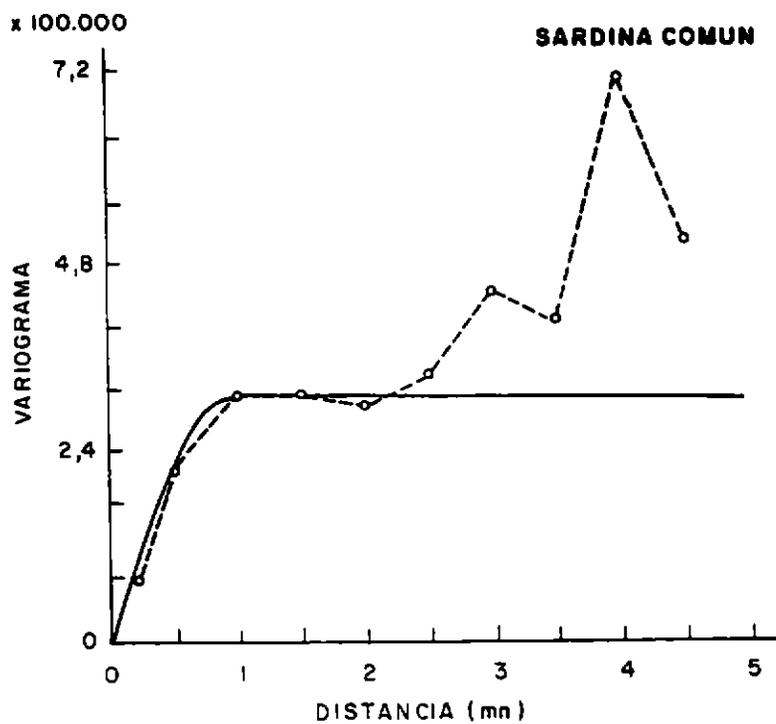
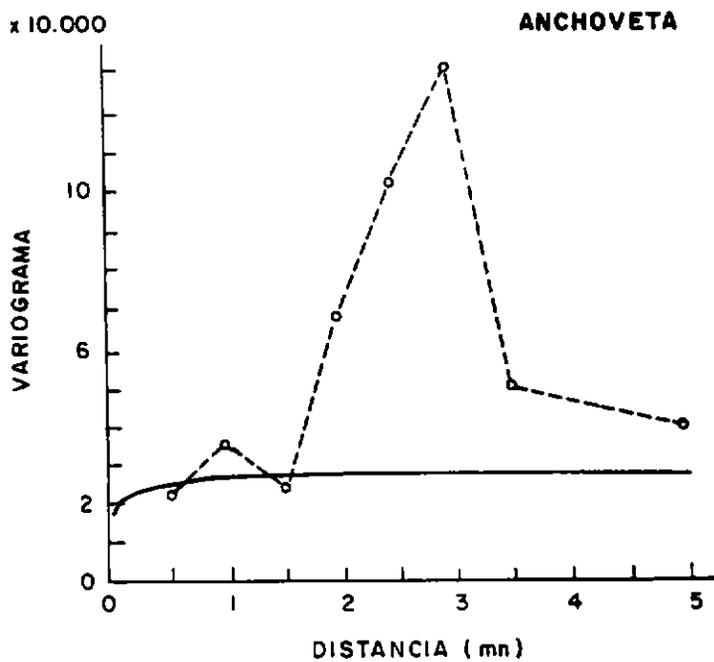
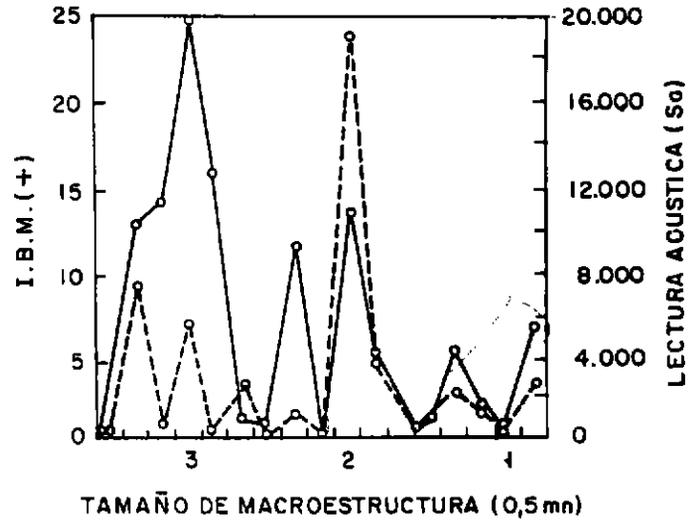


Figura 101. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 1, incluyendo las intertransectas. Crucero PELASUR 9512.

ZONA 2

ANCHOVETA



—○— I.B.M. (+)    - - -○- Sa

SARDINA

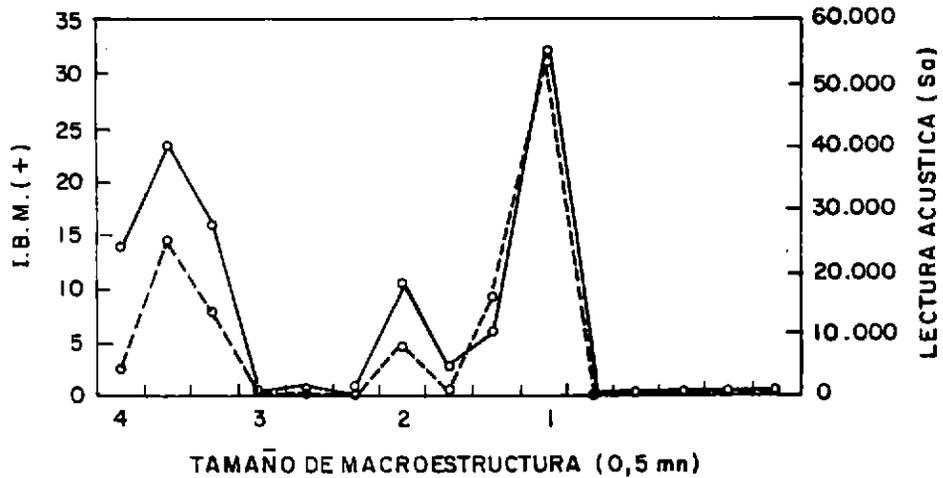


Figura 102. Relación entre el tamaño de las macroestructuras de anchoveta y sardina común con las I.B.M.'s (+) y las lecturas acústicas (Sa).

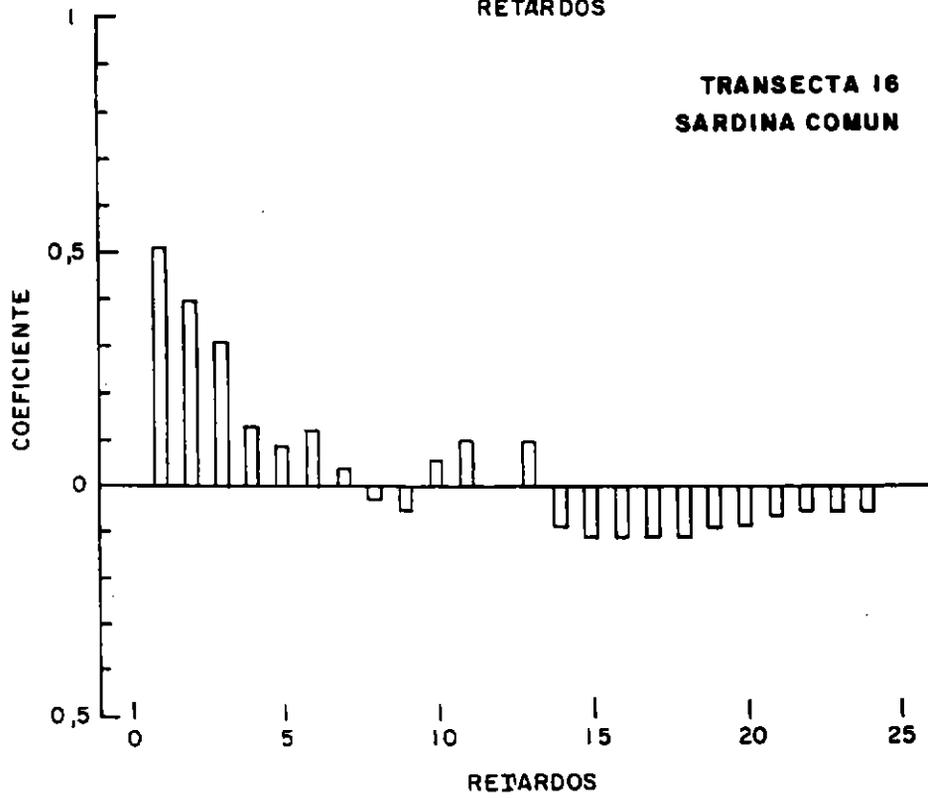
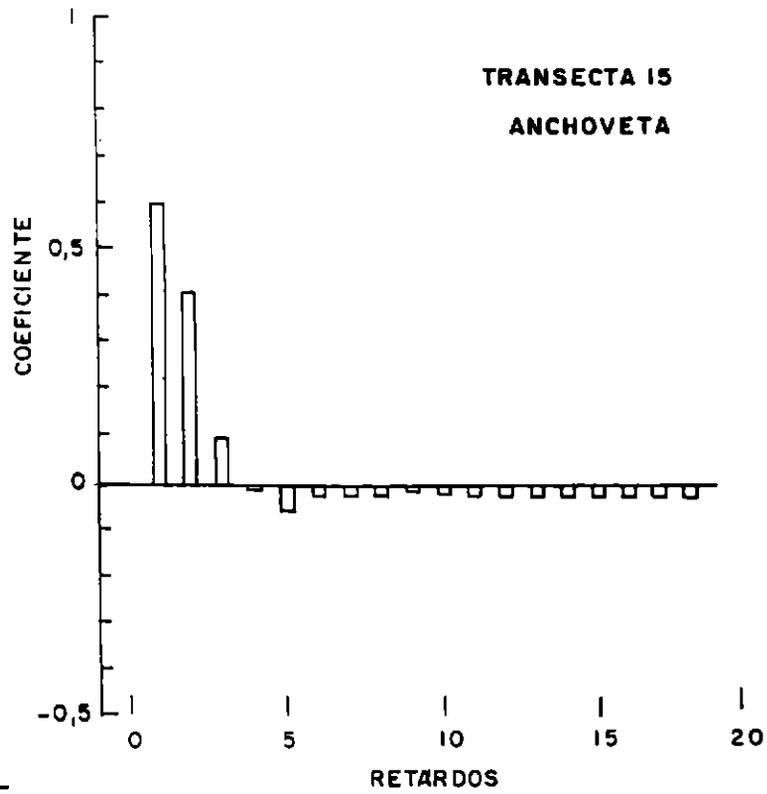


Figura 103. Correlogramas de anchoveta y sardina común en la subzona 2. Crucero PELASUR 9512.

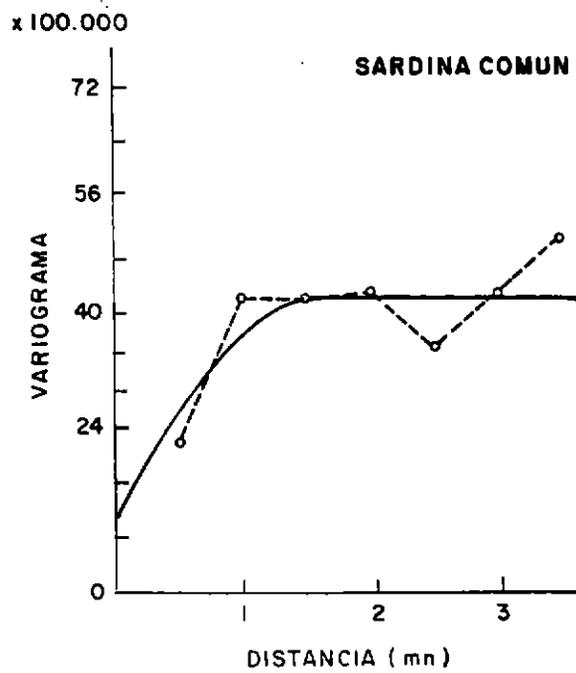
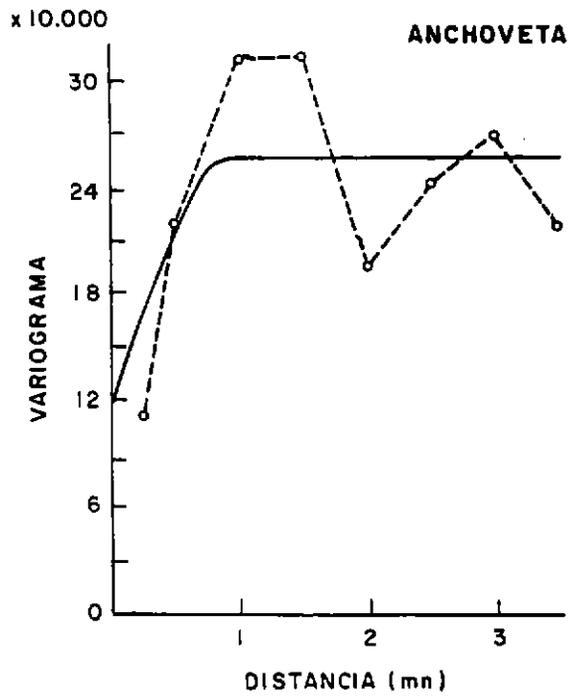


Figura 104. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 2. Crucero PELASUR 9512.

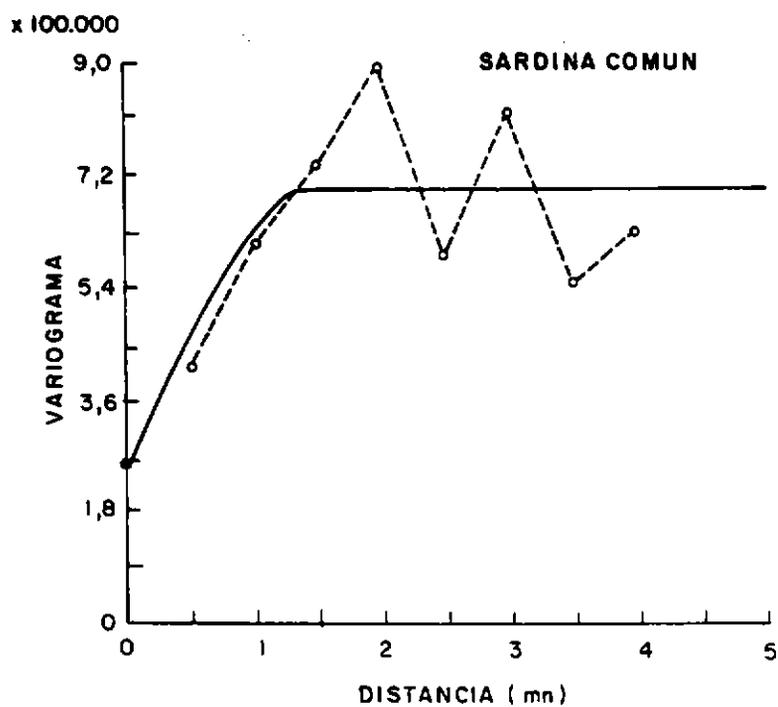
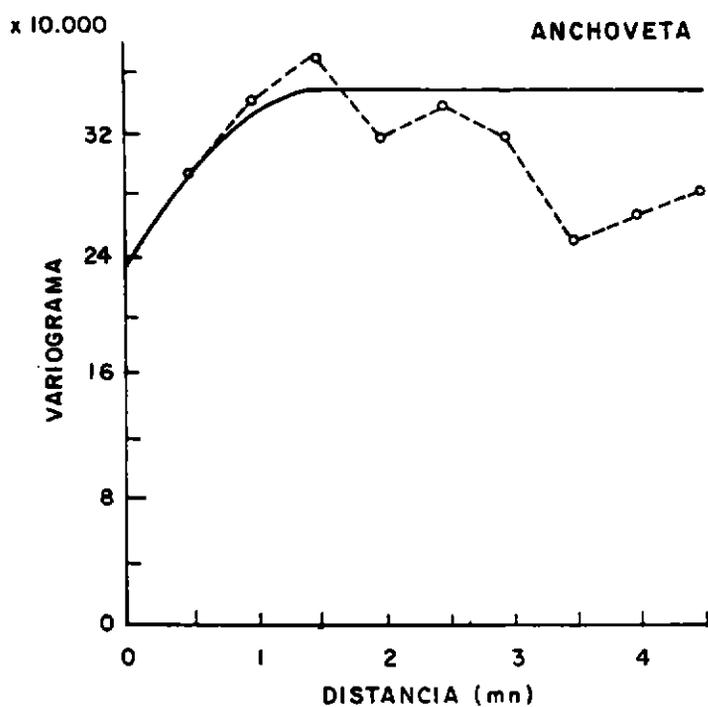


Figura 105. Variogramas de la distribución de anchoveta y sardina común en la subzona 2, incluyendo las intertransectas. Crucero PELASUR 9512.

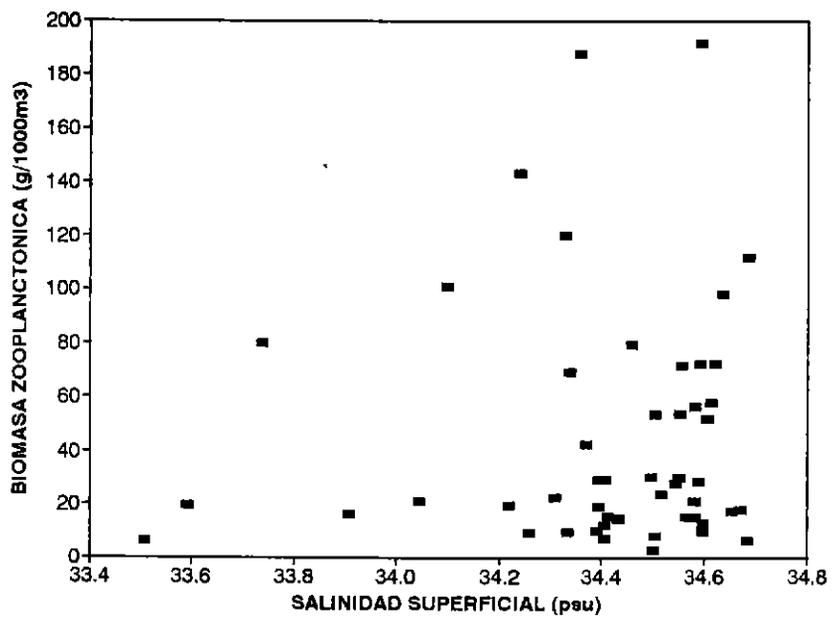
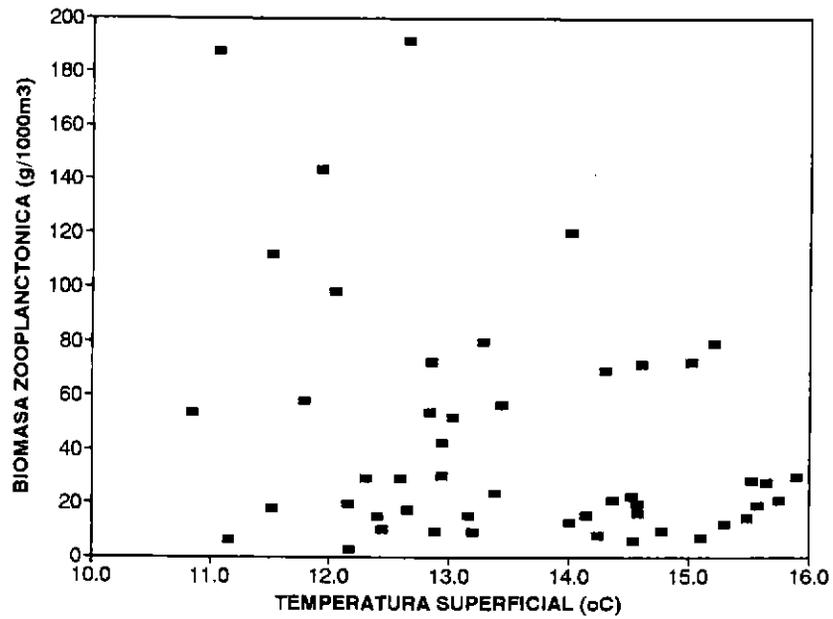


Figura 106. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la temperatura y salinidad superficial.



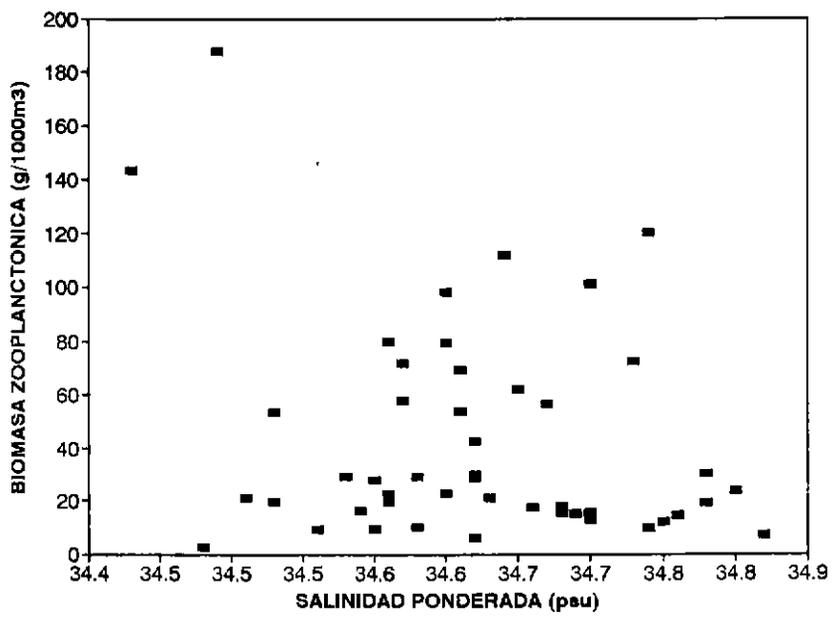
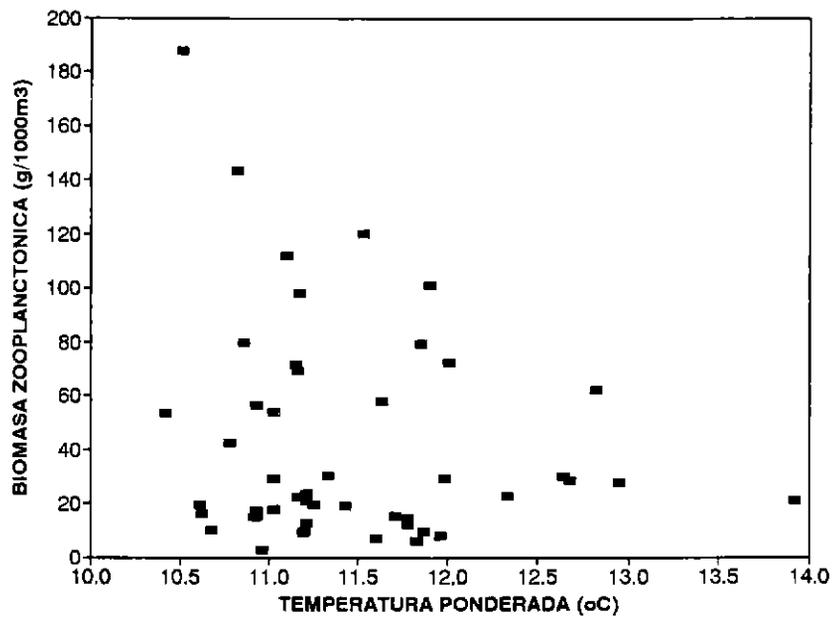


Figura 108. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la temperatura y salinidad ponderada.

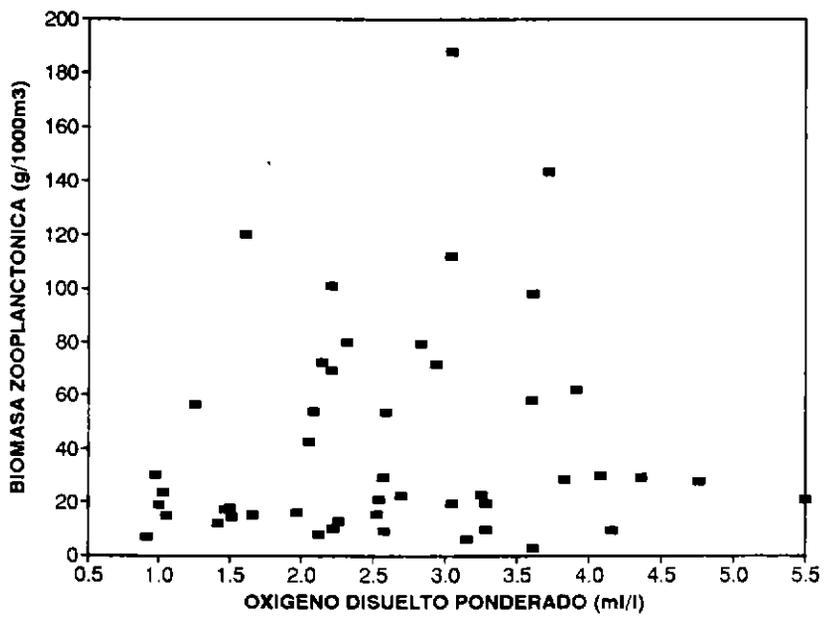
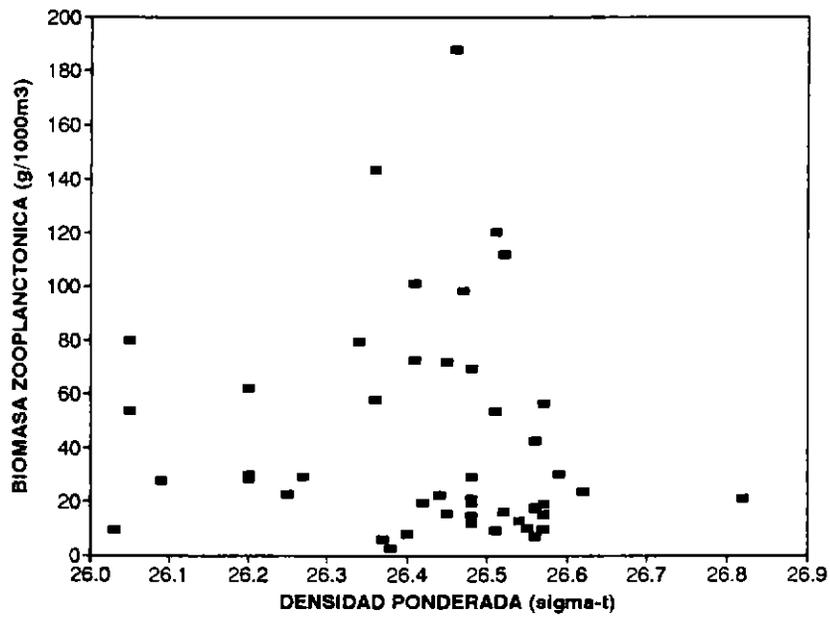


Figura 109. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la densidad y oxígeno disuelto ponderado.

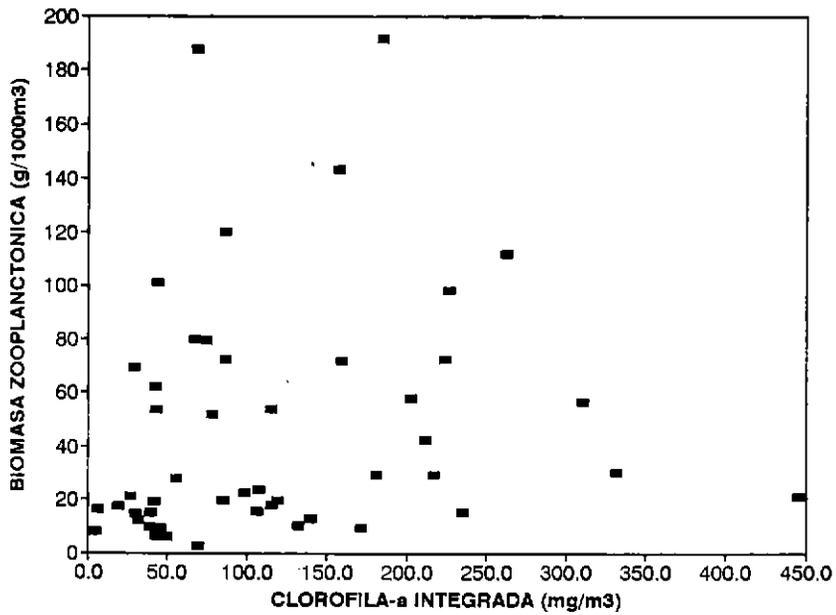
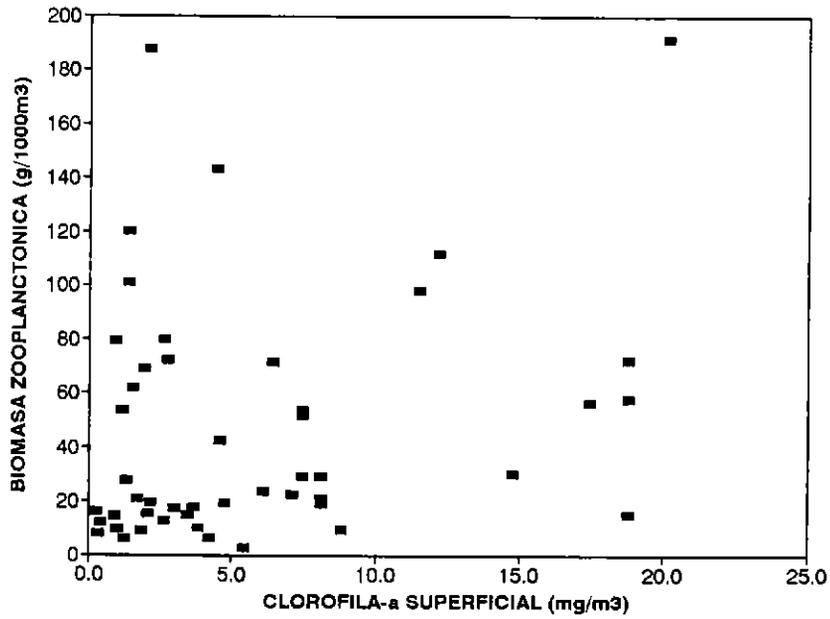


Figura 110. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la clorofila-a superficial e integrada.

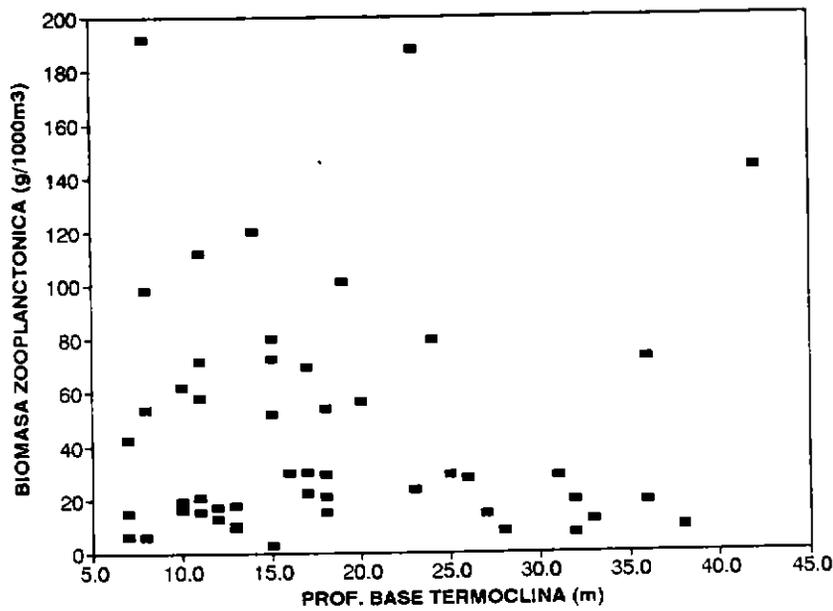
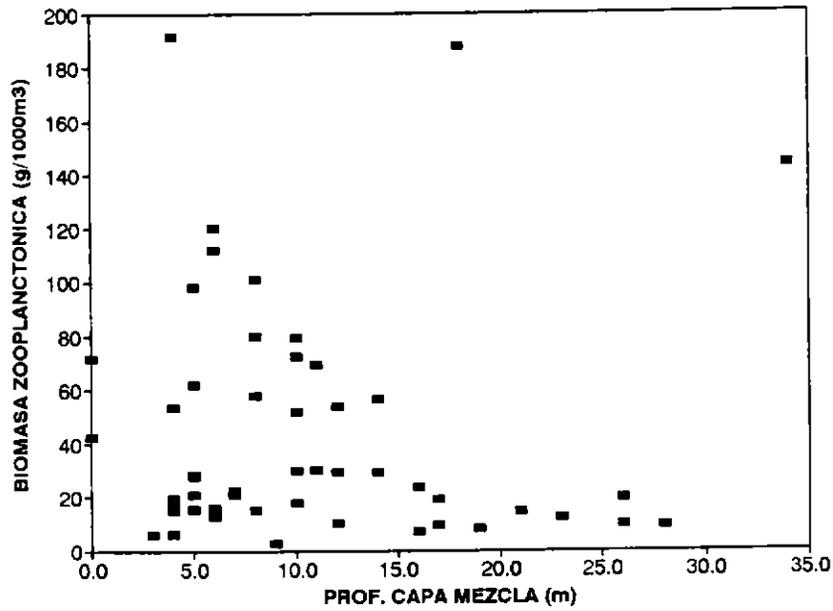


Figura 111. Relación entre la biomasa zooplanctónica total y la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina.

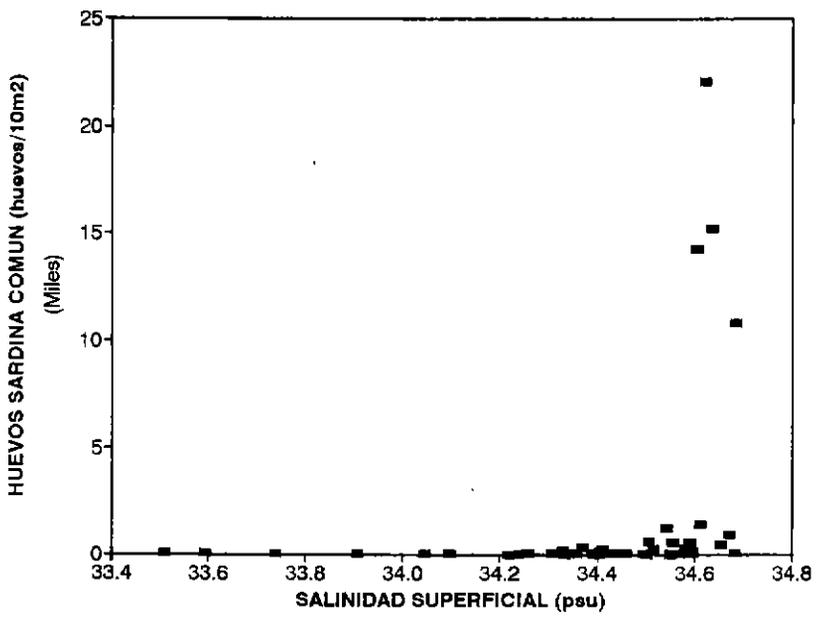
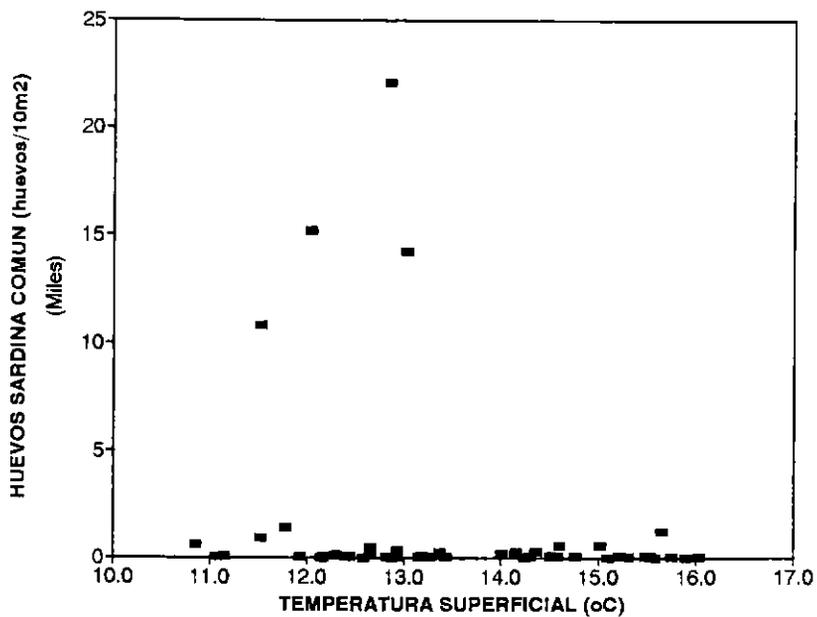


Figura 112. Relación entre los huevos de sardina común y la temperatura y salinidad superficial.

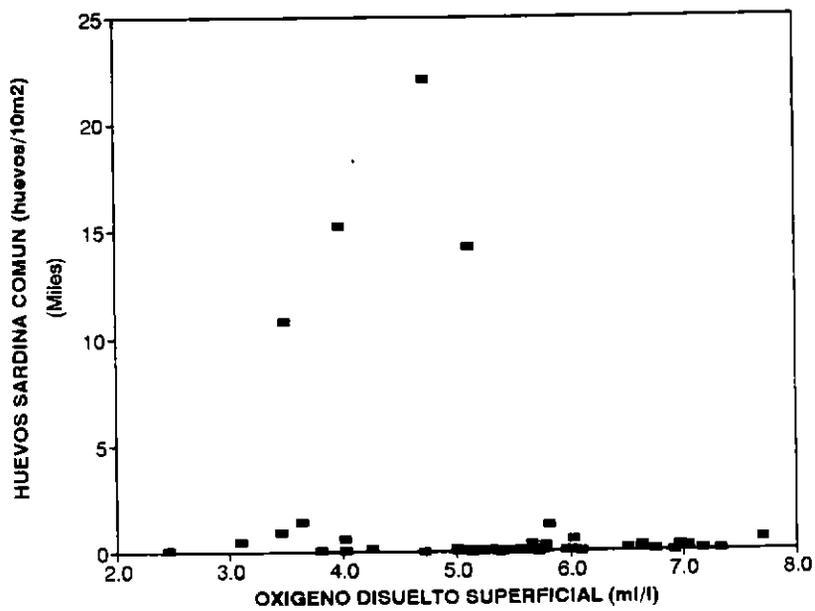
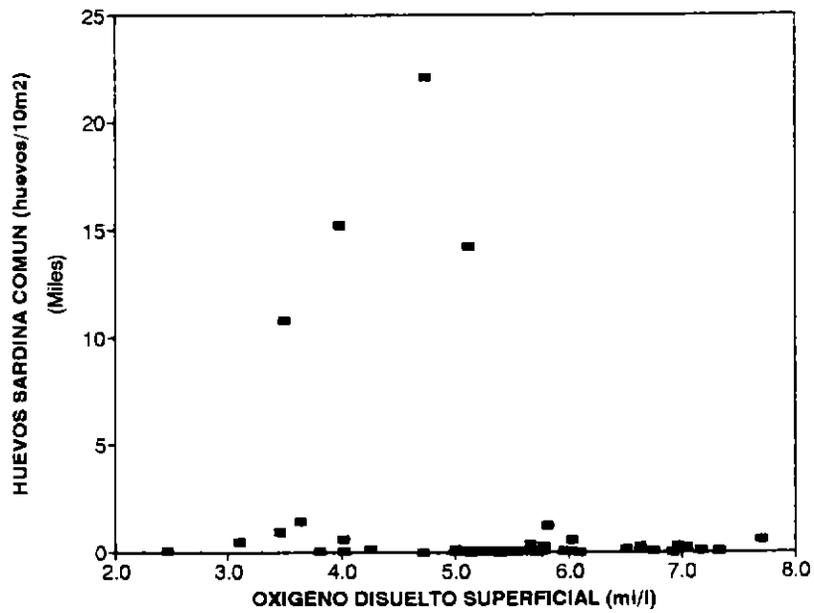


Figura 113. Relación entre los huevos de sardina común y la densidad y oxígeno disuelto superficial.



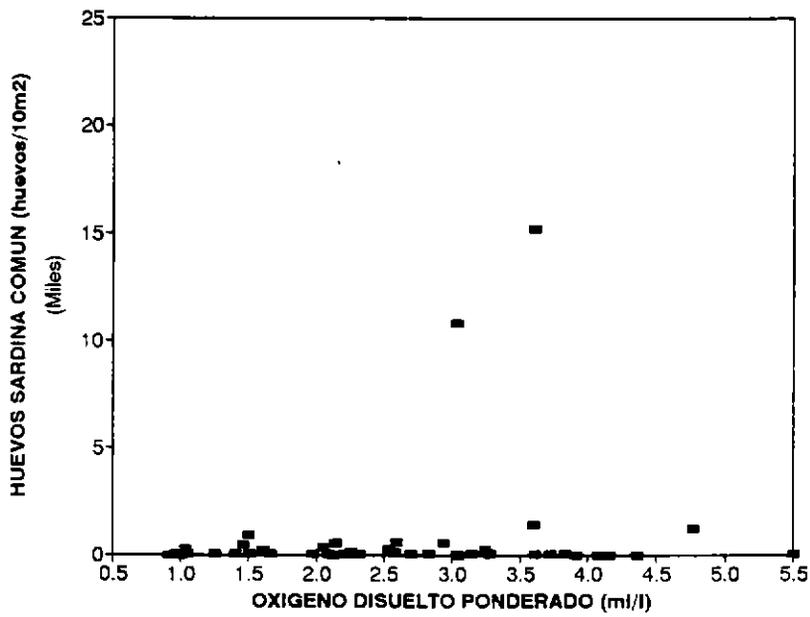
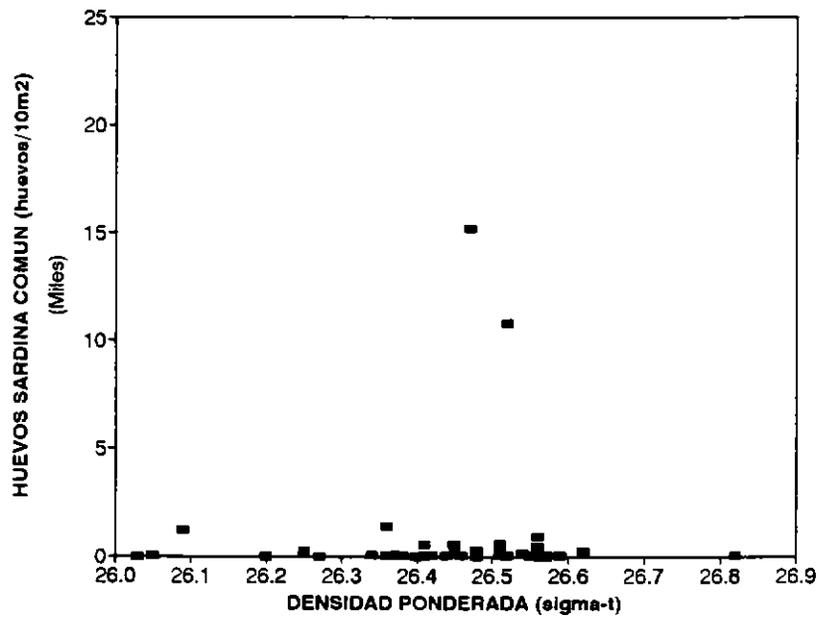


Figura 115. Relación entre los huevos de sardina común y la densidad y oxígeno disuelto ponderado.

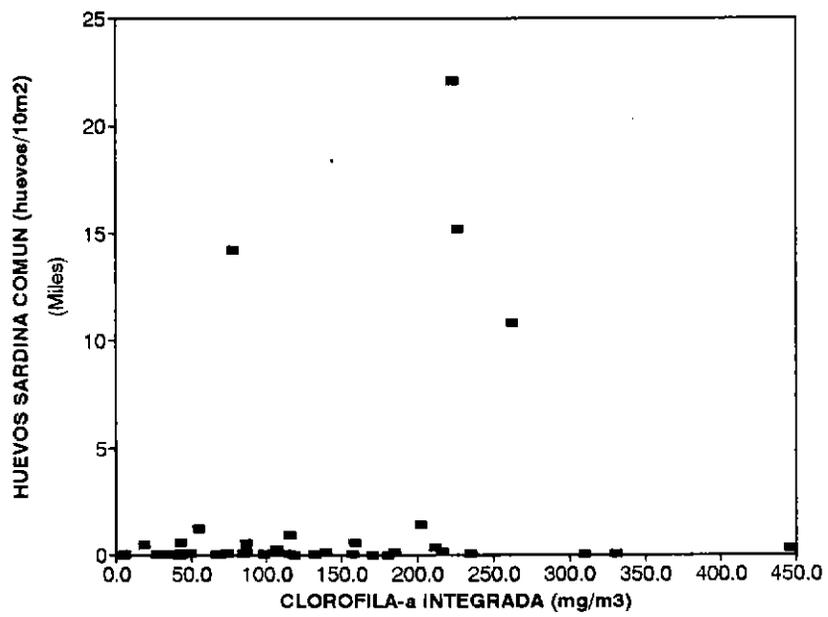
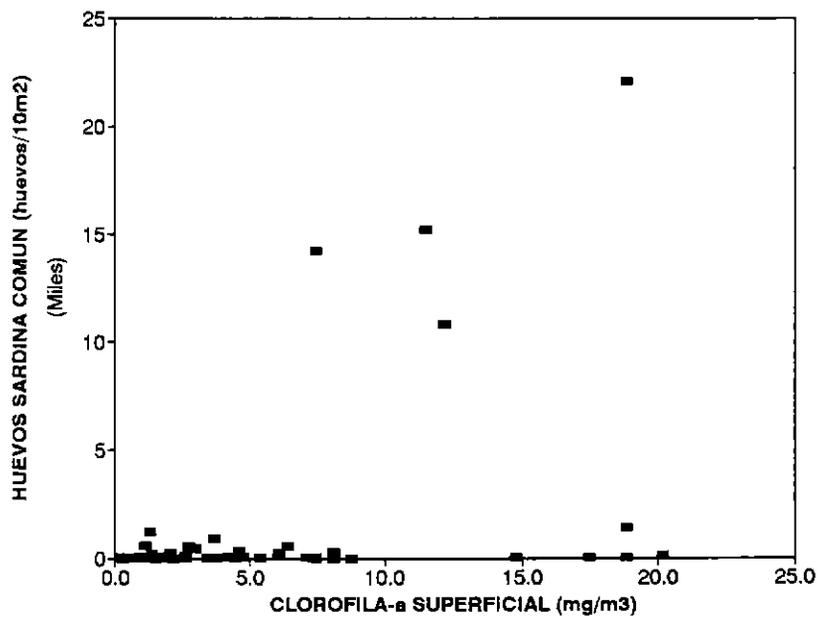


Figura 116. Relación entre los huevos de sardina común y la clorofila-a superficial e integrada.

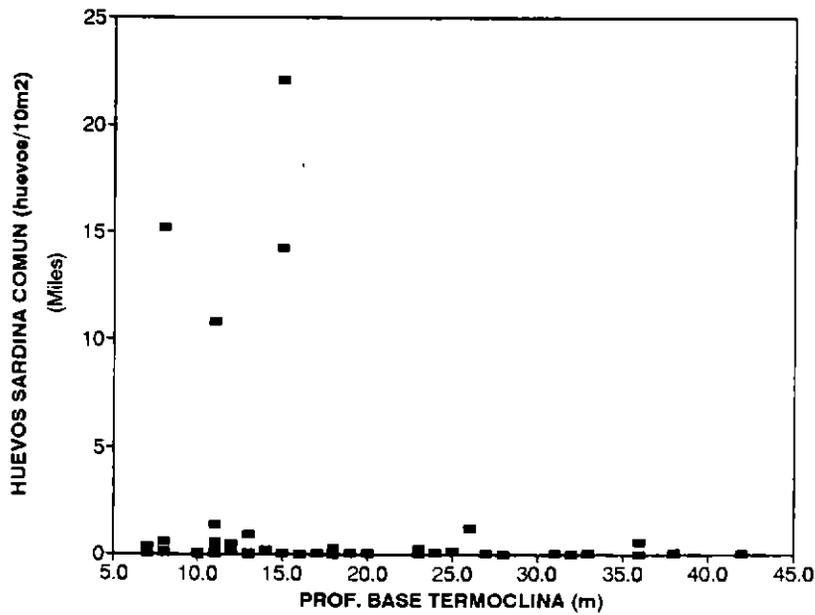
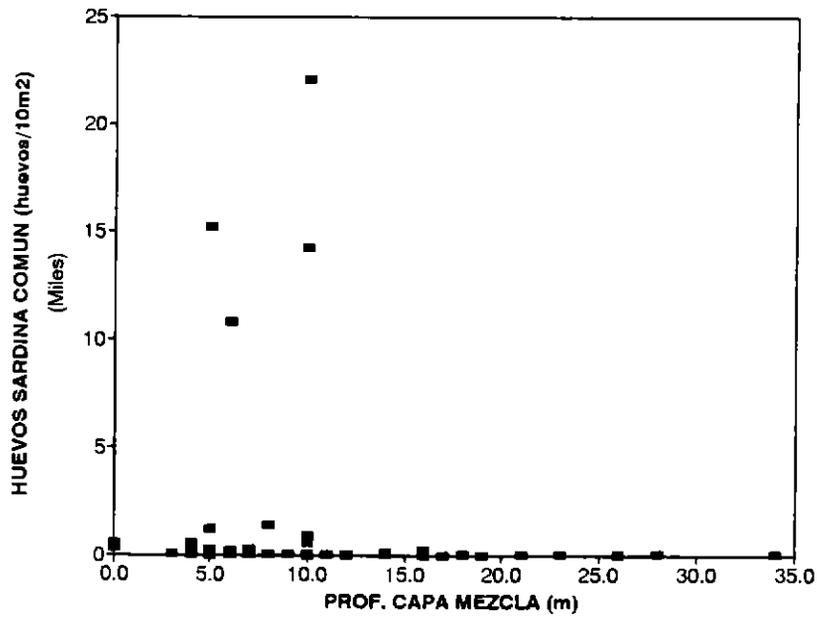


Figura 117. Relación entre los huevos de sardina común y la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina.

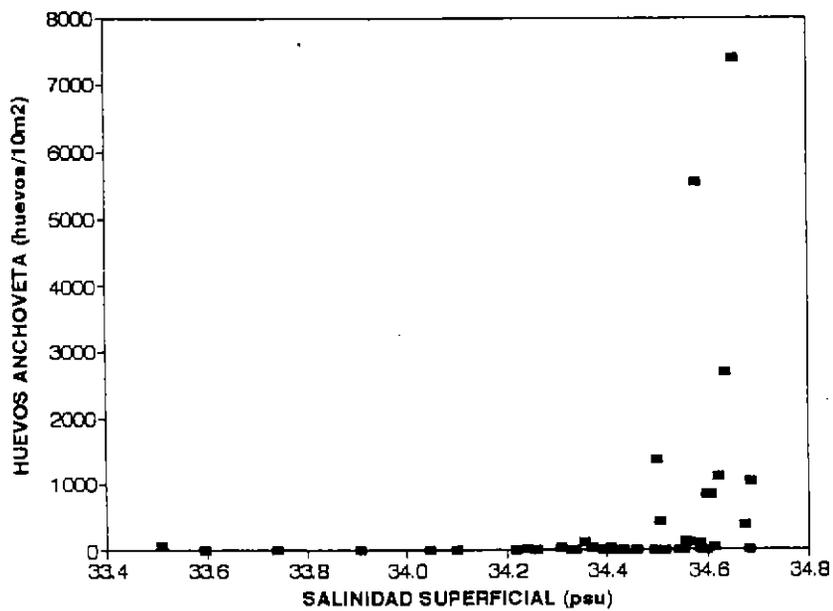
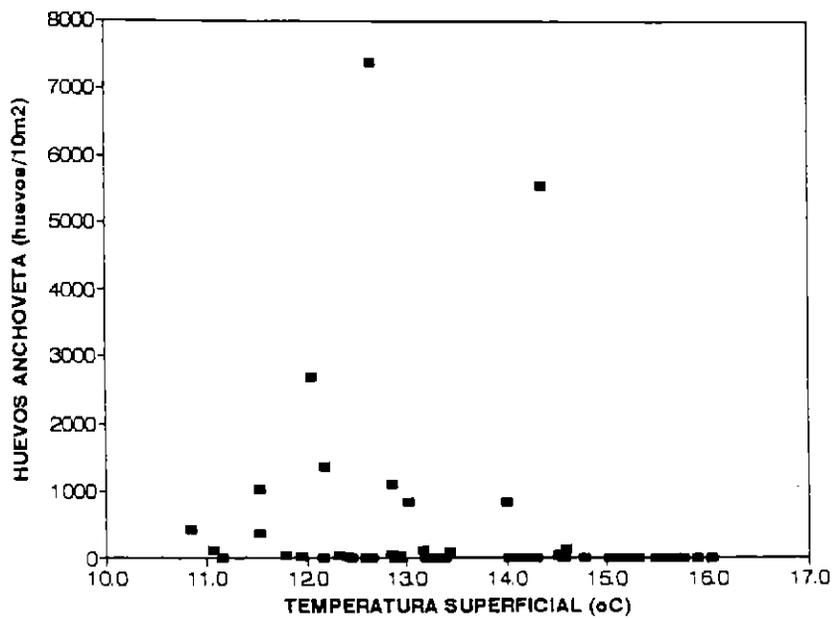


Figura 118. Relación entre los huevos de anchoveta y la temperatura y salinidad superficial.

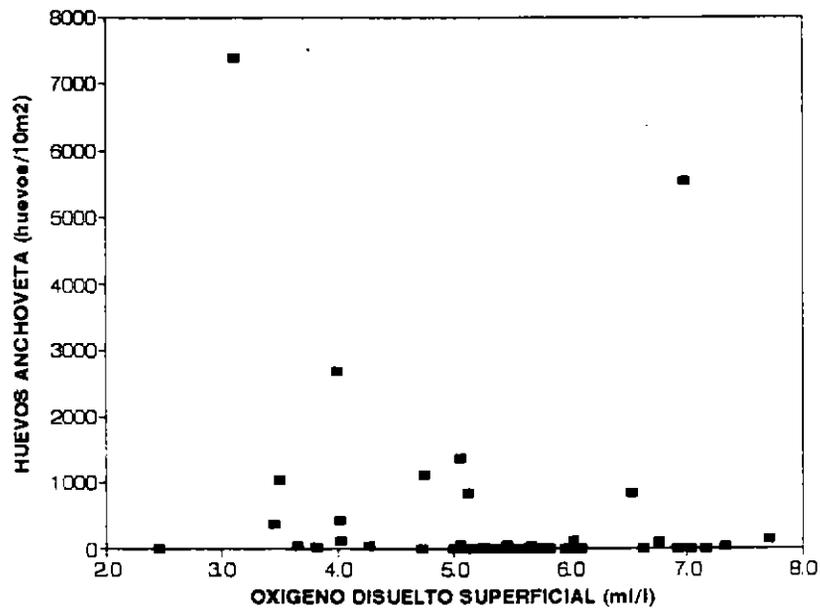
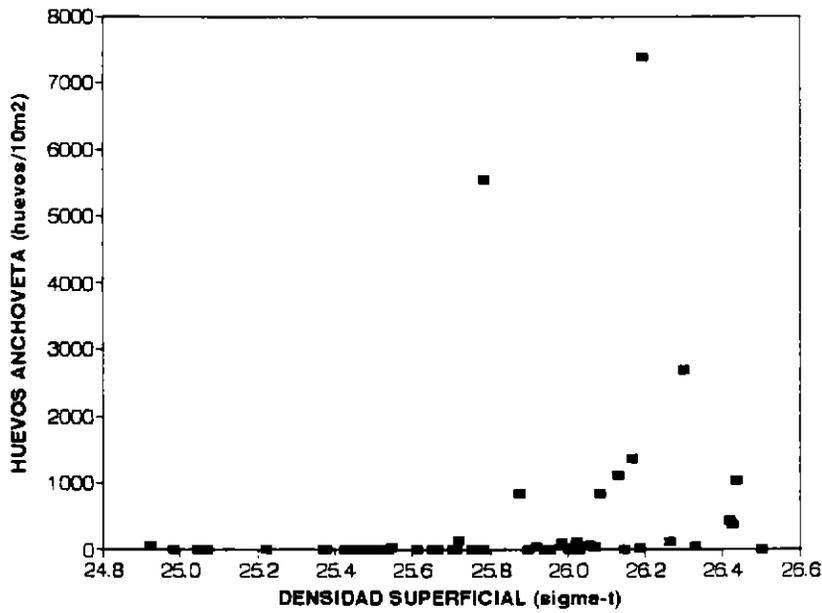


Figura 119. Relación entre los huevos de anchoveta y la densidad y oxígeno disuelto superficial.

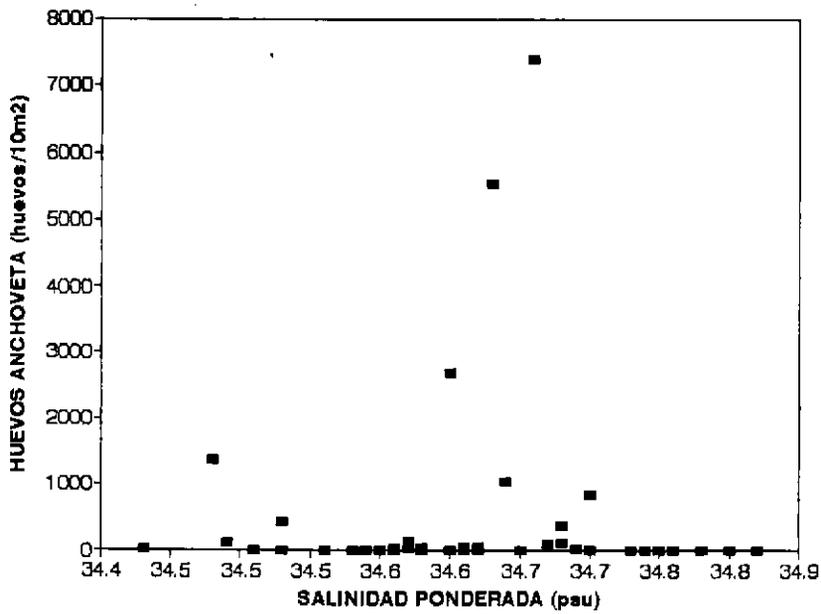
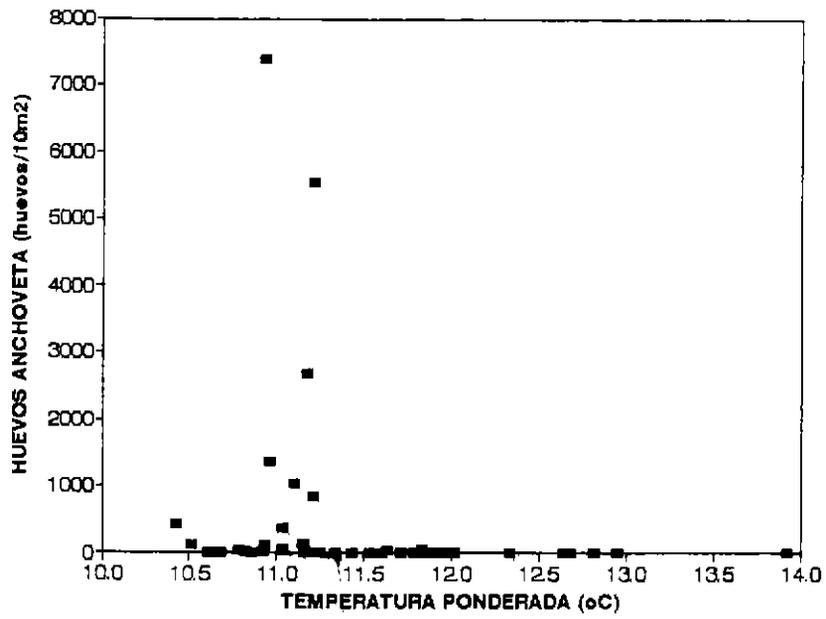


Figura 120. Relación entre los huevos de anchoveta y la temperatura y salinidad ponderada.

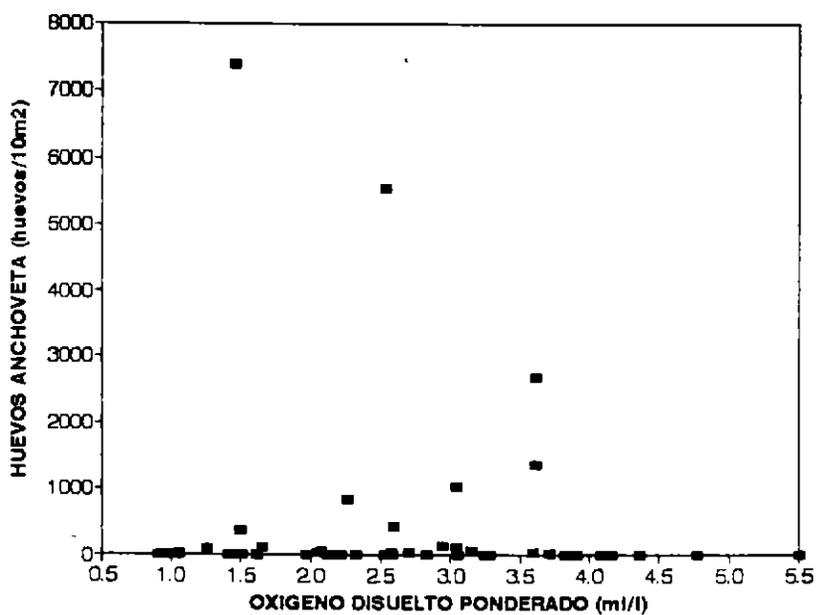
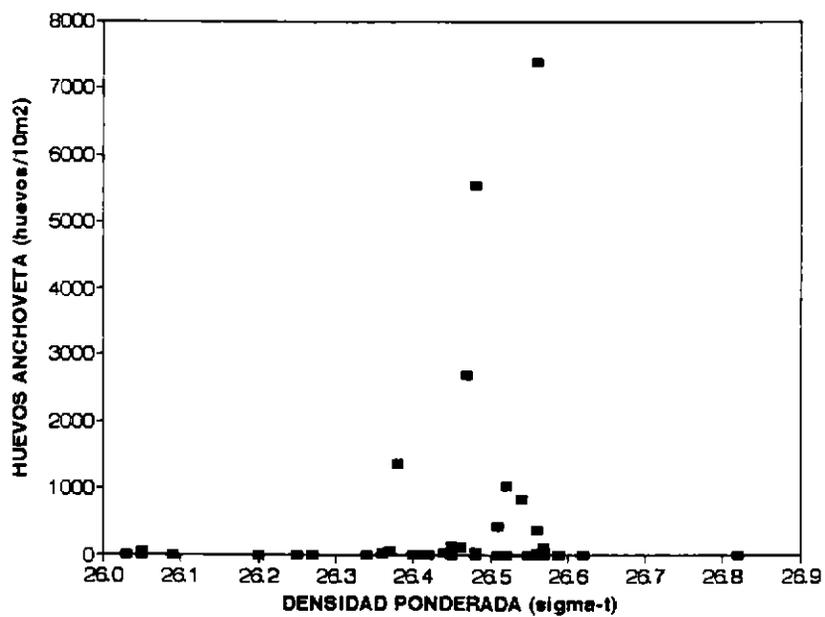


Figura 121. Relación entre los huevos de anchoveta y la densidad y oxígeno disuelto ponderado.

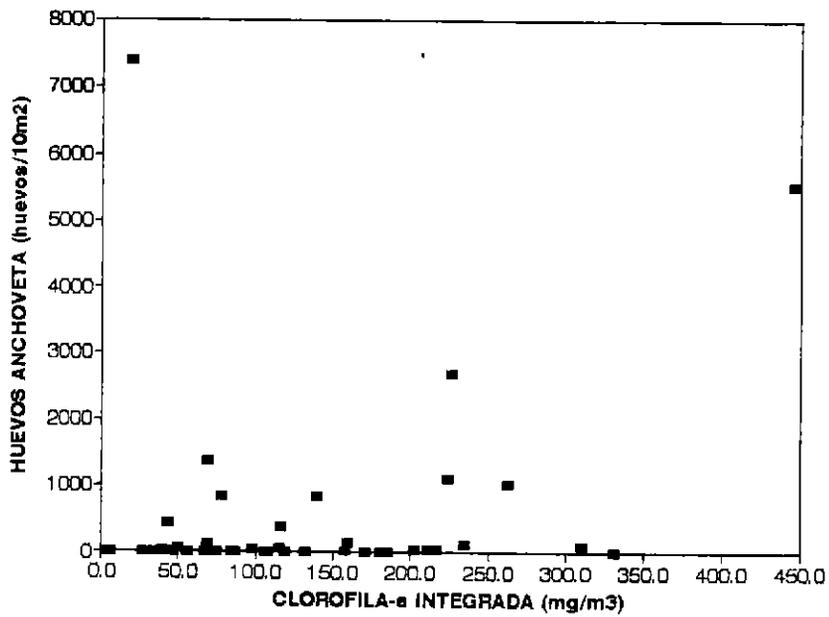
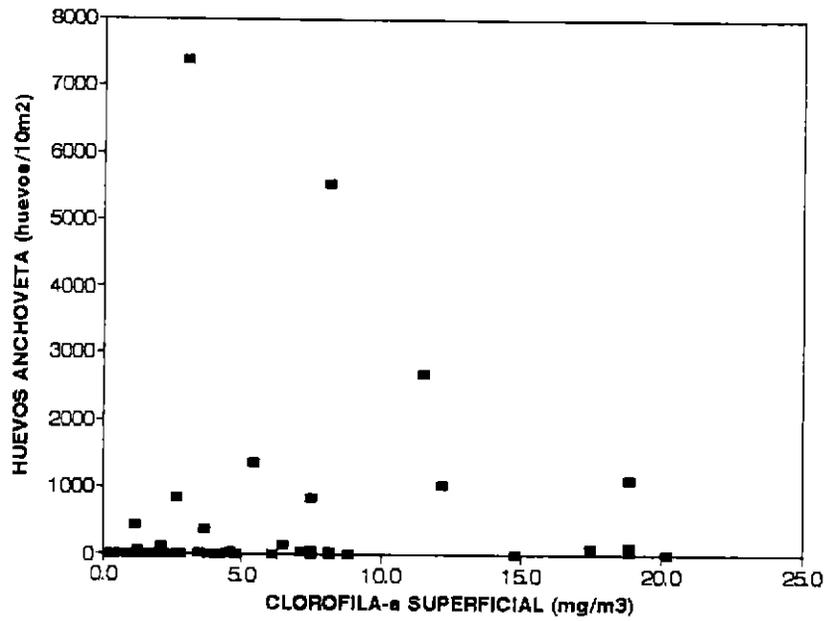


Figura 122. Relación entre los huevos de anchoveta y la clorofila-a superficial e integrada.

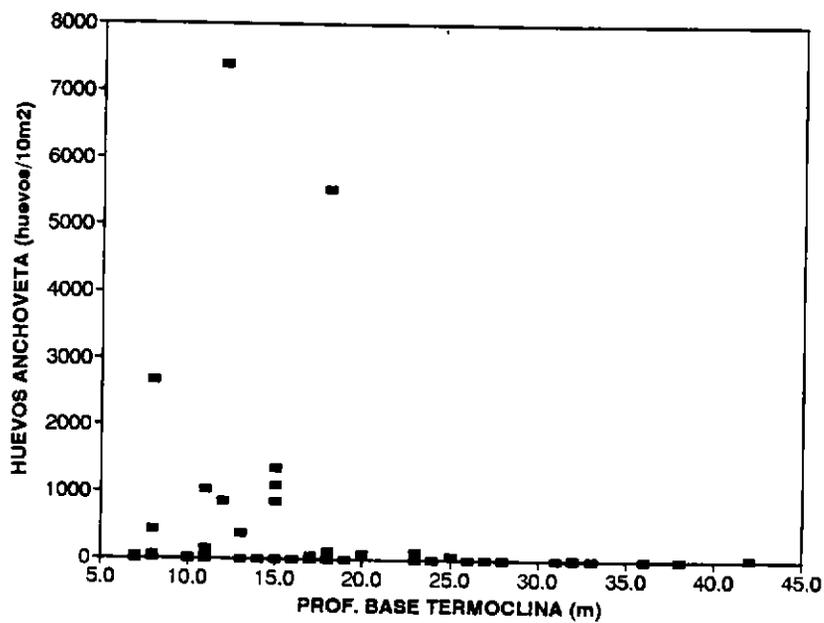
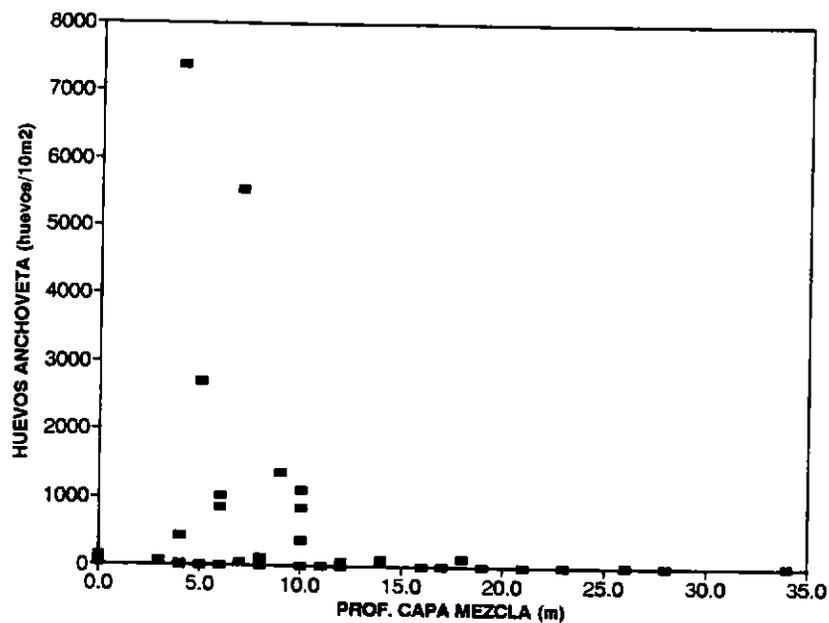


Figura 123. Relación entre los huevos de anchoveta y la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina.

# TABLAS

Tabla 1. División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas por sector de estudio.

Zona	Transecta	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Límite Oeste (mn)	Estaciones Muestreo
I (8)	1	32°45'	71°43'	13	3
	2	32°57'	71°53'	20	3
	3	33°10'	73°58'	16	3
	4	32°22'	71°59'	16	3
	5	33°35'	72°06'	27	4
	6	33°47'	72°12'	24	2
	7	34°00'	72°16'	21	4
	8	34°12'	72°21'	21	4
II (16)	9	35°00'	72°37'	24	4
	10	35°12'	72°48'	24	4
	11	35°25'	73°02'	32	4
	12	35°37'	73°10'	30	4
	13	35°49'	73°12'	32	4
	14	36°02'	73°35'	48	5
	15	36°15'	73°13'	24	4
	16	36°27'	73°38'	43	4
	17	36°40'	73°20'	12	3
	18	36°52'	73°21'	11	3
	19	37°05'	73°22'	11	3
	20	37°17'	73°51'	10	3
	21	37°30'	73°49'	11	3
	22	37°42'	73°52'	11	3
	23	37°54'	73°56'	23	4
	24	38°07'	73°52'	24	4
golfo	18	36°52'	73°21'	11	3
DE	18-GA	36°58'	73°29'	19	4
ARAUCO	19	37°05'	73°22'	11	3
(4)	19-GA	37°09'	73°23'	10	3

Tabla 2. Estaciones de muestreo (a) planctónico y (b) oceanográfico programadas y realizadas, por sector de estudio.

(a) Estaciones Oceanográficas			
Area de estudio	Estaciones programadas	Estaciones realizadas	Porcentaje (%)
Zona norte (I)	14	14	100,00
Zona sur (II)	47	39	82,97
golfo de Arauco	13	13	100,00

(b) Estaciones Planctónicas			
Area de estudio	Estaciones programadas	Estaciones realizadas	Porcentaje (%)
Zona norte (I)	28	26	92,86
Zona sur (II)	74	66	89,19
golfo de Arauco	13	13	100,00

Tabla 3. Categorías por densidad

Categoría	Intervalo	Calificación de densidad (t/mn <sup>2</sup> )
I	1 - 75	Muy baja
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Densa
IV	301 - >	Muy densa

Tabla 4: Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.

Fecha	Viento		Temperatura media (°C)	Presión (mb)	n
	Dirección (grados)	Velocidad (nudos)			
6	SW	15	15.8	1016	01
7	S-SW	5 - 20	14.0 - 15.6	1013 - 1016	06
8	NE-S-SW	3 - 14	14.5 - 15.5	1014 - 1019	09
9	W-S-SW	3 - 15	13.0 - 16.7	1016 - 1019	05
10	SW	8 - 15	13.3 - 15.0	1015 - 1016	09
11	SW-N-NE	5 - 18	12.5 - 13.8	1015 - 1017	05
12	S-SW-NE	5 - 15	12.0 - 13.6	1016 - 1017	07
13	SW-NE	6 - 22	13.4 - 14.2	1014 - 1017	05
14	NE	4 - 20	12.5 - 16.2	1016 - 1018	12
15	NE	18 - 23	11.5 - 18.4	1013 - 1016	13
16	NE	12 - 18	13.5 - 14.0	1015	03
17	NE	2 - 20	11.5 - 12.0	1013 - 1015	06
18	NE	4 - 20	10.6 - 17.1	1014 - 1017	11

Tabla 5. Estadística básica para la biomasa zooplanctónica total (g/1000m<sup>3</sup>), considerando las diferentes divisiones operacionales del área de estudio.

	(a) Area de Estudio	(b) Zona Norte (I)	(c) Zona Sur (II)	(d) golfo de Arauco
MIN. =	2.47	7.11	2.47	14.85
MAX. =	504.38	112.36	504.38	191.63
MEDIA =	51.78	37.41	57.22	60.22
D.EST. =	70.70	30.17	80.24	48.26
C.V. =	136.50	80.65	140.22	80.13

Tabla 6. Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>), considerando los sectores norte (II), sur (I) y golfo de Arauco.

	Norte-Sur	Pares de Zonas	
		Norte-golfo Arauco	Sur-golfo Arauco
Estadíst. U=	718.0	113.0	285.0
P =	0.849	0.128	0.149

Tabla 7. Estadística básica para el componente ictioplanctónico (ind/10m<sup>2</sup>).  
 (a) área de estudio, (b) zona norte (I), (c) zona sur (II), (d) golfo de Arauco. HT= huevos totales, LT= larvas totales, HSC= huevos de sardina común, LSC= larvas de sardina común, HA= huevos de anchoveta, LA= larvas de anchoveta.

	HT	LT	HSC	LSC	HA	LA
(a) AREA DE ESTUDIO						
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	23378.4	690.6	22066.8	20.9	7388.0	103.0
PROM.	1338.1	84.2	867.3	0.3	295.7	2.3
D.S.	4095.7	123.7	3316.4	2.4	1033.1	11.3
C.V. (%)	306.1	146.8	382.4	713.3	349.4	497.1
(b) ZONA NORTE (I)						
MIN	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	1684.8	588.6	1230.0	0.0	0.0	0.0
PROM.	251.9	95.0	143.9	0.0	0.0	0.0
D.S.	386.9	128.5	287.1	0.0	0.0	0.0
C.V. (%)	153.6	135.2	199.5			
(c) ZONA SUR (II)						
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	23378.4	690.6	22066.8	20.8	7387.9	103.0
PROM.	1734.5	80.2	1132.8	0.5	403.7	3.1
D.S.	4714.7	129.7	3834.4	2.7	1188.2	13.1
C.V. (%)	271.8	150.3	338.4	608.6	294.3	422.5
(d) golfo DE ARAUCO						
MIN	79.6	0.0	17.4	0.0	5.2	0.0
MAX	23378.4	466.4	22066.8	0.0	7388.0	0.0
PROM.	7693.3	91.0	5406.8	0.0	1576.2	0.0
D.S.	8714.2	132.0	7576.4	0.0	2339.5	0.0
C.V. (%)	113.3	145.1	140.1		148.4	

Tabla 8. Resumen de información ictioplanctónica. Densidad (ind/10m<sup>2</sup>) y frecuencia (%) para las especies sardina común y anchoveta por sector de estudio.

	Densidad Total	Total Estac.	Estac. Positivas	Densidad Estac. Totales	Promedio Estac. Positivas	Frecuencia (%)
<b>(a) Area de estudio</b>						
Huevos						
S. bentinki	78054	90	61	867.26	1279.57	67.78
E. ringens	26611	90	34	295.68	782.69	37.78
Totales	120432	90	83	1338.13	1450.98	92.22
Larvas						
S. bentinki	30	90	2	0.33	14.99	2.22
E. ringens	205	90	10	2.27	20.46	11.11
Totales	7580	90	83	84.22	91.33	92.22
<b>(b) Zona norte (I)</b>						
Huevos						
S. bentinki	3598	25	16	143.92	224.87	64.00
E. ringens	0	25	0	0.00	0.00	0.00
Totales	6296	25	25	251.85	251.85	100.00
Larvas						
S. bentinki	0	25	0	0.00	0.00	0.00
E. ringens	0	25	0	0.00	0.00	0.00
Totales	2376	25	20	95.02	118.78	80.00
<b>(c) Zona sur (II)</b>						
Huevos						
S. bentinki	9574	53	34	180.65	281.60	64.15
E. ringens	7697	53	22	145.24	349.89	41.51
Totales	21816	53	46	411.62	474.26	86.79
Larvas						
S. bentinki	30	53	1	0.57	14.99	3.77
E. ringens	205	53	10	3.86	20.46	18.87
Totales	4113	53	45	77.60	91.40	84.91
<b>(d) golfo de Arauco</b>						
Huevos						
S. bentinki	64881	12	12	5406.78	5406.78	100.00
E. ringens	18914	12	12	1576.16	1576.16	100.00
Totales	92319	12	12	7693.25	7693.25	100.00
Larvas						
S. bentinki	0	12	0	0.00	0.00	0.00
E. ringens	0	12	0	0.00	0.00	0.00
Totales	1092	12	10	90.99	109.18	83.33

Tabla 9: Prueba de Kruskal-Wallis para las variables huevos y larvas de sardina común y anchoveta, considerando los sectores norte (I), sur (II) y golfo de Arauco. HSC= Huevos sardina común, LSC= Larvas sardina común, HA= Huevos anchoveta, LA= Larvas anchoveta.

		HSC	LSC	HA	LA
Estadíst.	=	14.638	1.302	35.907	7.871
Kruskal-Wallis					
p	=	0.001	0.522	0.000	0.020

Tabla 10: Prueba U de Mann-Whitney para las variables (a) huevos de sardina común, (b) larvas de sardina común, (c) huevos de anchoveta y (d) larvas de anchoveta (ind/10m<sup>2</sup>), considerando los sectores norte (I), sur (II) y golfo de Arauco.

	<u>Pares de Zonas</u>		
	Norte-Sur	Norte-golfo Arauco	Sur-golfo Arauco
<hr/>			
(a) Huevos			
Sardina común			
Estadíst. U=	668.0	50.0	145.0
p =	0.482	0.000	0.000
<hr/>			
(a) Larvas			
Sardina común			
Estadíst. U=	-	-	396.5
p =	-	-	0.504
<hr/>			
(a) Huevos			
Anchoveta			
Estadíst. U=	-	-	147.0
p =	-	-	0.000
<hr/>			
(a) Larvas			
Anchoveta			
Estadíst. U=	-	-	455.0
p =	-	-	0.095
<hr/>			

Tabla 11. Posición, capturas y aporte porcentual por especie, de los lances de pesca de reconocimiento realizados mediante arrastre de media agua. Crucero PELASUR 9512.

Lance	Fecha	Hora	INICIO		FIN		Captura (kg)	anchoveta (%)	sardina (%)	merluza (%)	merluza cola (%)	otras (%)
			LAT	LONG	LAT	LONG						
1	07.12.95	1223	32°59,9'	71°33,8'	32°57,8'	71°33,8'	510,0	8,1	91,9			
2	07.12.95	1440	32°57,8'	71°34,1'	33°00,1'	71°33,8'						
3	09.12.95	0821	34°01,1'	71°57,9'	33°58,7'	71°56,3'	340,0		100,0			
4	09.12.95	1000	33°58,8'	71°56,5'	34°02,0'	71°57,9'	120,0		100,0			
5	09.12.95	1256	34°07,0'	72°01,8'	34°05,5'	72°00,3'	35,0	14,3	85,7			
6	09.12.95	1555	33°49,1'	71°54,7'	33°47,3'	71°52,9'	50,0		100,0			
7	11.12.95	0946	35°11,5'	72°26,1'	35°11,4'	72°26,0'	15,0			100,0		
8	12.12.95	1138	35°17,2'	72°34,4'	35°15,8'	72°33,3'	60,0		25,0			75,0
9	12.12.95	1520	35°22,3'	72°34,4'	35°20,4'	72°33,0'	70,0	49,6	50,4			
10	12.12.95	1800	35°13,9'	72°28,4'	35°14,5'	72°29,4'	130,0	3,2	96,8			
11	12.12.95	2014	35°23,1'	72°34,6'	35°19,8'	72°33,1'	45,0	82,8	17,2			
12	13.12.95	0015	35°38,6'	72°43,5'	35°36,0'	72°43,8'	325,0	1,1	98,9			
13	14.12.95	1956	36°28,1'	73°08,0'	36°25,9'	73°06,4'	110,0		100,0			
14	16.12.95	0854	37°06,4'	73°23,4'	37°06,9'	73°22,4'	121,5		100,0			
15	16.12.95	1326	36°55,4'	73°12,4'	36°51,9'	73°11,5'	190,0		2,6			97,4 (*)
16	18.12.95	0907	37°47,9'	73°39,9'	37°45,5'	73°41,8'	317,0				94,6	5,4
17	18.12.95	1153	37°33,0'	73°41,6'	37°29,3'	73°41,0'	185,5	31,8	68,2			
18	18.12.95	1523	37°30,2'	73°41,8'	37°26,1'	73°42,7'	60,0				100,0	
19	19.12.95	2257	37°05,9'	73°18,2'	37°04,1'	73°17,3'	450,0		34,2	61,4		4,4
20	20.12.95	0013	37°05,6'	73°18,6'	37°03,6'	73°17,8'	179,0		74,2	9,0		16,8

(\*) mote

Tabla 12. Parámetros de las relaciones longitud-peso determinadas en los lances de reconocimiento, según  $PESO = a L^b$ .

Lance	Especie	a	b	r <sup>2</sup>	n
1	Sardina común	0,211	1,56	0,57	200
3	Sardina común	0,145	1,66	0,44	208
4	Sardina común	0,015	2,92	0,73	205
5	Sardina común	0,034	2,47	0,65	205
6	Sardina común	0,045	2,33	0,66	205
7	Merluza común	0,028	2,32	0,79	150
9	Sardina común	0,052	2,21	0,80	200
10	Sardina común	0,046	2,27	0,65	200
11	Anchoveta	0,010	2,87	0,66	200
12	Sardina común	0,037	2,39	0,70	200
13	Sardina común	0,072	2,04	0,75	203
14	Sardina común	0,046	2,26	0,69	200
15	Mote	0,008	3,20	0,67	200
16	Merluza de cola	0,001	3,76	0,83	200
17	Sardina común	0,007	3,09	0,78	205
17	Anchoveta	0,051	2,28	0,72	201
18	Merluza de cola	0,028	2,21	0,50	201
19	Sardina común	0,006	3,11	0,86	201
20	Sardina común	0,021	2,58	0,66	200
TOTAL	Anchoveta	0,009	2,98	0,98	401
TOTAL	Merluza de cola	0,003	3,25	0,75	401
TOTAL	Sardina común	0,104	1,84	0,85	2632

Tabla 13. Resultados de las calibraciones electroacústicas del sistema EK-500 del B/I Carlos Porter para la frecuencia de 38 Khz, por longitud de pulso (ms).

Fecha	Lugar	TS-transd. gain			Sv-transd. gain		
		Corto 0,3	Medio 1,0	Largo 3,0	Corto 0,3	Medio 1,0	Largo 3,0
09.06.92	Mejillones	27,2	28,3	28,4	27,3	28,3	28,3
07.09.92	Mejillones	27,2	28,2	28,3	27,3	27,9	28,5
30.07.93	Valparaíso	26,5	27,3	27,4	26,5	27,0	27,4 (1)
10.08.94	Lag. Verde	27,1	28,1	28,1	27,4	27,8	28,1 (2)
19.08.94	Mejillones	27,4	28,2	28,4	27,3	28,2	28,6
06.08.95	Mejillones	27,1	28,1	28,3	27,2	28,1	28,4
04.12.95	Valparaíso	27,1	28,1	28,2	27,2	28,0	28,4

NOTA:

(1) Cambio de tarjeta transceiver

(2) Medición repetida por condición inestable de la esfera

Tabla 14. Valores modales de la intensidad de blanco  $TS_{no}$  (dB), longitud de los peces, L (cm) e intercepto de la relación TS-L ( $b_{20}$ ).

Frecuencia (khz)	pulso	lance	$TS_{no}$ (dB)	L (cm)	$b_{20}$ (dB)
120	corto	12	-55,3	7,15	-72,39
120	corto	19-20	-53,5	8,59	-72,18
120	medio	12	-55,1	7,15	-72,19
120	largo	12	-55,7	7,15	-72,79
120	largo	19-20	-54,0	8,59	-72,64
38	corto	12	-54,7	7,15	-71,79
38	corto	20	-53,0	8,59	-71,68
38	medio	12	-55,5	7,15	-72,59
38	medio	19-20	-54,5	8,59	-73,18

Tabla 15. Relaciones funcionales de TS respecto a la longitud de diversos autores.

Especie	Relación funcional	Talla (cm)	Frec.	Autor
Herring	$TS = -56,8 + 13,6 \log (L)$	8-39	38	Nakken, 1977
sprat	$TS = -60,8 + 17,2 \log (L)$	5-19	38	Nakken, 1977
Anchoveta	$TS = -57,84$	7,5	38	Barange, 1994
Anchoveta	$TS = -57,73$	7,34	38	Barange, 1994
Anchoveta	$TS = -68,8 + 20 \log (L)$	5-10	70	Rui de Paula 1985
Herring	$TS = -72,1 + 20 \log (L)$	24-34	38	Foote et al, 1986
Sprat	$TS = -71,2 + 20 \log (L)$			ICES 1983
Herring	$TS = -72,6 + 20 \log (L)$		38	Degnbol 1985
Herring	$TS = -70,8 + 20 \log (L)$		38	Degnbol 1985
Herring	$TS = -73,6 + 20 \log (L)$		38	Forbes 1985
Sprat	$TS = -81,3 + 20 \log (L)$	6-26	70	Rudstam 1988
	$TS = -74,4 + 24,1 \log (L)$			Rudstam 1988
	$TS = -69,9 + 20 \log (L)$			Rudstam 1988
Herring	$TS = -75,5 + 21,7 \log (L)$	9-33	38	Halldorsoon 1983
Anchoveta	$TS = -44,2 \text{ dB}$	11		Vorobyov 1982
Herring	$TS = -69,5 + 20 \log (L)$	10-32	38	Foote 1987
Sprat	$TS = -67,2 + 20 \log (L)$	6,6-17,6	38	Foote 1987
Herring	$TS = -69,1 + 20 \log (L)$	16-31	38	Foote 1987
Herring(*)	$TS = -72,6 + 20 \log (L)$	10-32	38	Foote 1987
Sprat (*)	$TS = -70,6 + 20 \log (L)$	6,6-17,6	38	Foote 1987
Herring (*)	$TS = -72,5 + 20 \log (L)$	16-31	38	Foote 1987

Tabla 16. Valores modales de la intensidad de blanco  $TS_{mo}$  (dB), longitud de los peces, L (cm) e intercepto de la relación TS-L ( $b_{20}$ ) en el grupo secundario de datos.

Frecuencia (khz)	pulso	lance	$TS_{mo}$ (dB)	L (cm)	$b_{20}$ (dB)
120	corto	12	-59,0	7,15	-76,09
120	corto	19-20	-58,0	8,59	-76,69
120	medio	12	-59,0	7,15	-76,09
120	medio	19-20	-59,3	8,59	-77,99
120	largo	12	-59,7	7,15	-76,79
120	largo	19-20	-58,7	8,59	-77,39
38	corto	12	-58,3	7,15	-75,39
38	corto	20	-59,0	8,59	-77,69
38	medio	12	-58,7	7,15	-75,79
38	medio	19-20	-59,0	8,59	-77,69

Tabla 17. Valores de TS y TS<sub>kg</sub> de anchoveta y sardina común obtenidas en el presente estudio en relación a los resultados informados por Barange et al (1996).

L (cm)				Sardina común			Anchoveta			
	TS (1) (dB)	TS (2) (dB)	TS (3) (dB)	Peso(*) (grs)	TS <sub>kg</sub> (1) (dB/kg)	TS <sub>kg</sub> (2) (dB/kg)	TS <sub>kg</sub> (3) (dB/kg)	Peso(**) (grs)	TS <sub>kg</sub> (2) (dB/kg)	TS <sub>kg</sub> (3) (dB/kg)
4	-64,06	-60,55	-63,75	0,78	-28,44	-29,47	-32,67	0,56	-28,02	-31,22
5	-62,12	-58,61	-61,81	1,42	-29,61	-30,14	-33,34	1,07	-28,92	-32,12
6	-60,54	-57,03	-60,23	2,32	-30,57	-30,69	-33,89	1,83	-29,66	-32,86
7	-59,19	-55,69	-58,89	3,52	-31,39	-31,16	-34,36	2,88	-30,28	-33,48
8	-58,04	-54,53	-57,73	5,05	-32,09	-31,56	-34,76	4,26	-30,82	-34,02
9	-57,02	-53,51	-56,71	6,93	-32,71	-31,92	-35,12	6,01	-31,29	-34,49
10	-56,10	-52,59	-55,79	9,20	-33,27	-32,23	-35,43	8,19	-31,72	-34,92
11	-55,27	-51,76	-54,96	11,90	-33,77	-32,52	-35,72	10,82	-32,10	-35,30
12	-54,52	-51,00	-54,21	15,04	-34,23	-32,77	-35,98	13,96	-32,45	-35,66
13	-53,82	-50,31	-53,51	18,66	-34,65	-33,02	-36,22	17,65	-32,78	-35,98
14	-53,18	-49,67	-52,87	22,79	-35,05	-33,25	-36,45	21,94	-33,08	-36,28
15	-52,58	-49,07	-52,27	27,44	-35,41	-33,45	-36,65	26,85	-33,36	-36,56

TS (1) = -76,10 + 20 log L (Barange et al, 1996)

TS (2) = -72,59 + 20 log L (el presente estudio, grupo principal de datos)

TS (3) = -75,79 + 20 log L (el presente estudio, grupo secundario de datos)

TS<sub>kg</sub> (1) = -21,12 - 12,15 log L (Barange et al, 1996)

TS<sub>kg</sub> (2) = valor calculado desde TS (2)

TS<sub>kg</sub> (3) = valor calculado desde TS (3)

(\*) PESO = 0,01860922 L<sup>2,694274</sup>

(\*\*) PESO = 0,0096163 L<sup>2,93</sup>

Tabla 18. Posición geográfica de las transectas utilizadas para el análisis día-noche de la sardina común y la anchoveta. Crucero PELASUR 9512.

Transecta	Fecha	Período	Posición	
12	11.12.95	Diurno/nocturno	35° 37,5'	73° 10.4'
			35° 36.8'	72° 42.1'
14	13.12.95	Diurno/nocturno	36° 02,7'	73° 28.6'
			36° 02.3'	73° 48.6'
15	13.12.95	Diurno/nocturno	36° 15.0'	72° 50.7'
			36° 15.0'	73° 24.8'
17	15.12.95	Diurno/nocturno	36° 39.9'	73° 10.2'
			36° 39.9'	73° 20.7'
19	15.12.95	Diurno/nocturno	37° 04.0'	73° 12.1'
			37° 04.0'	73° 22.6'
26	16.12.95	Diurno/nocturno	37° 09.9'	73° 14.6'
			37° 09.9	73° 27.1'

Tabla 19. Información de valores promedio y sus varianza por especie y transecta.

Especie	Transecta	N	Día		Noche	
			$\bar{S}_a$	Var( $\bar{S}_a$ )	$\bar{S}_a$	Var( $\bar{S}_a$ )
Anchoveta	12	44	3,5	52	654,8	1.390.944
	17	17	1.109,3	460.544	137,4	37.056
Sardina	19	16	427,3	815.555	756,0	496.978
	26	16	24,8	4.395	417,8	1.638.620
jurel	12	44	24,8	5.186	53,3	15.363
	14	62	43,6	65.254	8,2	1.100

Tabla 20. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la anchoveta (transecta 12) ( $S_a$  diurno/nocturno).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Entre Día/noche	33.706.852	1	33.906.852	59,48
dentro de grupos	14.822.333	26	570.090	
Total	48.729.185	27		

Tabla 21. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la anchoveta (transecta 17) ( $S_a$  diurno/nocturno)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Entre Día/noche	7.697.281	1	7.697.280,5	2,19
dentro de grupos	63.358.393	18	3.519.910,7	
Total	71.055.673	19		

Tabla 22. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la sardina común (transecta 19) ( $S_a$  diurno/nocturno)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Entre Día/noche	107.568	1	107.568,1	0,14
dentro de grupos	13.260.049	17	780.002,9	
Total	13.367.617	18		

Tabla 23. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la sardina común (transecta 26) ( $S_a$  diurno/nocturno)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Entre Día/noche	347.639	1	347.639	0,12
dentro de grupos	20.685.490	7	2.955.070	
Total	21.033.129	8		

Tabla 24. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para el jurel (transecta 12) (S<sub>e</sub> diurno/nocturno)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Entre Día/noche	15.883,7	1	15.883,7	0,68
dentro de grupos	371.890,3	16	23.243,1	
Total	387.774,0	17		

Tabla 25. Resultados del análisis de varianza con un criterio de clasificación para la sardina común (transecta 26) (S<sub>e</sub> diurno/nocturno)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Entre Día/noche	229.152,8	1	229.152,8	0,68
dentro de grupos	3.021.178,1	9	335.686,5	
Total	3.250.330,9	10		

Tabla 26. Resultados de pruebas de estadísticos a la información de integración diurna y nocturna.

Especie	Transecta	Periodo	Pruebas estadísticas (95%)			
			t students		Anova (F)	
			(calc)	(tabla)	(calc)	(tabla)
Anchoveta	12	D / N	3,65	1,66 *	59,47	4,24*
	17	D / N	1,88	1,69 *	2,18	4,41
Sardina	19	D / N	1,14	1,69	,13	4,45
	26	D / N	1,18	1,70	,12	5,59
Jurel	12	D / N	1,31	1,66	,68	4,49
	14	D / N	1,08	1,66	,68	5,12

\* Se acepta hipótesis de diferencia entre las muestras diurnas y nocturnas.

Tabla 27. Tallas, pesos y valores de  $TS_{kg}$  aplicados en la evaluación de la biomasa de sardina común y anchoveta, por zona.

Zona	Especie	L (cm)	Peso (g)	$TS_{kg}$ (dB/kg)
I	Sardina común	5,8	2,1	-30,5
I	Anchoveta	6,5	2,3	-30,0
II	Sardina común	7,6	4,4	-31,4
II	Anchoveta	8,6	5,3	-31,1

Tabla 28. Estimados de biomasa de recursos pelágicos en la zona centro-sur. Crucero PELASUR 9512.

Zona	Area (mn <sup>2</sup> )	Sardina común		Anchoveta		Jurel	
		Biomasa (t)	Dens. (t/mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Dens. (t/mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Dens. (t/mn <sup>2</sup> )
I	1.677	61.326	36,6	5.620	3,4	324	0,19
II	5.476	143.839	26,3	47.523	8,7	4.044	0,74

Tabla. 29 Varianza  $V(\hat{B}_0)$ , coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de sardina común y anchoveta por el método Geostatístico.

Zona	Area (mn <sup>2</sup> )	Sardina común				Anchoveta				
		Biomasa (t)	$V(\hat{B}_0)$ (x10 <sup>6</sup> )	E(%)	CV	Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	$V(\hat{B}_0)$ (x10 <sup>6</sup> )	E(%)	CV
I	884	19.104	221,51	----	0,78	911	5.584	8.982	-----	0,54
II	1.399	114.593	1.277,21	51,3	0,31	3.045	49.868	105.056	33,8	0,21

Tabla 30. Varianza  $\hat{V}(\hat{B}_o)$  coeficientes de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa de anchoveta.

METODO	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
Zona	Area (mn <sup>2</sup> )	V(B <sub>p</sub> ) (x 10 <sup>06</sup> )	E (%)	CV	V(B <sub>p</sub> ) (x 10 <sup>06</sup> )	E (%)	CV	V(B <sub>p</sub> ) (x 10 <sup>06</sup> )	E (%)	CV
I	1.677	17,343	----	0,74	20,395	----	0,80	15,86	----	0,69
II	5.476	193,87	48,2	0,293	183,94	47,0	0,29	181,82	47,0	0,28

Tabla 31. Varianza  $\hat{V}(\hat{B}_o)$  , coeficiente de variación (CV) y de error (%) de los estimados de biomasa de sardina común

METODOS	CONGLOMERADOS				ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
Zona	Area (mn <sup>2</sup> )	V(B <sub>p</sub> ) (x 10 <sup>06</sup> )	E (%)	CV	V(B <sub>p</sub> ) (x 10 <sup>06</sup> )	E (%)	CV	V(B <sub>p</sub> ) (x 10 <sup>06</sup> )	E (%)	CV
I	1.677	1.613,00	----	0,66	1.480,38	----	0,63	1.440,03	----	0,61
II	5.476	3.772,21	70,2	0,43	3.939,92	71,8	0,44	3.685,54	69,0	0,42

Tabla 32. Indices de Cobertura (IC) (%) y Densidad (ID) (t/mn<sup>2</sup>) por especie y zona.

SUBZONA	SARDINA COMUN		ANCHOVETA	
	ID (t/mn <sup>2</sup> )	IC (%)	ID (t/mn <sup>2</sup> )	IC (%)
I	219,4	16,7	31,8	10,5
II	169,7	15,5	48,1	18,0

Tabla 33. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>), considerando el total del área de estudio. TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

	N	Mín.	Máx.	Media	d.e.
TSUP	50	10.85	16.03	13.56	1.42
SSUP	50	33.51	34.69	34.41	0.26
DSUP	50	24.92	26.50	25.81	0.39
OSUP	50	2.46	7.71	5.35	1.12
TPON	50	10.42	13.92	11.45	0.70
SPON	50	34.43	34.87	34.67	0.10
DPON	50	26.03	26.82	26.43	0.16
OPON	50	0.91	5.50	2.61	1.07
CLSUP	50	0.26	20.16	5.76	5.53
CLINT	50	5.12	445.95	117.96	93.95

Tabla 34. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (datos transformado a  $\ln(x+1)$ ;  $g/1000\ m^3$ ) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales:  $t_{sup}$ = temperatura superficial ( $^{\circ}C$ ),  $s_{sup}$ = salinidad superficial (psu),  $d_{sup}$ = densidad superficial ( $\sigma-t$ ),  $o_{sup}$ = oxígeno superficial (ml/l),  $t_{pon}$ = temperatura (prom. ponderado),  $s_{pon}$ = salinidad (prom. ponderado),  $d_{pon}$ = densidad (prom. ponderado),  $o_{pon}$ = oxígeno (prom. ponderado),  $cl_{sup}$ = clorofila superficial ( $mg/m^3$ ),  $cl_{int}$ = clorofila integrada ( $mg/m^2$ ). \*=  $p < 0.05$ . Los coeficientes que no tienen asterisco corresponden a correlaciones no significativas.

	Area Total	Zona I	Zona II	golfo de Arauco
TSUP	0,158	0,006	0,292	0,554*
SSUP	0,107	0,029	0,125	0,203
DSUP	0,162	0,023	0,248	0,509
OSUP	0,072	0,067	0,183	0,203
TPON	0,087	0,113	0,207	0,353
SPON	0,100	0,113	0,118	0,598
DPON	0,134	0,333	0,088	0,421
OPON	0,021	0,067	0,003	0,398
CLSUP	0,129	0,114	0,179	0,359
CLINT	0,183	0,624*	0,207	0,309

Tabla 35. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de sardina común (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el sector norte del área de estudio (I). TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

	N	Mín.	Máx.	Media	d.e.
TSUP	10	14.53	16.03	15.38	0.41
SSUP	10	33.50	34.59	34.29	0.33
DSUP	10	24.92	25.65	25.34	0.24
OSUP	10	5.04	6.02	5.47	0.31
TPON	10	11.78	13.92	12.30	0.66
SPON	10	34.51	34.81	34.68	0.09
DPON	10	26.09	26.82	26.38	0.18
OPON	10	1.41	5.50	3.06	1.27
CLSUP	8	0.42	2.75	1.33	0.64
CLINT	8	27.20	86.32	49.85	20.15

Tabla 36. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de sardina común (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el sector sur del área de estudio (II). TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

	N	Mín.	Máx.	Media	d.e.
TSUP	35	10.85	14.77	13.02	1.13
SSUP	35	33.51	34.69	34.42	0.29
DSUP	35	24.92	26.50	25.93	0.38
OSUP	35	2.46	7.71	5.25	1.28
TPON	35	10.42	11.83	11.08	0.32
SPON	35	34.43	34.85	34.66	0.10
DPON	35	26.05	26.62	26.47	0.13
OPON	35	0.97	3.72	2.40	0.80
CLSUP	35	0.26	20.16	6.82	5.87
CLINT	35	6.42	445.95	135.78	99.40

Tabla 37. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de sardina común (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el golfo de Arauco. TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

	N	Mín.	Máx.	Media	d.e.
TSUP	12	11.52	14.36	12.73	0.73
SSUP	12	34.37	34.69	34.59	0.07
DSUP	12	25.79	26.44	26.13	0.17
OSUP	12	3.11	6.97	4.86	1.24
TPON	12	10.78	11.63	11.07	0.24
SPON	12	34.62	34.74	34.69	0.04
DPON	12	26.36	26.57	26.52	0.07
OPON	12	1.05	3.61	2.25	0.93
CLSUP	12	3.01	20.16	12.03	6.33
CLINT	12	18.97	445.95	203.31	112.79

Tabla 38. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de anchoveta (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el sector sur (II). TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

	N	Mín.	Máx.	Media	d.e.
TSUP	6	11.93	14.60	13.82	0.96
SSUP	6	33.59	34.56	34.13	0.34
DSUP	6	24.98	26.01	25.55	0.32
OSUP	6	5.15	7.71	6.61	1.02
TPON	6	10.82	11.53	11.13	0.24
SPON	6	34.43	34.79	34.61	0.10
DPON	6	26.05	26.51	26.37	0.15
OPON	6	1.61	3.72	2.76	0.68
CLSUP	6	1.38	7.10	4.46	1.99
CLINT	6	67.12	159.02	108.89	36.10
ZTERM	6	10.00	42.00	18.17	10.92
ZCMZ	6	0.00	34.00	9.83	11.11

Tabla 39. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraban los huevos de anchoveta (huevos/10 m<sup>2</sup>), considerando el golfo de Arauco del área de estudio. Los promedios ponderados fueron calculados a partir de la profundidad mínima y máxima de cada lance planctónico. TSUP= Temperatura superficial (°C), SSUP= salinidad superficial (psu), DSUP= densidad superficial (sigma-t), OSUP= oxígeno disuelto superficial (ml/l), TPON= temperatura ponderada (°C), SPON= salinidad ponderada (psu), DPON= densidad ponderada (sigma-t), OPON= oxígeno disuelto ponderado (ml/l), CLSUP= clorofila-a superficial (mg/m<sup>3</sup>), CLINT= clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

	N	Mín.	Máx.	Media	d.e.
TSUP	12	11.52	14.36	12.73	0.73
SSUP	12	34.37	34.69	34.59	0.07
DSUP	12	25.79	26.44	26.13	0.17
OSUP	12	3.11	6.97	4.86	1.24
TPON	12	10.78	11.63	11.07	0.24
SPON	12	34.62	34.74	34.69	0.04
DPON	12	26.36	26.57	26.52	0.07
OPON	12	1.05	3.61	2.25	0.93
CLSUP	12	3.01	20.16	12.03	6.33
CLINT	12	18.97	445.95	203.31	112.79

Tabla 40. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre los huevos de sardina común (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ; huevos/10m<sup>2</sup>) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial (°C), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial (sigma-t), osup= oxígeno superficial (ml/l), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial (mg/m<sup>3</sup>), clint= clorofila integrada (mg/m<sup>2</sup>), zterm= prof. base termoclina (m), zcmz= prof. capa de mezcla (m). \*= p<0.05. Los coeficientes que no tienen asterisco corresponden a correlaciones no significativas.

Arauco	Area Total	Zona Norte (I)	Zona Sur (II)	golfo de
TSUP	0,200	0,384	0,163	0,600*
SSUP	0,360*	0,530	0,340*	0,392
DSUP	0,330*	0,509	0,301	0,616*
OSUP	0,214	0,802*	0,282	0,529
TPON	0,005	0,349	0,012	0,470
SPON	0,123	0,406	0,298	0,710*
DPON	0,128	0,642*	0,316	0,559*
OPON	0,007	0,491	0,171	0,848*
CLSUP	0,169	0,458	0,207	0,022
CLINT	0,267	0,650*	0,240	0,100
ZTERM	0,337*	0,043	0,395*	0,449
ZCMZ	0,481*	0,511	0,469*	0,268

Tabla 41. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre los huevos de anchoveta (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ; huevos/10m<sup>2</sup>) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial (°C), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial (sigma-t), osup= oxígeno superficial (ml/l), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial (mg/m<sup>3</sup>), clint= clorofila integrada (mg/m<sup>2</sup>), zterm= prof. base termoclina (m), zcmz= prof. capa de mezcla (m). \*= p<0.05. Los coeficientes que no tienen asterisco corresponden a correlaciones no significativas.

	Area Total	Zona Sur (II)	golfo de Arauco
TSUP	0,512*	0,320	0,169
SSUP	0,353*	0,404	0,530*
DSUP	0,550*	0,433	0,026
OSUP	0,283	0,308	0,097
TPON	0,223*	0,267	0,059
SPON	0,202	0,123	0,066
DPON	0,129	0,170	0,043
OPON	0,001	0,033	0,238
CLSUP	0,318	0,217	0,253
CLINT	0,402*	0,288	0,197
ZTERM	0,376*	0,265	0,196
ZCMZ	0,322	0,341	0,038

Tabla 42. Coeficientes de correlación parcial múltiple entre las larvas de anchoveta (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ; larvas/10m<sup>2</sup>) y variables ambientales, considerando la subdivisión del área de estudio. Variables ambientales: tsup= temperatura superficial (°C), ssup= salinidad superficial (psu), dsup= densidad superficial ( $\sigma-t$ ), osup= oxígeno superficial (ml/l), tpon= temperatura (prom. ponderado), spon= salinidad (prom. ponderado), dpon= densidad (prom. ponderado), opon= oxígeno (prom. ponderado), clsup= clorofila superficial (mg/m<sup>3</sup>), clint= clorofila integrada (mg/m<sup>2</sup>), zterm= prof. base termoclina (m), zcmz= prof. capa de mezcla (m).

	Area Total	Zona Sur (II)
TSUP	0,119	0,361
SSUP	0,353	0,380
DSUP	0,264	0,447
OSUP	0,483	0,500
TPON	0,115	0,030
SPON	0,193	0,174
DPON	0,178	0,215
OPON	0,078	0,117
CLSUP	0,055	0,127
CLINT	0,051	0,135
ZTERM	0,060	0,022
ZCMZ	0,112	0,105

Tabla 43. Resultados del análisis de correlación múltiple entre las densidades acústicas (Sa) y las variables oceanográficas (coeficientes de correlación).

Especie	Zona		Variables					Estadístico de Prueba
			Densidad (Sa)	Profundidad (m)	Temperatura (C°)	Salinidad (ppm)	Oxígeno (ml)	
Anchoveta	I	(n= 21)	1.0	-0.276	0.245	-0.433	0.541*	0.434
	II	(n=122)	1.0	0.089	-0.214*	0.597*	-0.204*	0.156
Sardina	I	(n= 16)	1.0	-0.428	0.485	-0.505*	0.430	0.497
	II	(n=115)	1.0	0.144	-0.227*	0.197*	-0.236*	0.159
Jurel	I	(n= 6)	1.0	0.721	-0.273	0.367	-0.265	0.811
	II	(n= 20)	1.0	0.196	-0.184	0.037	-0.091	0.444

\* Coeficiente de correlación significante a un nivel de confianza de 95%..

# **A N E X O**

## **Descriptores de archivos de datos magnéticos**

1.- BIOZOO.DAT

Biomasa Zooplantónica

Descriptores

Columna	Título	Tipo de información
1 a 7	Est	Estación
8 a 17	Trans/Est	Transecta y estación
18 a 25	Lat.	Latitud (GG.ggg)
26 a 33	Long.	Longitud (GG.ggg)
34 a 41	Biozoo	Biomasa zooplantónica total (g/1000 m <sup>3</sup> )

2. CLOR-A.DAT

Colorofila-a

Columna	Título	Tipo de información
1 a 22	Trans/Est	Transecta y estación
23 a 32	Lat.	Latitud sur (grados)
33 a 43	Long.	Longitud oeste (grados)
44 a 51	Hora	Hora (hh-mm)
52 a 60	Fecha	Fecha (dd-mm-aa)
61 a 66	Prof.	Profundidad de muestreo (m)
67 a 74	Clor-a	Colorofila-a (mg/m <sup>3</sup> )
75 a 83	FEOP	Feopigmentos (mg/m <sup>3</sup> )

3. ICTIO.DAT

Ictiplancton

Columna	Titulo	Tipo de información
1 a 12	Est.	Estación
13 a 22	Trans/Est	Transecta y estación
23 a 32	Long.	Longitud oeste (grados)
33 a 41	Lat.	Latitud sur (grados)
42 a 53	HT	Huevos de peces totales (N°/10 m <sup>2</sup> )
54 a 64	LT	Larvas de peces totales (N°/10 m <sup>2</sup> )
65 a 75	HSC	Huevos sardina común (N°/10 m <sup>2</sup> )
76 a 86	LSC	Larvas sardina común (N°/10 m <sup>2</sup> )
87 a 97	HA	Huevos anchoveta (N°/10 m <sup>2</sup> )
98 a 106	LA	Larvas anchoveta (N°/10 m <sup>2</sup> )

4. OXIGENO.DAT

Columna	Título	Tipo de información
1 a 9	Est.	Estación
10 a 23	Trans/Est	Transecta y estación
24 a 32	Lat.	Latitud sur (grados)
33 a 43	Long.	Longitud oeste (grados)
44 a 52	Fecha	Fecha (dd-mm-aa)
53 a 61	Prof	Profundidad de muestreo (m)
62 a 70	O.Dis	Oxígeno disuelto (ml/l)

5. METEOROL.DAT

Datos meteorológicos

Columna	Título	Tipo de información
1 a 5	Est.	Estación
6 a 16	Trans/Est	Transecta y estación
17 a 25	Fecha	Fecha
26 a 32	D.C.	Distancia de la costa (mn)
33 a 41	LAT	Latitud sur (grados)
42 a 50	LONG	Longitud oeste (grados)
51 a 59	DIR.VIE.	Dirección del viento (grados)
60 a 68	VEL.VIE.	Velocidad del viento (nudos)
69 a 74	T.SEC.	Temperatura del aire, bulbo seco (grados Celcius)
75 a 81	T.HUM.	Temperatura del aire, bulbo húmedo (grados Celcius)
82 a 90	PRES	Presión Atmosférica (milibares)

6. REGISTROS ACUSTICOS

La información concerniente a la evaluación hidroacústica está contenida en dos tipos de archivos: BIOMA-XX.DAT y POSIC-XX.DAT. En el nombre de estos archivos se indica el número de la transecta por las letras XX, en este caso 32.

Los archivos BIOMA-XX.DAT contienen la información de las lecturas acústicas por especie en cada IBM indicando la frecuencia del ecosonda, la especie, las profundidades superior e inferior, tipo de agregación y lectura acústica.

Los archivos BIOMA-XX.DAT están estructurados según:

Línea	Columna	Tipo de Información
1	1-	nombre del crucero
2	2-	barco
3	3-	zona
4 y +	1 a 3	número de la IBM
	4	espacio
	5	especie (1 a 4 ) (ver 1)
	6	espacio
	7	ecosonda (1 = 38 KHz)
	8	espacio
	9	tipo de agregación (ver 2)
	10	espacio
	11 a 13	profundidad superior (m)
	14	espacio
	15 a 17	profundidad inferior (m)
	18	espacio
	19 a 23	lectura acústica (Sa)

(1) Códigos de especie

Sardina española	código de especie	= 1
Jurel	código de especie	= 2
Anchoveta	código de especie	= 3
Caballa	código de especie	= 4
Otras	código de especie	= 0

(2) Códigos del tipo de agregación

Cardúmen		= 1
Agregación (estrato)		= 2
Individual (aislado)		= 3

Los archivos POSIC-XX.DAT contienen la información del número de la IBM, hora, latitud y longitud.

Los archivos POSIC-XX.DAT están estructurados según:

Columna	Tipo de Información
1 a 3	número de IBM
4	coma (,)
5 a 12	hora (HHMMSSSS)
13	coma (,)
14 a 20	latitud (GGMM.mm)
21	coma (,)
22	S (sur)
23	coma (,)
24 a 31	longitud (GGGMM.mm)
32	coma (,)
33	W (weste)